

SELÇUK DENTAL JOURNAL

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Selçuk University Faculty of Dentistry

Selcuk Dent J

eISSN 2148-7529

Cilt *Volume*

12

Sayı *Issue*

1

Yıl *Year*

2025

Selcuk Dental Journal, 2014 yılından itibaren Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi'nin devamı olarak online yayımlanmaktadır.



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
YAYINLARI



SELÇUK
UNIVERSITY
PRESS

SELCUK DENTAL JOURNAL

Cilt: 12 Sayı: 1 Yıl: 2025

Volume: 12 Issue: 1 Year: 2025

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi resmi yayınıdır
The official journal of Selcuk University Faculty of Dentistry

Yılda üç kez elektronik olarak yayımlanır / Published electronically three times a year

Yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir / Official languages are Tuskish and English

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi adına sahibi / Owner on behalf of Selcuk University Faculty of Dentistry

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ (Rektör / Rector)

Editör / Editor

Prof. Dr. Murat Selim BOTSALI

(selimbotsali@selcuk.edu.tr & https://orcid.org/0000-0002-5719-5430)

Editör Yardımcıları / Assistant Editors

Dr. Öğr. Üyesi Derya İÇÖZ

(deryayilmaz@selcuk.edu.tr & https://orcid.org/0000-0001-8043-288X)

Dr. Öğr. Üyesi Enes Mustafa AŞAR

(enesmustafa.asar@selcuk.edu.tr & https://orcid.org/0000-0003-3432-8584)

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Ercan DURMUŞ (edurmus@selcuk.edu.tr) (Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Bölüm Editörü / Department Editor of Oral and Maxillofacial Surgery)

Dr. Öğr. Üyesi Sefa AYDINDOĞAN (sayindogan@selcuk.edu.tr) (Periodontoloji Bölüm Editörü / Department Editor of Periodontology)

Prof. Dr. Münir Tolga YÜCEL (munirtolga@selcuk.edu.tr) (Protetik Diş Tedavisi Bölüm Editörü / Department Editor of Prosthodontics)

Prof. Dr. Funda KONT ÇABANKARA (kfunda@selcuk.edu.tr) (Endodonti Bölüm Editörü / Department Editor of Endodontics)

Prof. Dr. Fusun YAŞAR (fyasar@selcuk.edu.tr) (Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Bölüm Editörü / Department Editor of Oral and Maxillofacial Radiology)

Prof. Dr. Zeliha Müge BAKA (drmugebaka@selcuk.edu.tr) (Ortodonti Bölüm Editörü / Department Editor of Orthodontics)

Prof. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU (nevincobanoglu@selcuk.edu.tr) (Restoratif Diş Tedavisi Bölüm Editörü / Department Editor of Restorative Demtistry)

Dr. Öğr. Üyesi Büşra MUSLU DİNÇ (busra.musludinc@selcuk.edu.tr) (Pedodonti Bölüm Editörü / Department Editor of Pedodontics)

Bilimsel Danışma Kurulu / Editorial Board (2020)

(alfabetik sıra / alphabetical order)

Doç. Dr. Sinem AÇIKMEŞE(sacikmese@khas.edu.tr)

Doç. Dr. Kamil Serkan AĞAÇAYAK(serkanagacayak@gmail.com)

Prof. Dr. Kadriye Funda AKALTAN(akaltan@ankara.edu.tr)

Prof. Dr. M. Cemal AKAY(cemalakay[at]yahoo.com)

Prof. Dr. Aylin AKBAY OBA(akbayoba@yahoo.com)

Doç. Dr. Nihat AKBULUT(nihat.akbulut@omu.edu.tr)

Doç. Dr. Merve AKÇAY(merve.akcay@ikcu.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Berat Serdar AKDENİZ(serdar.akdeniz@sbu.edu.tr)

Doç. Dr. Mehmet AKIN(mehmet.akin@alanya.edu.tr)

Doç. Dr. Melek AKMAN(makman@erbakan.edu.tr)

Prof. Dr. Serhan AKMAN(serhanakman@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Müge AKSU(muge.aksu@hacettepe.edu.tr)

Prof. Dr. M. Alper ALKAN(alperalkan@bezmialem.edu.tr)

Prof. Dr. Nilgün Özlem ALPTEKİN(noalptekin[at]baskent.edu.tr)

Doç. Dr. Nuray ALTINTAŞ(dtnuray@ktu.edu.tr)

Prof. Dr. Zahir ALTUĞ(zahir.altug@neu.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Burak Kerem APAYDIN(drkeremapaydin@gmail.com)

Dr. Öğr. Üyesi Volkan ARIKAN(dr.volkankarikan@kku.edu.tr)

Prof. Dr. Hale ARI AYDINBELGE(hari@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Arzu ARI DEMİRKAYA(arzu.aridemirkaya@okan.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Soley ARSLAN(soley@erciyes.edu.tr)

Doç. Dr. Belir ATALAY(batalay@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Hanife ATAÖĞLU(hataoglu@biruni.edu.tr)

Prof. Dr. Derya ÇAKAN(derya.cakan@yeditepe.edu.tr)

Gazi Ünv, Ankara, Türkiye

Dicle Ünv, Diyarbakır, Türkiye

Ankara Ünv, Ankara, Türkiye

Ege Ünv, İzmir, Türkiye

Kırıkkale Ünv, Kırıkkale, Türkiye

Gaziosmanpaşa Ünv, Tokat, Türkiye

İzmir Katip Çelebi Ünv, İzmir, Türkiye

Kırıkkale Ünv, Kırıkkale, Türkiye

Alaaddin Keykubat Ünv, Alanya Türkiye

Necmettin Erbakan Ünv, Konya, Türkiye

Selçuk Ünv, Konya, Türkiye

Hacettepe Ünv, Ankara, Türkiye

Bezmialem Ünv, İstanbul, Türkiye

Başkent Ünv, Ankara, Türkiye

Karadeniz Teknik Ünv, Trabzon, Türkiye

Ankara Ünv, Ankara, Türkiye

Pamukkale Ünv, Denizli, Türkiye

Kırıkkale Ünv, Kırıkkale, Türkiye

Selçuk Ünv, Konya, Türkiye

Okan Ünv, İstanbul, Türkiye

Erciyes Ünv, Kayseri, Türkiye

İstanbul Ünv, İstanbul, Türkiye

Biruni Ünv, İstanbul, Türkiye

Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Prof. Dr. Tamer ATAÖĞLU(tamer.ataoglu@istinye.edu.tr)

Doç. Dr. Fethi ATIL(fethiati@mersin.edu.tr)

Prof. Dr. Nuray ATTAR(nuray.attar@hacettepe.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Uğur AYDIN(uguraydin@gantep.edu.tr)

Doç. Dr. Ülkem AYDIN(ulkem.aydin@kstu.edu.tr)

Doç. Dr. Mustafa AYDINBELGE(aydinbelge@erciyes.edu.tr)

Prof. Dr. Filiz AYKENT(faykent@ybu.edu.tr)

Prof. Dr. Zeliha Müge BAKA(drmugebaka@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Esra BALTACIOĞLU(ebaltaci@ktu.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi İlgi BARAN(ibanar@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi İ.Şevki BAYRAKDAR(isbayrakdar@ogu.edu.tr)

Prof. Dr. Sema BELLİ(sbelli@selcuk.edu.tr)

Doç. Dr. Mehmet Emre BENLİDAYI(emrebenlidayi@yahoo.com)

Prof. Dr. Semih BERSUN(berksun[at]dentistry.ankara.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Elif BİLGİR(ebilgir@ogu.edu.tr)

Prof. Dr. Murat Selim BOTSALI(selimbotsali@selcuk.edu.tr)

Doç. Dr. Esin BOZDEMİR(esinbozdemir@sdu.edu.tr)

Prof. Dr. Nurcan BUDUNELI(nurcan.buduneli[at]ege.edu.tr)

Doç. Dr. Hakan BULUT(thbulut[at]yahoo.com)

Dr. Öğr. Üyesi Hatice BÜYÜKÖZER

ÖZKAN(hatice.ozkan[at]alanya.edu.tr)

Prof. Dr. Şenay CANAY(secanay@hacettepe.edu.tr)

Doç. Dr. Fatih COŞKUNSES(fatih.coskunes@kocaeli.edu.tr)

Prof. Dr. Fatma ÇAĞLAYAN(fatma.caglayan[at]atauni.edu.tr)

Doç. Dr. Eda GÜLER(edaguler@omu.edu.tr)

İstinye Ünv, İstanbul Türkiye

Kırıkkale Ünv, Kırıkkale, Türkiye

Hacettepe Ünv, Ankara, Türkiye

Gaziantep Ünv, Gaziantep, Türkiye

Başkent Ünv, Ankara, Türkiye

Erciyes Ünv, Kayseri, Türkiye

Yıldırım Beyazıt Ünv, Ankara, Türkiye

Selçuk Ünv, Konya, Türkiye

Karadeniz Teknik Ünv, Trabzon, Türkiye

Kırıkkale Ünv, Kırıkkale, Türkiye

Süleyman Demirel Ünv, Isparta, Türkiye

Selçuk Ünv, Konya, Türkiye

Çukurova Ünv, Adana, Türkiye

Ankara Ünv, Ankara, Türkiye

Osmagazi Ünv, Eskişehir, Türkiye

Selçuk Ünv, Konya, Türkiye

Süleyman Demirel Ünv, Isparta, Türkiye

Ege Ünv, İzmir, Türkiye

Ege Ünv, İzmir, Türkiye

Alaaddin Keykubat Ünv, Alanya Türkiye

Hacettepe Ünv, Ankara, Türkiye

Kocaeli Ünv, Kocaeli, Türkiye

Atatürk Ünv, Erzurum, Türkiye

Ondokuz Mayıs Ünv, Samsun, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Metin ÇALIŞIR(metincalisir@adiyaman.edu.tr)

Doç. Dr. Abdulkadir Burak ÇANKAYA(cankaya@istanbul.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Taylan ÇEBİ(ahmettaylancebi[at]karabuk.edu.tr)

Prof. Dr. Zafer ÇEHRELİ(zcehrelı@hacettepe.edu.tr)

Prof. Dr. Işıl ÇEKİÇ NAGAŞ(ısilcekic@gazi.edu.tr)

Prof. Dr. Peruze ÇELENK(pcelenk@omu.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Rabia Merve ÇELİK KARATAŞ(klinikadana01@gmail.com)

Prof. Dr. Ali Rıza ÇETİN(alirizacetin@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Burcu ÇETİNKAYA(bcetinkaya@omu.edu.tr)

Doç. Dr. Sema ÇINAR BECERİK(semacinar[at]yahoo.com)

Dr. Öğr. Üyesi Tansu ÇİMEN(tansu.cimen@alanya.edu.tr)

Prof. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU(nevincobanoglu@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Erhan ÇÖMLEKOĞLU(erhancomlek[at]yahoo.com)

Doç. Dr. Evrim DALKILIÇ(edalkilic@bezmialem.edu.tr)

Prof. Dr. Burak DEMİRALP(demiralp@hacettepe.edu.tr)

Doç. Dr. Semih DEMİRBUĞA(sezer[at]erciyes.edu.tr)

Prof. Dr. Mustafa DEMİRCİ(demirci@istanbul.edu.tr)

Doç. Dr. Ömür DEVECİ(odereci[at]ogu.edu.tr)

Prof. Dr. Cem DOĞAN(cemdogan@cu.edu.tr)

Doç. Dr. Salih DOĞAN(salihdogan@erciyes.edu.tr)

Prof. Dr. Servet DOĞAN(servetdgn[at]hotmail.com)

Prof. Dr. Doğan DOLANMAZ(ddolanmaz@bezmialem.edu.tr)

Prof. Dr. Ercan Cenk DORUK(cdoruk@cumhuriyet.edu.tr)

Prof. Dr. Can DÖRTER(dorterc@istanbul.edu.tr)

Doç. Dr. Nazmiye DÖNMEZ(ndonmez@bezmialem.edu.tr)

Prof. Dr. Ercan DURMUŞ(edurmus@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Mine DÜNDAR ÇÖMLEKOĞLU(mine.dundar[at]ege.edu.tr)

Prof. Dr. Ece EDEN(eceeden[at]yahoo.com)

Doç. Dr. Hakan EL(hakanel@hacettepe.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Mesut ELBAY(mesut.elbay@kocaeli.edu.tr)

Doç. Dr. Selma ELEKDAĞ(s.elekdag@omu.edu.tr)

Prof. Dr. Abubekir ELTAŞ(abubekir.eltas@inonu.edu.tr)

Prof. Dr. Yusuf EMES(emes@istanbul.edu.tr)

Prof. Dr. Kürşat ER(kursater@akdeniz.edu.tr)

Prof. Dr. Oğuz ERASLAN(oguzeraslan@selcuk.edu.tr)

Doç. Dr. Esra ERCAN(eercan@ktu.edu.tr)

Prof. Dr. Ali ERDEMİR(erdemir@kku.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Emire Aybüke ERDUR(drerdur@gmail.com)

Prof. Dr. Zeynep ERGÜCÜ(zergucu@yahoo.com)

Dr. Öğr. Üyesi Türkan Sezen ERHAMZA(dt.turkansezen@gmail.com)

Dr. Öğr. Üyesi Merve ERKMEN ALMAZ(merveerkmenalmaz@kku.edu.tr)

Prof. Dr. R. Banu ERMİŞ(banuermis@sdu.edu.tr)

Doç. Dr. Abdullah Seçkin ERTUĞRUL(abdullahseckin.ertugrul@ikcu.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Alparslan ESEN(aese@erbakan.edu.tr)

Doç. Dr. Elçin ESENLİK(elcinesenlik@akdeniz.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Meryem ETÖZ(meryemetoz[at]hotmail.com)

Doç. Dr. Yavuz FINDIK(yavuzfindik@sdu.edu.tr)

Prof. Dr. Bülent GÖKÇE(bulentgokce[at]yahoo.com)

Doç. Dr. Nihan GÖNÜLOL(nihan.gonulol@omu.edu.tr)

Prof. Dr. Melahat GÖRDÜYSUS(melahatg@hacettepe.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÖRMEZ(ozlemgormez@sdu.edu.tr)

Prof. Dr. Kaan ORHAN(knorhan[at]dentistry.ankara.edu.tr)

Prof. Dr. Ayşegül ÖLMEZ(aysegul@gazi.edu.tr)

Doç. Dr. Mehmet Melih ÖMEZLİ(mmelihomezli@odu.edu.tr)

Prof. Dr. Emel Olga ÖNAY(olgaonay[at]yahoo.com)

Prof. Dr. Ercüment ÖNDER(ercuonder@gmail.com)

Adıyaman Üniv, Adıyaman, Türkiye

İstanbul Üniv, İstanbul, Türkiye

Karabük Üniv., Karabük, Türkiye

Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye

Kocatepe Üniv, Afyon, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Alaaddin Keykubat Üniv, Alanya Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Bezmialem Üniv, İstanbul, Türkiye

Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye

Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye

İstanbul Üniv, İstanbul, Türkiye

Osmagazi Üniv, Eskişehir, Türkiye

Çukurova Üniv, Adana, Türkiye

Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Bezmialem Üniv, İstanbul, Türkiye

Cumhuriyet Üniv, Sivas, Türkiye

İstanbul Üniv, İstanbul, Türkiye

Bezmialem Üniv, İstanbul, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye

Kocaeli Üniv, Kocaeli, Türkiye

Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye

İnönü Üniv, Malatya, Türkiye

İstanbul Üniv, İstanbul, Türkiye

Akdeniz Üniv, Antalya, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Karadeniz Teknik Üniv, Trabzon, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Süleyman Demirel Üniv, Konya, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye

İzmir Katip Çelebi Üniv, İzmir, Türkiye

Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye

Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye

Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye

Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye

Ege Üniv, İzmir, Türkiye

Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye

Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye

Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye

Ankara Üniv, Ankara, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Ordu Üniv, Ordu, Türkiye

Başkent Üniv, Ankara, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Prof.Dr. Nurhan GÜLER(nurhan.guler@yeditepe.edu.tr)

Prof. Dr. Ayşe GÜLŞAHI(agulsahi[at]baskent.edu.tr)

Prof. Dr. Kamran GÜLŞAHI(kgulsahi[at]yahoo.com)

Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR(kahraman@gazi.edu.tr)

Prof. Dr. Metin GÜNGÖRMÜŞ(metingungormus@gantep.edu.tr)

Prof. Dr. Kahraman GÜRBÜZ(kahramangurbuz@gmail.com)

Prof. Dr. Cem Abdulkadir GÜRGAN(cagurgan@erciyes.edu.tr)

Prof. Dr. Mihtikar GÜRSEL(mgursel@biruni.edu.tr)

Prof. Dr. Sema S HAKKI(sshakki@selcuk.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Meltem HENDEK(meltemhendek@kku.edu.tr)

Doç. Dr. Bozkurt Kubilay IŞIK(kisik@erbakan.edu.tr)

Doç. Dr. Zehra İLERİ(zileri@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Özgür İNAN(oinan@selcuk.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Şehnaz İŞÇİ YILMAZ(sehnazisci[at]cu.edu.tr)

Prof. Dr. Sevil KAHRAMAN(skahraman@gazi.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Firdevs KAHVECİOĞLU(firdevskahvecioglu@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Abdullah KALAYCI(abdullahkalayci@selcuk.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Kadir KAPLANOĞLU(kkaplanoglu@adiyaman.edu.tr)

Doç. Dr. Haluk Barış KARA(bkara@medipol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Özlem KARA(OKara@bezmialem.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Said KARABEKİROĞLU(skarakbekir@erbakan.edu.tr)

Prof. Dr. İnci Rana KARACA(incirana@gazi.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Nebi Cansın KARAKAN(cansinkarakan@hotmail.com)

Prof. Dr. Ali İhya KARAMAN(info@aliihyakaraman.com.tr)

Doç. Dr. Emel KARAMAN(emel.karaman@omu.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Mağnur KAZAK(mkazak@bezmialem.edu.tr)

Prof. Dr. Ayşe Diljin KEÇECİ(diljinkececi@sdu.edu.tr)

Prof. Dr. Gonca Ç. KELEŞ(gonca.keles@okan.edu.tr)

Prof. Dr. Bülent KESİM(bkesim@erciyes.edu.tr)

Prof. Dr. İsmail KESKİN(ikeskin@selcuk.edu.tr)

Doç. Dr. Erdem KILIÇ(erkilic@bezmialem.edu.tr)

Doç. Dr. Kerem KILIÇ(kkilic@erciyes.edu.tr)

Prof. Dr. Mehmet Ali KILIÇARSLAN(makilicarслан@ankara.edu.tr)

Doç. Dr. Gülperi KOÇER(gulperikocer@sdu.edu.tr)

Doç. Dr. İsmail Doruk KOÇYİĞİT(dorukkocyyigit@kku.edu.tr)

Prof. Dr. Funda KONT ÇOBANKARA(kfunda@selcuk.edu.tr)

Doç. Dr. Mahmut KOPARAL(mkoparal@adiyaman.edu.tr)

Doç. Dr. Meltem KORAY(mkoray@istanbul.edu.tr)

Doç. Dr. Emre KORKUT(ekorkut@erbakan.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Hatice KÖK(hatice.kok@selcuk.edu.tr)

Doç. Dr. Serhat KÖSEOĞLU(armagany@iuc.edu.tr)

Prof. Dr. Alper KUŞTARCI(akustarci@akdeniz.edu.tr)

Prof. Dr. Hasan KÜÇÜKKOLBAŞI(hkolbasi@selcuk.edu.tr)

Doç. Dr. Ebru KÜÇÜKYILMAZ(ebru.kucukyilmaz@ikcu.edu.tr)

Prof. Dr. Mehmet KÜRKÇÜ(kurkcü@cu.edu.tr)

Doç. Dr. Nükhet KÜTÜK(NCelebi@erciyes.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Güldane MAĞAT(gbozdog@erbakan.edu.tr)

Prof. Dr. İsmail MARAKOĞLU(imarakoglu@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU(nurmolla@gazi.edu.tr)

Doç. Dr. Ebru OLGUN(ebruerdemir@hotmail.com)

Doç. Dr. Ekim Onur ORHAN(ekimorhan@ogu.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Emre TOKAR(emretokar@gazi.edu.tr)

Prof. Dr. Hülya TOKER(hcakmak@cumhuriyet.edu.tr)

Prof. Dr. Tuba TORTOP(tubatortop@gazi.edu.tr)

Prof. Dr. Gül TOSUN(gtosun@selcuk.edu.tr)

Prof. Dr. Tülin Ufuk TOYGAR MEMİKOĞLU(toygara@ankara.edu.tr)

Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Başkent Üniv, Ankara, Türkiye

Başkent Üniv, Ankara, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Gaziantep Üniv, Gaziantep, Türkiye

Ankara Üniv, Ankara, Türkiye

Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye

Biruni Üniv., İstanbul, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Çukurova Üniv, Adana, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Adıyaman Üniv, Adıyaman, Türkiye

Medipol Üniv, İstanbul, Türkiye

Bezmialem Üniv, İstanbul, Türkiye

Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Afyonkarahisar Sağ.Bil.Ünv. Afyonkarahisar

Kocaeli Üniv, Kocaeli, Türkiye

Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye

İstanbul Aydın Üniv, İstanbul, Türkiye

Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye

İstanbul Okan Üniv, İstanbul, Türkiye

Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Bezmialem Üniv, İstanbul, Türkiye

Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye

Ankara Üniv, Ankara, Türkiye

Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Adıyaman Üniv, Adıyaman, Türkiye

İstanbul Üniv, İstanbul, Türkiye

Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

İzmir Katip Çelebi Üniv, İzmir, Türkiye

Akdeniz Üniv, Antalya, Türkiye

İstanbul Medeniyet Üniv, İstanbul, Türkiye

İzmir Katip Çelebi Üniv, İzmir, Türkiye

Çukurova Üniv, Adana, Türkiye

Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye

Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Kırıkkale Üniv, Kırıkkale, Türkiye

Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Cumhuriyet Üniv, Sivas, Türkiye

Gazi Üniv, Ankara, Türkiye

Selçuk Üniv, Konya, Türkiye

Ankara Üniv, Ankara, Türkiye

Prof. Dr. Nurhan ÖZALP(nurhan66[at]yahoo.com)	Ankara Üniv, Ankara, Türkiye	Prof. Dr. Cumhuri TUNCER(tuncer@gazi.edu.tr)	Gazi Üniv, Ankara, Türkiye
Doç. Dr. Özgün ÖZÇAKA(ozgunozcaka[at]yahoo.com)	Ege Üniv, İzmir, Türkiye	Doç. Dr. Ali Rıza TUNÇDEMİR(artuncdemir@erbakan.edu.tr)	Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Erhan ÖZDİLER(fezdiler@ankara.edu.tr)	Ankara Üniv, Ankara, Türkiye	Prof. Dr. Melek D TURGUT(mturgut@hacettepe.edu.tr)	Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ÖZEL(aozel@medipol.edu.tr)	Medipol Üniv, İstanbul, Türkiye	Doç. Dr. Çağrı TÜRKÖZ(cturkoz@gazi.edu.tr)	Gazi Üniv, Ankara, Türkiye
Prof. Dr. Füsün ÖZER(fusunozer@hacettepe.edu.tr)	Univ of Pennsylvania, Philadelphia, ABD	Prof. Dr. Lezize Şebnem TÜRKÜN(sebnemturkun[at]gmail.com)	Ege Üniv, İzmir, Türkiye
Prof. Dr. Törün ÖZER(torun[at]deu.edu.tr)	Adnan Menderes Üniv, Aydın, Türkiye	Prof. Dr. Murat TÜRKÜN(murat.turkun[at]ege.edu.tr)	Ege Üniv, İzmir, Türkiye
Prof. Dr. Nurdan ÖZMERİÇ KURTULUŞ(nurdan@gazi.edu.tr)	Gazi Üniv, Ankara, Türkiye	Prof. Dr. Hakan H. TÜZ(tuzhakan@hacettepe.edu.tr)	Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye
Prof. Dr. Bircül ÖZPINAR(ozpinarb@yahoo.com)	Ege Üniv, İzmir, Türkiye	Doç. Dr. Tamer TÜZÜNER(tamertuzuner@ktu.edu.tr)	Karadeniz Teknik Üniv, Trabzon, Türkiye
Doç. Dr. Evren ÖZTAŞ(oztase@istanbul.edu.tr)	İstanbul Üniv, İstanbul, Türkiye	Prof. Dr. Sina UÇKAN(isuckan[at]medipol.edu.tr)	Medipol Üniv, İstanbul, Türkiye
Prof. Dr. Mine ÖZTÜRK TONGUÇ(minetonguc@sdu.edu.tr)	Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye	Prof. Dr. Dilek Aynur UĞAR ÇANKAL(dugar@gazi.edu.tr)	Gazi Üniv, Ankara, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Özgün Yusuf ÖZYILMAZ(oozyilmaz@bezmialem.edu.tr)	Bezmialem Üniv, İstanbul, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Murat ULU(murat.ululu@ikcu.edu.tr)	İzmir Katip Çelebi Üniv, İzmir, Türkiye
Prof. Dr. Özgür PEKTAŞ(ozgurpek@hotmail.com)	Başkent Üniv, Ankara, Türkiye	Prof. Dr. Meryem UZAMIŞ TEKÇİÇEK(uzamis@hacettepe.edu.tr)	Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye
Doç. Dr. Serdar POLAT(serdarpolat@gazi.edu.tr)	Gazi Üniv, Ankara, Türkiye	Doç. Dr. Emel UZUNOĞLU ÖZYÜREK(emel.uzunoglu@hacettepe.edu.tr)	Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye
Prof. Dr. Sabri İlhan RAMOĞLU(ilhanramoglu@yahoo.com)	Altınbaş Üniv, İstanbul, Türkiye	Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI(uctasli@gazi.edu.tr)	Gazi Üniv, Ankara, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Fatma SAĞ GÜNGÖR(fatma.saggungor@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye	Prof. Dr. Sadullah ÜÇTAŞLI(uctasli[at]dentistry.ankara.edu.tr)	Ankara Üniv, Ankara, Türkiye
Doç. Dr. Mehmet SAĞLAM(mehmet.saglam[at]inonu.edu.tr)	İzmir Katip Çelebi Üniv, İzmir, Türkiye	Prof. Dr. H. Esra ÜLKER(esraulker@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Şaziye SARI(ssari[at]dentistry.ankara.edu.tr)	Ankara Üniv, Ankara, Türkiye	Prof. Dr. Mete ÜNGÖR(mungor@medipol.edu.tr)	Başkent Üniv, Ankara, Türkiye
Doç. Dr. Serkan SARIDAĞ(info@okandis.com)	Kocaeli Üniv, Kocaeli, Türkiye	Prof. Dr. Nimet ÜNLÜ(nunlu@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye
Doç. Dr. Aslı SEÇİLMİŞ(asecilmis@gantep.edu.tr)	Gaziantep Üniv, Gaziantep, Türkiye	Prof. Dr. Ayçe ÜNVERDİ ELDENİZ(aunverdi@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Müjde SEVİMAY(mujde.sevimay@antalya.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye	Prof. Dr. Bülent ÜREYEN KAYA(bulemkaya@sdu.edu.tr)	Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Ertan SOĞANCI(esoganci@erbakan.edu.tr)	Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi İlknur VELİ(ilknur.veli@ikcu.edu.tr)	İzmir Katip Çelebi Üniv, İzmir, Türkiye
Doç. Dr. Sıdıka Sinem SOYDAN(sdksoydan[at]yahoo.com)	Başkent Üniv, Ankara, Türkiye	Doç. Dr. Ahmet YAĞCI(ayagci@erciyes.edu.tr)	Erciyes Üniv, Kayseri, Türkiye
Prof. Dr. Işıl SÖNMEZ(isilonmez @adu.edu.tr)	Adnan Menderes Üniv, Aydın, Türkiye	Prof. Dr. Füsün YAŞAR(fyasar@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Mahmut SÜMER(msumer@omu.edu.tr)	Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye	Doç. Dr. İzzet YAVUZ(iyavuz@dicle.edu.tr)	Dicle Üniv, Diyarbakır, Türkiye
Prof. Dr. Pınar SÜMER(psumer@omu.edu.tr)	Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye	Prof. Dr. Ayşe Rüya YAZICI(ruyay@hacettepe.edu.tr)	Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye
Doç. Dr. Yurdanur ŞANLI UÇAR(ysanli@cu.edu.tr)	Çukurova Üniv, Adana, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Esra YEŞİLOVA(eyesilova@ogu.edu.tr)	Osmagazi Üniv, Eskişehir, Türkiye
Doç. Dr. Ülkü ŞERMET ELBAY(ulku.sermetelbay@kocaeli.edu.tr)	Kocaeli Üniv, Kocaeli, Türkiye	Doç. Dr. Enver YETKİNER(enver.yetkiner@tinaztepe.edu.tr)	Ege Üniv, İzmir, Türkiye
Prof. Dr. Emine ŞEN TUNÇ(etunc@omu.edu.tr)	Ondokuz Mayıs Üniv, Samsun, Türkiye	Doç. Dr. Derya YILDIRIM(deryayildirim@sdu.edu.tr)	Süleyman Demirel Üniv, Isparta, Türkiye
Doç. Dr. Sevgi ŞENER	Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye	Prof. Dr. Gülsün YILDIRIM(gulsun.yildirim@alanya.edu.tr)	Alaaddin Keykubat Üniv, Alanya, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Neslihan ŞİMŞEK(neslihan.simsek[at]inonu.edu.tr)	İnönü Üniv, Malatya, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Mücahit YILDIRIM(mucahidyildirim@erbakan.edu.tr)	Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye
Doç. Dr. Onjen TAK(onjen.tak@istinye.edu.tr)	Kocaeli Üniv, Kocaeli, Türkiye	Prof. Dr. Sibel YILDIRIM(sibel.yildirim@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Tülin TANER(tulin@hacettepe.edu.tr)	Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Adile Şehnaz YILMAZ(sehnazisci@cu.edu.tr)	Çukurova Üniv, Adana, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Melek TAŞSÖKER(mtassoker@erbakan.edu.tr)	Necmettin Erbakan Üniv, Konya, Türkiye	Doç. Dr. Senem YİĞİT ÖZER(senemygt@hotmail.com)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye
Doç. Dr. Ufuk TATLI(utatl@cu.edu.tr)	Çukurova Üniv, Adana, Türkiye	Prof. Dr. Hamdi Oğuz YOLDAŞ(oguzyoldas@cu.edu.tr)	Adnan Menderes Üniv, Aydın, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Neslihan TEKÇE(neslihan.tekce@kocaeli.edu.tr)	Kocaeli Üniv, Kocaeli, Türkiye	Prof. Dr. İsa YÖNDEM(isayondem@selcuk.edu.tr)	Çukurova Üniv, Adana, Türkiye
Prof. Dr. Meryem TEKÇİÇEK UZAMIŞ(uzamis@hacettepe.edu.tr)	Hacettepe Üniv, Ankara, Türkiye	Prof. Dr. Münir Tolga YÜCEL(munirtolga@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Uğur TEKİN(utekin[at]yahoo.com)	Ege Üniv, İzmir, Türkiye	Doç. Dr. Özgün ÖZÇAKA YÜKSEL(ozgunozcaka@yahoo.com)	Ege Üniv, İzmir, Türkiye
Prof. Dr. Mehmet Emin TEKİN(mtekin@selcuk.edu.tr)	Selçuk Üniv, Konya, Türkiye	Prof. Dr. Bülent YÜZÜGÜLLÜ(bulemy@gmail.com)	Başkent Üniv, Ankara, Türkiye
Prof. Dr. Hakan TERZİOĞLU(terzoglu[at]dentistry.ankara.edu.tr)	Ankara Üniv, Ankara, Türkiye		

Bu dergi TÜBİTAK/ULAKBİM Ulusal Tıp Veri Tabanı (TR Dizin), ERIH PLUS, EBSCO - Central & Eastern European Academic Source (CEEAS), DOAJ (Directory of Open Access Journals), EBSCO, Embase - Dentistry & Oral Sciences Source tarafından indekslenmektedir.

This journal is indexed by TÜBİTAK/ULAKBİM National Medical Database (TR Index), ERIH PLUS, EBSCO - Central & Eastern European Academic Source (CEEAS), DOAJ (Directory of Open Access Journals), EBSCO, Embase - Dentistry & Oral Sciences Source.

ARAŞTIRMA / RESEARCH

Investigation of Osteoradionecrosis Awareness of Dentists in Turkey in Patients with Head and Neck Cancer <i>Baş ve Boyun Kanseri Olan Hastalarda Türkiye'deki Diş Hekimlerinin Osteoradyonekroz Farkındalıklarının Araştırılması</i> Uğur Dolunay, Hasan Küçükolbaşı, Yunus Akdoğan	1
Yüz Maskesi Uygulanan Çift Taraflı Dudak Damak Yarıklı Bireylerde Hava Yolu Boyutlarındaki Değişiklikler <i>Airway Dimension Changes in Bilateral Cleft Lip and Palate Patients Under Face Mask Therapy</i> Esra Ulusoy Mutluol, Hatice Kök, Zehra İleri, Mehmet Akın.....	7
Evaluation of the Effects of Hemp Fiber Addition on Fracture Strength, Acrylic Tooth Bonding, and Water Absorption of Polymethyl Methacrylate <i>Kenevir Lifi İlavesinin Polimetil Metakrilatın Kırılma Dayanımı, Akrilik Dişe Bağlantısı ve Su Emilimi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi</i> Fatma Dilara Baysan, Süha Kuşçu, Nesrin Korkmaz, Nilüfer Çelebi.....	14
Farklı Sıvıların ve Protez Temizleme Solüsyonunun Protez Kaide Materyallerinin Renk Değişimi ve Pürüzlülüğüne Etkisi <i>Effect of Different Liquids and Denture Cleaning Solutions on Color Change and Roughness of Denture Base Materials</i> Necla Demir, Meryem Gülce Subaşı, Tuğba Övseme Yıldız, Muhammet Karcı.....	20
Effect Of Preheating On Color Stability Of Two Different Nanohybrid Composite Resins <i>Ön Isıtma İşleminin İki Farklı Nanohibrit Kompozit Rezinin Renk Stabilitesine Etkisi</i> Sultan Aktuğ Karademir, Samet Atasoy, Serdar Akarsu.....	26
Fiber İlavesinin Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın Florid Salınımına Etkisi <i>Effect of Fiber Addition on Fluoride Release of Resin-Modified Glass Ionomer Cement</i> Muhittin Uğurlu, Gülben Çolak.....	32
Aynı Popülasyondaki Farklı Yaş Başlangıçlarına Sahip Hastalardaki Gömülü Diş Prevalansının Karşılaştırılması <i>Comparison of the Prevalence of Impacted Teeth in Patients with Different Starting Ages in the Same Population</i> Hande Erener, Volkan Kaplan.....	37
Complication Rates and Patient Satisfaction Evaluation of Implant-Supported Prostheses <i>İmplant Destekli Protezlerde Komplikasyonların ve Hasta Memnuniyetinin Değerlendirmesi</i> Nuran Yanıkoglu, Derya Aslan, Merve Köseoğlu.....	42
Yapay Yaşlandırma İşleminin Monolitik Zirkonyaların Renk Stabilitesi ve Transluserisi Özelliklerine Etkileri <i>Effects of Artificial Aging Process on Color Stability and Translucency of Monolithic Zirconia</i> Arzu Zeynep Yıldırım, Aziz Sönmez, Zeynep Yağmur Karagülleoğlu, Ayşe Nurcan Duman.....	48
İnternet Ortamındaki Gülüş Tasarımı ile ilgili Bilgilerin Okunabilirlik Değerlendirmesi <i>Readability Assessment of Information on Smile Design on the Internet</i> Murat Keçeci, Gamze Büyükturhan.....	54
Evaluation of Crestal Mucosa Thickness and Alveolar Hard Tissue Measurements in CBCT Images Before Implant Placement <i>İmplant Yerleştirilmesinden Önce KIBT Görüntülerinde Krestal Mukoza Kalınlığının ve Alveolar Sert Doku Ölçümlerinin Değerlendirilmesi</i> Özlem Saraç Atagün, Savaş Özarslantürk, Seval Ceylan Şen, Şeyma Çardaklı Bahar.....	58
The Classification of Impacted Third Molar and Their Relationship with Distal Caries on the Second Molar <i>Gömülü Üçüncü Azı Dişlerinin Sınıflandırılması ve İkinci Azı Dişindeki Distal Çürüklerle İlişkisi</i> Halil Ayyıldız, Selinay Sarı Kurt.....	64

Effects of Surface Finishing Methods, Zirconia Brands, and Bleaching Techniques on Color Change and Translucency of Monolithic Zirconia Restorations: A Comparative Study <i>Yüzey İşlem Yöntemleri, Zirkonya Tipleri ve Beyazlatma Tekniklerinin Monolitik Zirkonya Restorasyonların Renk Değişimi ve Translusesensi Üzerine Etkileri: Karşılaştırmalı Bir Çalışma</i> Emel Arslan, Kübra Değirmenci.....	71
Remineralization Potential of Ginger-Honey on Initial Enamel Lesions of Different Depth <i>Zencefil-Balın Farklı Derinlikteki Başlangıç Mine Lezyonlarında Remineralizasyon Potansiyeli</i> Esma Türkmen, Dilek Tağtekin, Zeynep Ceren Çelik, Funda Yanıkoğlu.....	80
Relationship Between the Mandibular Cortical Index and Periodontitis Stage/Grade: A Retrospective Radiographic Study <i>Mandibular Kortikal İndeks ile Periodontitis Evre/Derecesi Arasındaki İlişki: Retrospektif Radyografik Çalışma</i> Ömer Faruk Okumuş, Şükran Acıpınar.....	88
Accuracy of An Intraoral Scanner That Uses Optical Triangulation and Confocal Microscopy Technology For Full-Arch Digital Implant Impression: in Vivo and in Vitro Evaluation <i>Tam Ark Dijital İmplant Ölçüsü için Optik Üçgenleştirme ve Konfokal Mikroskopi Teknolojisini Kullanan İntraoral Tarayıcının Hassasiyeti: in Vivo ve in Vitro Değerlendirme</i> Taygun Sezer, Emir Esim, Erkan Yılmaz.....	93
Maksiller Posterior Diş Köklerinin Maksiller Sinüs ile İlişkisinin Sinüs Lateral Duvar Kalınlığı Üzerine Etkisi: Retrospektif Bir Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Çalışması <i>Effect of the Relationship of Maxillary Posterior Tooth Roots with the Maxillary Sinus on Sinus Lateral Wall Thickness: A Retrospective Cone Beam Computed Tomography Study</i> Kevser Sökmen, Bilge Karcı.....	99
Preparation and Quality Assessment of a Dental Trauma Website <i>Dental Travma ile İlgili İnternet Sitesinin Hazırlanması ve Kalite Değerlendirmesi</i> Ezgi Yılmaz, Ece Eden.....	104
Çeşitli Rezin Kompozit Materyallerin Laboratuvar Aşınma Dayanımlarının 3B Optik Tarama ile Karşılaştırılması <i>Comparison of Laboratory Wear Resistance of Various Resin Composite Materials by 3D Optical Scanning</i> Ali Rıza Çetin, Nimet Ünlü, Selin Seda Çağlar Aşkın.....	110
OLGU SUNUMU / CASE REPORT	
Treatment of Teeth with Intact Occlusal Morphology Using Stamp Technique with Different Impression Materials: A Case Report <i>Oklüzal Morfolojisi Sağlam Dişlerin Farklı Ölçü Malzemeleriyle Stamp Tekniği Kullanılarak Tedavisi: Olgu Sunumu</i> Hatun Bal, Oktay Yazıcıoğlu.....	118
Restoration with 'Stamp Technique' in Dental Caries with Intact Occlusal Morphology: Case Series <i>Oklüzal Morfolojinin Bozulmadığı Diş Çürüklerinde 'Stamp Tekniği' ile Restorasyon: Vaka Serisi</i> Enes Mustafa Aşar, Sıla Beren Adıgüzel Erdoğan.....	125
Diş Hekiminin Erken Teşhisi ile Gardner Sendromu: 3 Vaka Raporu <i>Gardner Syndrome with Early Diagnosis By the Dentist: 3 Case Report</i> Sümeyye Çelik, Alican Kuran, Umut Seki, Hasan Yılmaz, Enver Alper Sinanoğlu.....	129
Maksiller Retrognatik ve Mandibular Prognatik Hastanın Alt-RAMEC ve Yüz Maskesini Takiben Sabit Ortodontik Tedavisi: Vaka Sunumu <i>Treatment of a Patient with Maxillary Retrognathism and Mandibular Prognathism Using Alt-RAMEC and Facemask Followed by Fixed Orthodontic Therapy: A Case</i> Çağan Erkman Şaylan, Mehmet Birol Özel.....	133

DERLEME / REVIEW

Kompozit Rezinlerde Güncel Gelişmeler

Recent Developments in Composite Resins

Hacer Balkaya, Halime Çetiner, Sezer Demirbuğa.....137

Zebrafish, A Model Organism For Research in Dentistry

Zebra Balığı, Diş Hekimliği Araştırmalarında Model Organizma

Simge Meşeli, Dilek Tağtekin, Ebru Emekli Alturfan.....144

Biyomimetik Diş Hekimliği

Biomimetic Dentistry

Seda Baktır, Hacer Balkaya, Sezer Demirbuğa.....149

Kök Kanal Tedavisi Yenilemelerinde Güncel Uygulamalar: Ultrasonik Uç Kullanımı

Current Applications in Root Canal Retreatment: Use of Ultrasonic Tip

Ayşenur Kızıltaş Gül, Turan Mert Hisar, Seniha Senem Miçooğulları.....157

Gummy Smile Etiology and Treatment Options

Gummy Smile Etiyoloji ve Tedavi Seçenekleri

Esmâ Kezban AKDAŞ.....166

Gingiva ve Alveolar Mukozanın Benign Neoplazmları

Malign Neoplasms of Gingiva and Alveolar Mucosa

Umut Yaprak, Ela Tules Kadiroğlu.....172

Yapay Zekâ ile Modern Diş Hekimliği: Çocuk Diş Hekimliğinde Yeni Ufuklar

Artificial Intelligence in Modern Dentistry: New Horizons in Pediatric Dentistry

Zeynep Esmâ Özalan, Makbule Buse Dünder Sarı, Merve Kurun Aksoy.....178

ChatGPT'nin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları ve Sınırlamaları

ChatGPT Usage Areas and Limitations in Dentistry

Ömer Tarık Özdemir, Yeliz Güven.....184

3D Printers in Prosthetic Dentistry

Protetik Diş Hekimliğinde 3B Yazıcılar

Nurdan Bastem, Ceyda Başak İnal, Seçil Karakoca Nemli.....191

Investigation of Osteoradionecrosis Awareness of Dentists in Turkey in Patients with Head and Neck Cancer

Baş ve Boyun Kanseri Olan Hastalarda Türkiye'deki Diş Hekimlerinin Osteoradyonekroz Farkındalıklarının Araştırılması

Uğur DOLUNAY^a, Hasan KÜÇÜKKOLBAŞI^a, Yunus AKDOĞAN^b

^aSelcuk University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Konya, Türkiye

^aSelcuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi AD, Konya, Türkiye

^bSelcuk University, Faculty of Science, Department of Statistics, Konya, Türkiye

^bSelcuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Konya, Türkiye

ABSTRACT

Introduction: Head and neck cancer encompasses cancers that develop in the oral cavity, salivary glands, paranasal sinuses, nasal cavity, larynx, pharynx, and upper neck nodules. The goal of treating these cancers is to eliminate the tumor while preserving the patient's quality of life and preventing potential complications. Radiotherapy, one of the treatment methods, can lead to undesirable changes in surrounding tissues. This study aims to investigate the awareness of dentists regarding osteoradionecrosis, a significant side effect of radiotherapy in patients with head and neck cancer.

Materials and Methods: In this survey study, dentists from 12 different regions in NUTS-1, as determined by TURKSTAT were contacted via digital media and their participation in the study was ensured. Participants were asked 16 questions related to osteoradionecrosis, prepared through a literature review. For the statistical analysis of the data collected from the questionnaires, frequency analysis, and chi-square tests were performed with the help of the SPSS 23 package program. A p-value<0.05 indicated statistical significance.

Results: A total of 634 participants, including 278 (44%) intern dentists, 149 (24%) general practitioner dentists, 128 (20%) doctoral-specialty students, and 79 (12%) specialist dentists, were included in the study. The analysis of the collected data from the study showed that doctoral specialty students and specialist dentists have more knowledge about the risk factors and diagnosis of osteoradionecrosis (p=0.000<0.050).

Conclusion: To enhance awareness of osteoradionecrosis among general and trainee dentists, it would be beneficial to increase educational content within undergraduate programs and to support this with continuous education activities.

Keywords: Awareness, Head and neck cancer, Osteoradionecrosis, Radiotherapy

Introduction

Cancers affecting the oral cavity, salivary glands, paranasal sinuses, nasal cavity, larynx, pharynx, and nodules in the upper neck collectively constitute head and neck cancer.¹ This type of cancer represents 5% of all cancer cases.² Factors such as genetic predisposition, poor oral hygiene, ill-fitting prostheses, malnutrition, chronic irritations, and certain viruses (such as Epstein-Barr virus (EBV)) contribute to the etiology of head and neck cancer, and smoking and alcohol consumption are significant risk factors. Although this form of cancer is predominantly observed in older individuals, it can also occur in children.³

The primary objectives in treating head and neck cancer are tumor eradication, preservation of the patient's quality of life, and prevention of potential complications. Surgical intervention, chemotherapy, and radiotherapy are commonly employed treatment modalities, either individually or in combination, depending on the patient's condition and the nature of the disease.⁴

Radiotherapy, as a treatment modality, can induce adverse changes in surrounding tissues.⁵ Osteoradionecrosis, characterized by exposed

ÖZ

Giriş: Baş ve boyun kanseri, ağız kavitesi, tükürük bezleri, paranasal sinüsler, burun boşluğu, larenks, farenks ve boyun üstündeki nodüllerde oluşan kanserler kapsar. Bu kanserlerin tedavisinde, tümörü yok ederek hastanın yaşam kalitesini korumak ve olası komplikasyonları engellemek hedeflenir. Radyoterapi, bu tedavi yöntemlerinden biridir ancak çevre dokularda istenmeyen değişikliklere yol açabilir. Bu çalışmada, baş ve boyun kanseri olan hastalarda radyoterapinin önemli bir yan etkisi olan osteoradyonekroz konusunda diş hekimlerinin farkındalıklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod: Bu anket çalışmasında, TÜİK tarafından belirlenen NUTS-1'e göre 12 farklı bölgedeki diş hekimleri, çalışmaya katılımlarını sağlamak için dijital ortamlar aracılığıyla iletişime geçildi. Katılımcılara literatür gözden geçirilerek hazırlanan osteoradyonekroz ile ilgili 16 soru soruldu. Anketlerden toplanan verilerin istatistiksel analizi için SPSS 23 yazılım paketi kullanılarak frekans analizi ve ki-kare testi yapıldı. p<0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Çalışmaya toplam 634 katılımcı dahil edildi; bunlar 278 (%44) stajyer diş hekimi, 149 (%24) genel pratisyen diş hekimi, 128 (%20) doktora uzmanlık öğrencisi ve 79 (%12) uzman diş hekimi idi. Çalışmadan toplanan verilerin incelenmesi sonucunda, doktora uzmanlık öğrencilerinin ve uzman diş hekimlerinin osteoradyonekrozun risk faktörleri ve teşhisi konusunda daha fazla bilgiye sahip oldukları görülmüştür (p=0,000<0,050).

Sonuç: Pratisyen ve stajyer diş hekimlerinin osteoradyonekroz farkındalığını artırmak için lisans programları içindeki eğitimlerin biraz daha artırılması ve sürekli eğitim faaliyetleri aracılığıyla desteklenmesi faydalı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Farkındalık, Baş ve boyun kanseri, Osteoradyonekroz, Radyoterapi

bone in a previously irradiated area persisting for more than 3 months without primary tumor, recurrence, or tumor-related metastasis, is a significant complication following radiotherapy for head and neck cancer patients.⁶

The incidence of osteoradionecrosis ranges from 5% to 15% and is most frequently observed within the first three years post treatment for head and neck cancers.⁷ Mandibular osteoradionecrosis is more prevalent than maxillary osteoradionecrosis involvement due to the relatively poor vascularization and dense structure of the mandibular bone.⁶

Osteoradionecrosis is a distinct pathology that shares a similar clinical appearance with medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ). While MRONJ primarily develops due to antiresorptive or antiangiogenic drug therapies, osteoradionecrosis occurs following radiation therapy.⁸ These two conditions exhibit significant differences in terms of affected patient populations, clinical course, and treatment methods. Patient history and clinical examination remain the most sensitive diagnostic tools for accurately distinguishing between osteoradionecrosis and MRONJ.⁹

This study, which investigated the awareness of dentists in Turkey

Gönderilme Tarihi/Received: 14 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 6 Ağustos, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Dolunay U, Küçükolbaşı H, Akdoğan Y. Investigation of

Osteoradionecrosis Awareness of Dentists in Turkey in Patients with Head and Neck Cancer.

Selcuk Dent J 2025;12(1): 1-6 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1483621](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1483621)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Uğur DOLUNAY

E-mail: ugurdolunay@gmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1483621](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1483621)

regarding osteoradionecrosis, a critical side effect of radiotherapy in head and neck cancer patients, holds particular significance because it represents the first comprehensive investigation addressing this topic in the literature, aiming to assess the knowledge level of dentists comprehensively.

Materials and Methods

The study, designed as a questionnaire-based survey, targeted dentists from 12 different regions classified by Nomenclature of Territorial Units for Statistics-1 (NUTS-1) according to Turkish Statistical Institute (TURKSTAT). Using digital media (e-mail), dentists were contacted, and their participation in the study was secured.

The selected regions included the Istanbul (TR-1), Balıkesir (TR-2), İzmir (TR-3), Bursa (TR-4), Ankara (TR-5), Konya (TR-5), Antalya (TR-6), Adana (TR-6), Kayseri (TR-7), Samsun (TR-8), Trabzon (TR-9), Erzurum (TR-A), Van (TR-B), and Gaziantep (TR-C) provinces, which were chosen because of their high population density. The study commenced in February 2023, and the data collection spanned 6 weeks.

On the first page of the questionnaire, participants were provided with information regarding the study's purpose, ethics committee approval, and the confidentiality of their data. It was explicitly stated that participation was voluntary. The questionnaire consisted of 16 questions regarding osteoradionecrosis, and was formulated after a thorough review of the literature. Following a section gathering demographic information such as participants' professional status (specialist dentist, doctoral-specialty student, general practitioner dentist, trainee dentist), gender, years of experience in the profession, specialty/doctorate branch, province, and institution, the questionnaire asked about the definition of osteoradionecrosis, its risk factors, diagnostic considerations, and other relevant aspects of physicians' knowledge. Statistical analysis of the data obtained from the questionnaires involved frequency analysis and the chi-square test, which were conducted using the SPSS 23 software package. A p-value of <0.05 was considered to indicate statistical significance.

Results

A total of 646 participants responded to the study. After analysing the data, 12 participants were excluded due to inconsistencies in their demographic information. Therefore, the final sample comprised 634 participants, including 278 (43.9%) intern dentists (5th-year dental students), 149 (23.5%) general practitioner dentists, 128 (20.2%) doctoral-specialty students, and 79 (12.4%) specialist dentists. Among these participants, 296 were male (47%) and 338 were female dentists. In terms of years of professional experience, 177 participants (27.9%) had been working for 1-5 years, 113 for 6-10 years, 41 (6.5%) for 11-20 years, 25 (3.9%) for more than 20 years, and 278 (43.9%) were intern dentists. Regarding specialty branches, 60 participants (9.5%) specialized in oral and maxillofacial surgery, 35 (5.5%) in oral and maxillofacial radiology, 18 (2.8%) in prosthodontics, 27 (4.3%) in periodontology, 21 (3.3%) in endodontics, 17 (2.7%) in pedodontics, 16 (2.5%) in restorative dentistry, 12 (1.9%) in orthodontics, and 428 (67.5%) had no specialty branch.

Among the participants, 442 (69.7%) originated from dental faculties, 44 (7.0%) from oral dental health centers, 30 (4.7%) from public hospitals, and 118 (18.6%) from private dental clinics. The distribution of NUTS-1 regions, the distribution was as follows: 79 (12.4%) from TR-1, 26 (4.1%) from TR-2, 55 (8.7%) from TR-3, 33 (5.2%) from TR-4, 134 (21.1%) from TR-5, 82 (12.9%) from TR-6, 52 (8.2%) from TR-7, 25 (3.9%) from TR-8, 32 (5.1%) from TR-9, 39 (6.2%) from TR-A, 34 (5.4%) from TR-B, and 43 (6.8%) from TR-C.

Questionnaire Items and Analysis:

Within the study's scope, participants were asked about the definition of osteoradionecrosis, with two options provided (see Table 1). The options were:

- It is a condition that occurs in patients using an antiangiogenic drug or bisphosphonate in the maxillofacial region for more than 8 weeks in patients without a history of radiotherapy.
- The condition of exposed bone that occurs without primary tumor, recurrence, or tumor-related metastasis and lasts for more than 3 months in a previously irradiated area.

Table 1. presents the responses of the participants.

Table 1. Distribution of Osteoradionecrosis Definition Choices. The chi-square analysis conducted to examine the relationship between participants' professional status and their choices of osteoradionecrosis definitions revealed a p-value less than 0.05, indicating a significant relationship. Accordingly, it appears that specialist dentists and doctoral-specialty students are more knowledgeable about the definition of osteoradionecrosis.

	Specialist dentists		Doctoral-specialty students		General practitioner dentists		Intern dentists		Total		p
Definition Option	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Option a	5	2.4	6	2.8	81	38.4	119	56.4	211	33.3	0.000
Option b	74	17.5	122	28.8	68	16.1	159	37.6	423	66.7	

Participants were asked specific questions regarding anamnesis from oncology patients to assess the risk of osteoradionecrosis, with three options provided (see Table 2). The options were:

- "Do you have a history of chemotherapy, which drug(s) have you used/are you using?"
- "Has radiotherapy been applied to any part of your body?"
- "Has radiotherapy been applied to your head and neck region?"

See Table 2 for the participants' responses to these questions.

Table 2. Anamnesis Questions and Risk Factors for Osteoradionecrosis. The chi-square analysis conducted to investigate the relationship between participants' professional status and their preferences for anamnesis questions regarding the risk of osteoradionecrosis in oncology patients revealed a p-value less than 0.05, indicating a significant relationship. Accordingly, it can be inferred that specialist dentists and doctoral students are more knowledgeable about anamnesis in this context.

	Specialist dentists		Doctoral-specialty students		General practitioner dentists		Intern dentists		Total		p
Anamnesis Question	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Option a	20	10.1	28	14.9	79	38.9	117	57.7	203	32	0.000
Option b	22	11.1	24	12.8	19	9.4	18	8.7	83	13.1	
Option c	37	18.7	74	39.3	68	33.6	117	56.1	348	54.9	

Regarding the distribution of participants' responses to the side effects of radiotherapy applied to the head and neck region, the results were as follows: oral mucositis, 592 (93.3%); decreased salivary secretion, 525 (82.8%); loss of taste, 417 (65.8%); dental caries, 330 (52.0%); osteoradionecrosis, 515 (81.2%); restricted mouth opening, 452 (71.3%); fungal infection, 151 (23.8%); and swallowing problems, 132 (20.8%).

Additionally, participants were queried about the risk factors for osteoradionecrosis, with eight factors presented for assessment. The response distributions are shown in Table 3.

Table 3. Response Distribution of Participants According to Osteoradionecrosis Risk Factors. According to the chi-square analysis conducted to determine the correlational differences in osteoradionecrosis risk factors between the study groups, a significant relationship was found in all factors except for gender, alcohol consumption, and poor oral hygiene, with p-values less than 0.05. Accordingly, it can be concluded that specialist dentists and doctoral students in the field generally possess greater knowledge about these risk factors.

		Specialist dentists		Doctoral- specialty students		General practitioner dentists		Intern dentists		Total		p
Osteoradionecrosis risk factors	Option	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Gender	Yes	22	12.6	44	25.2	30	17.1	79	45.1	175	27.6	0.074
	No	44	13.1	68	20.2	87	25.8	138	40.9	337	53.2	
	Don't know	13	10.7	16	13.1	32	26.2	61	50	122	19.2	
Tobacco use	Yes	54	13.5	97	24.3	96	24.1	152	38.1	399	62.9	0.005
	No	19	10.2	25	13.5	43	23.1	99	53.2	186	29.4	
	Don't know	6	12.2	6	12.2	10	20.4	27	55.2	49	7.7	
Alcohol consumption	Yes	47	14.5	73	22.5	67	20.7	137	42.3	324	51.2	0.234
	No	27	10.8	45	17.9	63	25.1	116	46.2	251	39.5	
	Don't know	5	8.5	10	16.9	19	32.2	25	42.4	59	9.3	
Older age	Yes	64	15.2	101	24	99	23.6	156	37.2	420	66.2	0.000
	No	13	9.1	18	12.7	37	26.1	74	52.1	142	22.4	
	Don't know	2	2.8	9	12.5	13	18	48	66.7	72	11.4	
Poor oral hygiene	Yes	73	13.2	111	20	137	24.7	233	42.1	554	87.4	0.104
	No	6	10	13	21.7	10	16.6	31	51.7	60	9.4	
	Don't know	0	0	4	10	2	20	14	70	20	3.2	
Wrong prosthesis use	Yes	57	15	96	25.1	91	23.9	137	36	381	60.1	0.000
	No	18	9.7	23	12.4	52	28	93	50	186	29.3	
	Don't know	4	6	9	13.4	6	9	48	71.6	67	10.6	
Radiation dose applications over 60 gy to the head and neck region	Yes	65	14.7	122	27.7	82	18.6	172	39	441	69.6	0.000
	No	6	5	4	3.3	42	35	68	56.7	120	18.9	
	Don't know	8	11	2	2.7	25	34.2	38	52.1	73	11.5	
Post radiation mucositis	Yes	64	16.2	102	25.9	80	20.3	148	37.6	394	62.2	0.000
	No	8	5.1	18	11.4	48	30.4	84	53.1	158	24.9	
	Don't know	7	8.5	8	9.8	21	25.6	46	59.1	82	12.9	

When considering the response distribution for the question regarding factors considered in the diagnosis of osteoradionecrosis, the results are as follows:

- Exposed bone tissue without mucosal healing (except for rare mandibular fractures after radiation) was noted by 561 participants (88.5%).
- Radiological findings of bone destruction were identified by 457 participants (72%).
- Previous radiotherapy to the head and neck region was reported by 430 participants (67.8%).
- The absence of tumor recurrence was mentioned by 118 participants (18.6%).
- Pathological findings of necrotic and sclerotic bone were recognized by 427 participants (67.3%).

Participants were also queried about their training and practices related to osteoradionecrosis diagnosis and management. The response distributions are shown in Table 4.

Table 4. Questions about Participants' Clinical Experience with Osteoradionecrosis. The chi-square analysis conducted found a significant relationship for all questions except for the question “Do you provide adequate information about osteoradionecrosis to patients with head and neck cancer?” since the p-value was not less than 0.05. Accordingly, it can be concluded that specialist dentists and doctoral students are generally more competent in the diagnosis of osteoradionecrosis.

		Specialist dentists		Doctoral-specialty students		General practitioner dentists		Intern dentists		Total		p
	Option	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Have you received adequate training on the diagnosis of osteoradionecrosis in patient examination?	Yes	45	31.5	60	42	23	16	15	10.5	143	22.5	0.000
	No	34	6.9	68	13.8	126	25.7	263	53.6	491	77.5	
Do you feel qualified to diagnose osteoradionecrosis?	Yes	50	32.7	63	41.1	20	13.1	20	13.1	153	24.1	0.000
	No	29	6	65	13.5	129	26.8	258	53.7	481	75.9	
Do you provide adequate information about osteoradionecrosis to patients with head and neck cancer?	Yes	61	11.5	106	19.9	133	25	232	43.6	532	83.9	0.115
	No	18	17.6	22	21.6	16	15.7	46	45.1	102	16.1	
Have you ever suspected osteoradionecrosis during patient examination?	Yes	42	33.3	54	42.9	17	13.5	13	10.3	126	19.9	0.000
	No	37	7.3	74	14.6	132	26	265	52.1	508	80.1	

For the question "Where did you receive education/training on the diagnosis and treatment of osteoradionecrosis?", the responses were as follows:

- Undergraduate education: 537 participants (84.7%)
- Doctorate specialty program: 112 participants (17.6%)
- Congresses and conferences: 149 participants (23.5%)
- Articles and journals: 132 participants (20.8%)
- Textbooks and subject books: 120 participants (18.9%).

Discussion

Osteoradionecrosis and MRONJ are two distinct pathologies that are quite similar in their clinical appearance.⁸ This study highlights a common issue among dental interns and general practitioners in Turkey, who frequently mistake osteoradionecrosis for MRONJ. Regarding the question regarding the definition of osteoradionecrosis, a significant portion of participants erroneously identified MRONJ as osteoradionecrosis. Specifically, 119 (56.4%) of the participants who selected the definition of MRONJ were interns, and 81 (38.4%) were general practitioners. Additionally, in relation to the first question, 117 (57.6%) trainees and 79 (38.9%) general practitioners were more inclined to inquire about chemotherapy history and specific medications during patient history taking.

Side effects stemming from radiotherapy, a common treatment modality for head and neck cancer, encompass a spectrum of complications detrimental to patients' quality of life. These include oral mucositis, decreased salivary secretion, loss of taste, dental caries, osteoradionecrosis, swallowing difficulties, fungal infections, and trismus.^{5,10} The findings of the study indicate that oral mucositis (592 participants, 93.3%), decreased salivary secretion (525 participants, 82.8%), and osteoradionecrosis (515 participants, 81.2%) were the most frequently reported side effects. Conversely, fungal infections (151 participants, 23.8%) and swallowing difficulties (132 participants, 20.8%) were less commonly cited. Measures aimed at mitigating the incidence and severity of these side effects are imperative to enhance patient well-being during radiotherapy.

Osteoradionecrosis is influenced by various risk factors, with radiotherapy to the head and neck region, particularly at doses exceeding 60 Gy, being the most significant.¹¹ Additionally, the risk of osteoradionecrosis increases notably when tooth extraction is performed within the initial four years after radiotherapy.¹² Other contributing factors include tobacco use, gender (males exhibiting higher susceptibility), alcohol consumption, advanced age, poor oral hygiene, post radiation mucositis, oral cancer, and ill-fitting prostheses.¹³⁻¹⁶ Examination of participants' responses reveals that risk factors beyond sex are more frequently acknowledged, with specialist dentists and doctoral students demonstrating greater awareness of this subject.

The diagnosis of osteoradionecrosis entails the consideration of several key factors:

1. History of previous radiotherapy to the head and neck region of the patient.
2. The presence of exposed bone tissue without concurrent healing of the mucosa, excluded rare instances of mandibular fractures after radiation.
3. Radiological evidence indicating bone destruction.
4. There was no of tumor recurrence in the affected area.
5. Pathological findings indicative of necrotic or sclerotic bone, characterized by empty osteocyte spaces, turbidity or fragmentation of bone trabeculae, loss of osteocytes and osteoblasts, and diminished vascularity in connective tissue.^{17,18}

According to the participants' responses, the presence of exposed bone tissue without concurrent healing of the mucosa was the most commonly acknowledged diagnostic factor for osteoradionecrosis (88.5%), whereas the absence of tumor recurrence was less frequently considered (18.6%). It is imperative to thoroughly evaluate these diagnostic factors to effectively distinguish osteoradionecrosis from conditions such as MRONJ.

In terms of knowledge level, the analysis revealed significant differences, with general practitioner dentists (25.7%) and trainee dentists (53.6%) reporting inadequate training in osteoradionecrosis diagnosis and not considering themselves competent. Conversely, specialist dentists and doctoral specialization students felt more competent. The high percentage (80.1%) of respondents who reported never having suspected osteoradionecrosis during patient examinations may be attributed to their inability to diagnose the condition. Participants' knowledge about osteoradionecrosis was generally limited (84.7%) to information provided during undergraduate programs.

According to many studies, it has been reported that the incidence of osteoradionecrosis decreases with good oral hygiene motivation and correct and rapid treatment methods applied by dentists.^{19,20} Procedures to medically prevent or minimize the progression of osteoradionecrosis will benefit the quality of life of patients and reduce the need for complicated surgeries in the future.²¹⁻²³ In this context, maintaining oral hygiene and prompt, effective dental treatment are important strategies to reduce the risk of osteoradionecrosis in patients undergoing cancer treatment.

The clinical significance of this study highlights the need to enhance awareness of osteoradionecrosis risk among patients undergoing treatment for head and neck cancer. The findings indicate that the level of knowledge among dentists regarding the risk factors and diagnosis of osteoradionecrosis varies according to their specialty training and experience. It is crucial for doctoral-specialty students and specialist dentists to have a more comprehensive understanding of this condition, as it is essential for its early diagnosis and management. However, the insufficient knowledge among general practitioners and dental interns could lead to suboptimal management and outcomes for patients, underscoring the importance of targeted education and training in this area.

This study has several limitations. Face-to-face question-and-answer sessions with dentists could have provided more reliable data; however, digital media was used to reach a broader sample representing dentists in Turkey. Furthermore, the participants were limited to individuals from a single country, which may affect the applicability of the results to other countries with different dental needs and publicly funded dental services. Additionally, the impact of the fields of study of specialist dentists and doctoral-specialty students on the study outcomes could not be fully assessed due to insufficient participation from certain specialties. Future research should address these limitations by including broader and more diverse samples to enhance the generalizability of the findings.

Conclusion

In cases involving the risk and development of osteoradionecrosis in patients with head and neck cancer, it would be advantageous for the treatment process to be overseen by specialist dentists and doctoral-specialty students. Furthermore, to enhance the awareness of osteoradionecrosis among general and trainee dentists, it would be beneficial to increase the educational content within undergraduate programs and to support this with continuous education activities.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: UD (%50) HK(%30) YA(%20)

Veri Toplanması | Data Acquisition: UD (%50) HK (%40) YA (%10)

Veri Analizi | Data Analysis: UD(%40) HK (%20) YA (%40)

Makalenin Yazımı | Writing up: UD (%40) HK (%30) YA (%30)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: UD (%40)

HK (%30) YA (%30)

REFERENCES

1. Başer N. Oral Kavite Kanseri. In: Engin K, Erişen L (eds). Baş-Boyun Kanseri 1. Baskı. Nobel Matbaacılık. İstanbul. 2003;33-36.
2. Jemal, A., Bray, F., Center, M. M., Ferlay, J., Ward, E., & Forman. Global cancer statistics. GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: a cancer journal for clinicians. 2018;68(6):394-424.
3. Beyzadeoğlu M., Özyiğit G., Ebruli C. Basic Radiation Oncology. 2010;30,148,155- 169,209-222.
4. Hermans R. Posttreatment imaging of head and neck cancer. Eur J Radiol. 2008;66:501-11.
5. A. Vissink, F.R. Burlage, F.K. Spijkervet, J. Jansma, R.P. Coppes. Prevention and treatment of the consequences of head and neck radiotherapy. Crit Rev Oral Biol Med. 2003;14:213-25.
6. Chronopoulos A, Zarra T, Ehrenfeld M, Otto S. Osteoradionecrosis of the jaws: definition, epidemiology, staging and clinical and radiological findings. A concise review. Int Dent J. 2018;68(1):22-30.
7. T. Reuther, T. Schuster, U. Mende, A. Kübler. Osteoradionecrosis of the jaws as a side effect of radiotherapy of head and neck tumour patients-a report of a thirty year retrospective review. Int J Oral Maxillofac Surg. 2003;32(3):289-95.
8. Kün-Darbois, J-D., and F. Fauvel. Medication-related osteonecrosis and osteoradionecrosis of the jaws: Update and current management. Morphologie. 2021;105(349):170-187.
9. GRISAR, K., et al. Osteoradionecrosis and medication-related osteonecrosis of the jaw: similarities and differences. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2016;45(12):1592-1599.
10. Pauli, N. Treating radiation-induced trismus in head and neck cancer; Exercise intervention and risk structures. Doctoral Dissertation, University of Gothenburg, Institute of Clinical Sciences. Sweden. 2015:13-41.
11. B.R. Chrcanovic, P. Reher, A.A. Sousa, M. Harris. Osteoradionecrosis of the jaws—a current overview—part 1. Physiopathology and risk and predisposing factors Oral Maxillofac Surg. 2010;14(1):3-16.
12. T.J. Kuo, W.T. Ko, Y.C. Chang, Y.C. Lai, W.C. Huang. Risk of osteoradionecrosis in head and neck cancers Comparison between oral and non-oral cancers. Oral Oncol. 2016;59:10-1.
13. I.-F. Pereira, R.-T. Firmino, H.-C. Meira, B.-C.E. Vasconcelos, V-R-AS Noronha, V.-R. Santos. Osteoradionecrosis prevalence and associated factors: a ten years retrospective study. Med Oral Pathol Oral Cirgia Bucal. 2018;23:633-8.
14. J. Dhanda, D. Pasquier, L. Newman, J. Shaw. Current Concepts in Osteoradionecrosis after Head and Neck Radiotherapy. Clin Oncol. 2016;28:459-66.
15. J.W. Little, C.S. Miller, N.L. Rhodus Cancer and oral care of patients with cancer. Dent. manag. medically compromised patient (9th ed.). Elsevier. St-Louis, Missouri. 2018:512-3.
16. E.V. Kluth, P.R. Jain, R.N. Stuchell, J.C Frich Jr A study of factor& contributing to the development of osteoradionecrosis of the jaws. J Prosthet Dent. 1988;59:194-201.
17. A.A. Owosho, A. Kadempour, S.K. Yom et al. Radiographic osteoradionecrosis of the jaw with intact mucosa Proposal of clinical guidelines for early identification of this condition. Oral Oncol. 2015;51 (12):93-6.
18. R.E. Marx, R. Tursun. Suppurative osteomyelitis, bisphosphonate induced osteonecrosis, osteoradionecrosis: a blinded histopathologic comparison and its implications for the mechanism of each disease. Int J Oral Maxillofac Surg. 2012;41(3):283-289.
19. Curi MM, Dib LL. Osteoradionecrosis of the jaws: a retrospective study of the background factors and treatment in 104 cases. J Oral Maxillofac Surg. 1997;55:540-544.
20. Ajila, V., & Hegde, S. Osteoradionecrosis-a review of clinical features and management. Gülhane Tip Dergisi. 2020;62(4):213.
21. J Dhanda, L Rennie, R. Shaw. Current trends in the medical management of osteoradionecrosis using triple therapy. Br J Oral Maxillofac Surg. 2018;56:401-405.
22. J.A. Regezi, R.M. Courtney, D.A. Kerr. Dental management of patients irradiated for oral cancer Cancer. 1976;38: 994-1000.
23. McLeod and Bater, N.M. McLeod, M.C. Bater Brennan PA. Management of patients at risk of osteoradionecrosis: results of survey of dentists and oral & maxillofacial surgery units in the United Kingdom, and suggestions for best practice. Br. J. Oral Maxillofac. Surg. 2010;48:301-304.

Yüz Maskesi Uygulanan Çift Taraflı Dudak Damak Yarıklı Bireylerde Hava Yolu Boyutlarındaki Değişiklikler

Airway Dimension Changes in Bilateral Cleft Lip and Palate Patients Under Face Mask Therapy

Esra ULUSOY MUTLUOL^a, Hatice KÖK^a, Zehra ILERİ^a, Mehmet AKIN^b

^aSelçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Konya, Türkiye

^aSelcuk University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Konya, Türkiye

^bAlanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Alanya, Türkiye

^bAlanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Alanya, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, hızlı üst çene genişletmesiyle (HÜG) birlikte uygulanan yüz maskesi (YM) tedavisinin, çift taraflı dudak damak yarıklı (ÇDDY) bireylerde hava yolu boyutlarına etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmaya 2013-2022 yılları arasında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda HÜG ve YM tedavisi görmüş ÇDDY bireyler (n=16, yaş ortalaması: 11.4 ± 1.5; 9 kız, 7 erkek) dahil edilmiştir. Retrospektif olarak yürütülen çalışmada, hastaların arşiv kayıtları değerlendirilmiştir. Çalışmanın materyalini tedavi başlangıcı ve sonunda rutin olarak alınan lateral sefalogramlar oluşturmıştır. Hava yolu değerlendirmesi, Quick Ceph yazılımı kullanılarak, sefalometrik analiz ile yapılmış; 8 nazofarengeal, 7 orofarengeal, 2 hipofarengeal hava yolu ölçümü gerçekleştirilmiştir. Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testlerine göre verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde anlamlılık düzeyi p ≤ 0.05 kabul edilmiş, Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

Bulgular: HÜG ve YM tedavisi sonucunda SNA, ANB ve konveksite açılarındaki artış, SNB'de ise azalma görülmüştür. Nazofarengeal parametrelerde; AD1-PNS, AD2-PNS, PNS-Ba, PNS-Ho ve PPS'de artış tespit edilmiştir. Vertikal hava yolu uzunluğu (PNS-Ep) ve üst hava yolu uzunluğundaki artış dışında, diğer orofarengeal ve hipofarengeal parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır (p ≤ 0.05).

Sonuçlar: ÇDDY bireylerde, HÜG ve YM tedavisi, Sınıf III maloklüzyonun düzeltilmesinde ve profil iyileşmesinde etkili olmaktadır. Bu tedavi ile nazofarengeal hava yolu boyutlarında artış elde edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Yüz maskesi, Hızlı üst çene genişletme, Hava yolu boyutları

GİRİŞ

Üst solunum yolu, ön burun deliklerinden (nostriller) başlayarak burun boşlukları ve farinks boyunca uzanır, ses telleri seviyesinde sonlanır.¹ Hava yolunun, bireylerin solunum fonksiyonlarını etkileyerek kraniyofasiyal büyümeyi yönlendirebildiği bildirilmiştir.²⁻⁵ Ayrıca alt ve üst çene boyutlarının farengeal hava yolu boyutları ile ilişkili olduğu, üst hava yolu boyutlarının da kraniyofasiyal iskelet yapısından etkilendiği rapor edilmiştir.⁴⁻⁷

Dudak damak yarığı (DDY), kraniyofasiyal bölgede en sık görülen konjenital anomali olarak bildirilmektedir.^{8,9} Çift taraflı dudak damak yarığı (ÇDDY), tek taraflı dudak damak yarığına (TDDY) kıyasla daha az görülmektedir.^{4,10} DDY'li bireylerde erken dönemde uygulanan cerrahi müdahaleler sonrası oluşan skar dokusu ve kalıtım üst çenenin transversal, vertikal ve sagittal gelişim yetersizlikleriyle ilişkilendirilmektedir.^{11,12} Literatürde orta yüz eksikliği, obstrüktif uyku apnesi için yapısal bir özellik olarak tanımlanmıştır.^{13,14} DDY'li bireylerde farengeal bölgenin yapısının, yarıksız bireylere kıyasla belirgin farklılık gösterdiği¹⁵ ve bu bireylerde hava yolu morfolojisinin daha dar olduğu rapor edilmiştir.^{4,16} DDY'nin farengeal hava yolu fonksiyonlarını olumsuz etkilediği bildirilmiştir.¹⁷

DDY'li bireylerde üst çene yetersizliği sıklıkla Sınıf III maloklüzyon gelişimine yol açmaktadır.¹⁸ Büyüme dönemindeki Sınıf III maloklüzyonların tedavisinde, hızlı üst çene genişletmesi (HÜG) ve yüz

ABSTRACT

Aim: The aim of this study is to evaluate the effects of face mask (FM) therapy combined with rapid maxillary expansion (RME) on airway dimensions in individuals with bilateral cleft lip and palate (BCLP).

Methods: Individuals with BCLP who underwent RME and FM treatment (n=16, mean age: 11.4 ± 1.5 years; 9 females, 7 males) were included in the study. In this study, the archival records of the patients, including routine lateral cephalograms taken at the beginning and end of the treatment, were evaluated. Airway assessment was performed using Quick Ceph software. The results of the Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests suggested that the data did not conform to a normal distribution. The significance level for the statistical analysis of the data was set at p ≤ 0.05, and the Wilcoxon Signed Rank Test was used.

Results: After RME and FM therapy, an increase in SNA, ANB, and convexity angles, and a decrease in SNB were observed. In nasopharyngeal parameters, an increase was found in AD1-PNS, AD2-PNS, PNS-Ba, PNS-Ho, and PPS. Except for the increase in PNS-Ep and upper airway length, no statistically significant changes were observed in other oropharyngeal and hypopharyngeal parameters.

Conclusion: In individuals with BCLP, RME and FM therapy may lead to an increase in nasopharyngeal airway dimensions.

Keywords: Face mask, Rapid maxillary expansion, Airway dimensions.

maskesi (YM) kullanımı, etkili ve yaygın bir yöntem olarak kabul görmektedir.¹⁹⁻²³ Literatürde yarıksız Sınıf III bireylerde üst çenenin öne alınmasının kraniyofasiyal bölgede meydana getirdiği değişiklikler ve hava yolu boyutlarına etkisi farklı çalışmalarda değerlendirilmiştir.²⁴⁻³³ Ancak YM tedavisinin DDY'li bireylerde hava yolu boyutlarına etkisini inceleyen çalışmalar sınırlıdır.^{15,23,34,35} Bilgimiz dahilinde, HÜG ve YM tedavisinin hava yolu üzerindeki etkilerini ÇDDY'li bireylerde değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu retrospektif çalışmanın amacı, ÇDDY'li büyüme gelişim dönemindeki Sınıf III hastalarda, HÜG ve YM tedavisinin hava yolu boyutlarında meydana getirdiği değişiklikleri değerlendirmektir. Çalışmanın sıfır hipotezi, HÜG ve YM tedavisinin, büyüme ve gelişim dönemindeki ÇDDY'li bireylerde hava yolu boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik oluşturmamıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif araştırma için etik onayı Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (2024/51) alınmıştır. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nın 2013-2022 yılları arasındaki arşiv kayıtları değerlendirildiğinde çalışmaya dahil etme kriterlerini sağlayan 16 birey tespit edilmiştir.

Gönderilme Tarihi/Received: 6 Ekim, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 17 Ekim, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atf Bilgisi/Cite this article as: Ulusoy Mutluol E, Kök H, İleri Z, Akın M. Yüz Maskesi Uygulanan Çift Taraflı Dudak Damak Yarıklı Bireylerde Hava Yolu Boyutlarındaki Değişiklikler. Selcuk Dent J 2025;12(1): 7-13 [Doi: 10.15311/selcukdenti.1561905](https://doi.org/10.15311/selcukdenti.1561905)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Esra ULUSOY MUTLUOL

E-mail: mutluoesra@hotmail.com

Doi: 10.15311/selcukdenti.1561905

Hasta Seçimi

Araştırmanın örneklemini Selçuk Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi görmüş, iskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip, ÇDDY bireylerin tedavi kayıtlarından oluşmaktadır. Bireylerin yaş ortalaması 11.4 ± 1.5 'tir. Birey sayısı 9 kız ve 7 erkek olmak üzere toplam 16'dır. Verilen demografik bilgilere ek olarak, bireylerin tamamına bebeklik döneminde nazoalveolar şekillendirme ve benzer şekilde dudak, sert ve yumuşak damak cerrahisi (bir yaşından önce) uygulanmıştır. Örneklem seçimi için dahil etme ve hariç tutma kriterleri **Tablo 1**'de gösterilmiştir. Çalışmanın materyali ise, HÜĞ sonrası YM tedavisi uygulanan ÇDDY'li bireylerin arşivlerinden elde edilen tedavi başlangıcı (T0) ve tedavi sonu (T1) lateral sefalometrik röntgen görüntüleridir.

Tablo1. Çalışmaya dahil etme ve hariç tutma kriterleri

Çalışmaya dahil etme kriterleri
Bilgilendirilmiş gönüllü onayı formunun mevcut olması
Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması (Nazoalveolar şekillendirme dışında)
Çift taraflı dudak damak yarığının olması
Dudak damak yarığına eşlik eden herhangi bir sendrom, konjenital anomali, metabolik veya sistemik bir rahatsızlığının olmaması
Üst çenenin kafa kaidesine göre geride bulunması ($SNA \leq 79^\circ$)
Mevcut Sınıf III maloklüzyonun iskeletsel olması ($ANB \leq 0^\circ$)
Mevcut Sınıf III maloklüzyonun orta şiddette olması
İskeletsel Sınıf III maloklüzyonun üst çene geriliği kaynaklı olması
Tedavi kayıtlarında ön çapraz kapanış ve Sınıf III molar ilişkisi tespit edilmesi
İskelet maturasyonunun CS1 veya CS2 aşamasında olması
Büyüme paterninin normal veya horizontal yönde olması
Hızlı üst çene genişletme ve yüz maskesi tedavisi görmüş olması
Yüz maskesi kullanım süresinin hasta dosyasında 6-9 ay arasında kaydedilmiş olması
6-9 ay yüz maskesi tedavisi sonrası pozitif overjet elde edilmiş olması
Çalışmadan hariç tutma kriterleri
Dudak damak yarığının çift taraflı olmaması
Dudak damak yarığına eşlik eden herhangi bir sendrom, konjenital anomali, metabolik veya sistemik bir rahatsızlığının olması
Hasta kayıtlarının eksik olması
İskeletsel Sınıf III maloklüzyonun üst çene kaynaklı olmaması
Mevcut Sınıf III maloklüzyonun şiddetli olması ($ANB < -2$)
Büyüme gelişimin tamamlanmış olması
Büyüme paterninin vertikal yönde olması
Hasta dosyasında yüz maskesi kullanım süresinin belirsiz olması

Aparey Dizaynı ve Özellikleri

Arşiv kayıtlarından elde edilen bilgilere göre, akrilik başlıklı splint tipi Hyrax (Forestadent, St. Louis, Mo, USA) HÜĞ apareyi üst çeneye simante edilmiştir. Apareye sağ ve sol segmentlerde birer adet ön tarafta (kanin ile birinci premolar diş arasına) ve birer adet arka tarafta (ikinci premolar ile birinci büyük azı dişi arasında) olmak üzere 4 kanca ilave edilmiştir. HÜĞ sırasında, vida ilk hafta günde 2 tur çevrilmiştir. Daha sonra üst birinci büyük azı dişinin palatinal tüberküle alt birinci büyük azı dişinin bukkal tüberkülüne gelene kadar vida günde tek tur çevrilmiştir. Yeterli genişletme elde edildikten sonra vida bağlanmıştır. Protraksiyona Petit tipi yüz maskesi kullanılarak, HÜĞ apareyinin aktivasyonunun 2. haftasında başlanmıştır ve kuvvet açısı oklüzal düzlemde $30-45^\circ$ aşağı yönde olacak şekilde ayarlanmıştır. Ön kancalardan 350 gr, arka kancalardan 150 gr olacak şekilde, her segmente toplam 500 gr kuvvet çift taraflı olarak uygulanmıştır. Protraksiyon, aşırı düzeltme (overcorrection) elde edilene kadar devam ettirilmiştir. Hastalara elastiklerini günde bir kez değiştirmeleri ve yüz maskesini 24 saat (yemekler hariç) kullanmaları gerektiği bildirilmiştir.

Kayıtların Alınma Zamanları ve Lateral Sefalometrik Ölçümler

HÜĞ öncesi elde edilen başlangıç radyografileri (T0), HÜĞ ve YM uygulaması sonrası elde edilen takip radyografileri (T2) üzerinde sefalometrik ölçümler yapılmıştır. Toplam 32 lateral sefalometrik radyografi değerlendirilmiştir. Tüm sefalometrik görüntülerin aynı görüntüleme sistemi ve standart kurallar (Planmeca Promax, Dimax 3

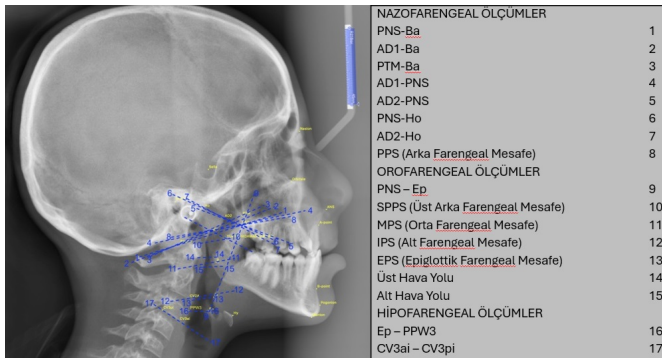
Ceph, Helsinki, Finland) ile elde edildiği bilinmektedir. Frankfurt horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde, çeneler sentrik oklüzyonda ve dudaklar istirahat halindeyken görüntüleme yapılmaktadır. İskeletsel, dental, yumuşak doku, hava yolu ile ilgili ölçümler bir bilgisayar programı kullanılarak (Quick Ceph Image, Quick Ceph Systems Inc., Calif, USA) aynı araştırmacı tarafından (E.U.M) yapılmıştır. Çalışmada 17 iskeletsel, 7 dental, 2 yumuşak doku, 8 nazofarengal, 7 orofarengal, 2 hipofarengal ölçüm ile ilgili sefalometrik analiz kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan noktaların tanımları **Tablo 2**'de verilmiştir. Ölçümlerin tanımları **Tablo 3**'te, diyagramatik sunumları **Şekil 1**'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan noktaların tanımları

S	Sella turcica'nın geometrik merkezi
N	Sutura frontalis'in en ön ve en derin noktası
Po	Meatus acusticus externusun en üst noktasıdır.
Ba	Foramen occipitale magnum'un ön kenarının en ön noktası
Or	Göz çukuru (orbita) alt kenarının derin noktası
ANS	Maksillanın ön kemik çıkıntısının en uç noktası
PNS	Sert damağın en arka noktasını temsil eden modifiye bir nokta
PTM	Fissura pterygomaxillaris'in en alt noktasıdır.
A-Noktası	Üst çene ön alveolar kemik girintisinin derin noktası
B-Noktası	Alt çene ön alveolar kemik girintisinin derin noktası
Pg	Kemik çene ucunun en ön noktası
Me	Alt çenenin en alt noktası
P	Yumuşak damağın en uç noktası
Yumuşak Damağın Orta Noktası	Yumuşak damağın orta noktası
AD1	PNS-Basion düzleminin, nazofarengal duvarın arkası ile kesiştiği nokta
AD2	Sella-Basion düzlemine ve nazofarengal duvarın arkasını birbirine bağlayan çizginin orta noktasına PNS'den çizilen çizginin kesiştiği nokta.
Ho	Sella-Basion düzlemine PNS'den çizilen dik çizgi ile kranial taban arasındaki kesişim
Hy	Hyoid kemik gövdesinin üst ve ön noktası
Et	Epiglottisin bitiş noktası
Ep	Epiglottis taban noktası
Cv2a	2. Servikal vertebranın en ön ve alt noktası
CV3ai	3. Servikal vertebranın en ön ve alt noktası
CV3pi	3. Servikal vertebranın en arka ve alt noktası

Tablo 3. Çalışmada kullanılan hava yolu ölçümlerinin tanımları

NAZOFARENGEAL ÖLÇÜMLER	
Ba-PNS	PNS noktası ile Ba noktası arasındaki uzaklık
Ba-AD1	PNS-Ba düzlemi boyunca Ba ve AD1 arasındaki uzaklık
Ba-PTM	Ptm noktası ile Ba noktası arasındaki uzaklık
AD1-PNS	AD1 noktası ile PNS arasındaki uzaklık
AD2-PNS	AD2 noktası ile PNS arasındaki uzaklık
PNS-Ho	PNS noktası ve Ho noktası arasındaki uzaklık
AD2-Ho	AD2 noktası ile Ho noktası arasındaki uzaklık
PPS	PNS ile nazofarengal duvar üzerinde, FH düzlemine paralel hattın uzunluğu
OROFARENGEAL ÖLÇÜMLER	
PNS-Ep	PNS ve Ep arasındaki uzaklık, Dikey hava yolu uzunluğu
SPPS	Yumuşak damağın orta noktası ile arka farengal duvar üzerinde, FH düzlemine paralel hattın uzunluğu
MPS	P noktası ile arka farengal duvar üzerinde, FH düzlemine paralel hattın uzunluğu
IPS	CV2ai noktası ile arka farengal duvar üzerinde, FH düzlemine paralel hattın uzunluğu
EPS	Et noktası ile arka farengal duvar üzerinde, FH düzlemine paralel hattın uzunluğu
Üst Hava Yolu	Yumuşak damak ile arka farengal duvar arasındaki en yakın uzaklık
Alt Hava Yolu	Mandibula üzerinde dilin arka kenarı ile arka farengal duvar arasındaki minimum uzaklık
HIPOFARENGEAL ÖLÇÜMLER	
Ep-PPW3	Ep noktası ile arka farengal duvar üzerinde FH düzlemine paralel hattın uzunluğu
CV3ai-CV3pi	CV3ai ve CV3pi noktalarından geçen hat üzerinde, ön ve arka farengal duvar arasındaki uzaklık



Şekil 1. Çalışmada kullanılan hava yolu ölçümleri

İstatistiksel Analiz

Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri sonucunda verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle, verilerin analizinde Wilcoxon işaretli sıralar testi tercih edilmiştir. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ olarak kabul edilmiştir ve analizler IBM SPSS Statistics 21 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Tedavi öncesi ve HÜG ile kombine edilen YM tedavisi sonrası dişsel, iskeletsel ve yumuşak doku ölçümlerine ilişkin betimsel istatistikler ve p değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre: sagittal yön ölçümlerinde; SNA, ANB ve Wits Analizi'nde anlamlı artış, SNB'de anlamlı azalma tespit edilmiştir. Çene kaidelerinin boyutsal ölçümlerinde; efektif mandibula uzunluğu, efektif orta yüz boyutunda istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür. Vertikal ölçümlerde; SN-Palatinal düzlemde anlamlı bir azalma, arka yüz yüksekliği (Jarabak), ön yüz yüksekliği (Jarabak), ANS-Gn, N-Gn ve konveksite açısında (Downs) anlamlı artış vardır. Dental ölçümlerde; Mx1-SN, Mx1-Pal, Mx 1 - NA (mm) ve Mx 1- NA° anlamlı artış saptanmıştır ($p \leq 0.05$). İskeletsel, dental ve yumuşak doku ölçümlerine ilişkin diğer parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik gözlenmemiştir.

Tedavi öncesi ve HÜG ile kombine edilen YM tedavisi sonrası hava yolu ölçümlerinin betimsel istatistikleri ve p değerlerinden nazofarengeal ölçümler Tablo 5'te, orofarengeal ve hipofarengeal ölçümler Tablo 6'da gösterilmiştir. Nazofarengeal hava yolu ölçümlerinde; AD1-PNS, AD2-PNS, PNS-Ba, PNS-Ho ve PPS değerlerinde anlamlı artış gözlenmiştir. Orofarengeal ölçümlerde; vertikal hava yolu uzunluğu (PNS-Ep) ve üst hava yolu uzunluğunda anlamlı artış kaydedilmiştir. Hipofarengeal ölçümlerde ve diğer hava yolu parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır.

Tablo 4. Tedavi öncesi ve sonrası kraniyofasiyal ölçümler

Ölçümler	T1	T2	Test
	Ort ± SS	Ort ± SS	P
Sagittal Ölçümler			
SNA	75.25 ± 2.06	77.73 ± 2.52	0.001*
SNB	76.30 ± 2.15	75.82 ± 2.41	0.030*
ANB	- 0.80 ± 1.21	1.68 ± 1.39	0.001*
Wits Analizi	- 5.60 ± 2.85	- 2.11 ± 4.64	0.007*
Çene Kaidelerinin Boyutsal Ölçümleri			
Mandibula Gövde Uzunluğu	59.48 ± 6.05	60.89 ± 7.19	0.118
Efektif Mandibula Uzunluğu	105.97 ± 7.97	112.23 ± 9.77	0.001*
Efektif Orta Yüz Boyutu	74.86 ± 4.62	79.49 ± 6.14	0.001*
Vertikal Ölçümler			
Y eksen	62.28 ± 3.48	62.48 ± 4.4	0.587
FMA	30.39 ± 6.34	30.21 ± 7.13	0.737
Go-Gn-SN	41.22 ± 7.68	41.38 ± 8.44	0.877
SN-Palatinal Düzlem	13.18 ± 4.44	11.91 ± 3.63	0.049*
Arka Yüz Yüksekliği (Jarabak)	64.75 ± 6.09	69.90 ± 7.17	0.001*
Ön Yüz Yüksekliği (Jarabak)	107.40 ± 8.70	113.70 ± 10.16	0.002*
Saddle Açısı	125.80 ± 5.59	126.22 ± 5.62	0.408
ANS-Gn	62.93 ± 7.85	68.24 ± 8.17	0.003*
N-Gn	111.08 ± 9.44	117.88 ± 10.58	0.001*
Konveksite Açısı (Downs)	-2.42 ± 8.32	2.10 ± 8.31	0.002*
Dental Ölçümler			
Mx1-SN	79.35 ± 17.67	90.23 ± 11.17	0.015*
Mx1-Pal	92.53 ± 17.51	102.15 ± 13.04	0.030*
Mx 1-NA (mm)	0.46 ± 4.04	2.40 ± 3.79	0.032*
Mx 1-NA (°)	5.95 ± 17.65	14.17 ± 12.97	0.041*
IMPA	83.08 ± 6.93	82.20 ± 7.83	0.460
Md1-NB (°)	18.52 ± 8.06	17.91 ± 8.16	0.605
Md1-NB (mm)	2.90 ± 2.88	3.68 ± 3.22	0.109
Yumuşak Doku Ölçümleri			
Üst Dudak E-Düzlemi	-5.61 ± 3.82	- 5.53 ± 5.30	0.572
Alt Dudak E-Düzlemi	-0.04 ± 2.78	- 0.50 ± 3.46	0.485

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, P: Wilcoxon işaretli sıralar testi, *P ≤ 0.05

Tablo 5. Tedavi başlangıcı (T1) ve tedavi sonu (T2) nazofarengeal hava yolu ölçümleri

Ölçümler	T1	T2	Test
	Ort ± SS	Ort ± SS	P
Nazofarengeal Ölçümler			
AD1-PNS	14.60 ± 2.66	17.58 ± 3.37	0.003*
AD1-Ba	23.20 ± 3.52	22.03 ± 4.24	0.116
AD2-PNS	12.34 ± 2.06	15.18 ± 3.08	0.003*
AD2-Ho	12.80 ± 3.43	12.98 ± 4.59	0.887
PNS-Ba	37.73 ± 1.71	39.11 ± 2.84	0.034*
PTM-Ba	38.61 ± 2.53	39.13 ± 2.23	0.408
PNS-Ho	24.28 ± 2.98	27.00 ± 2.73	0.003*
PPS	14.13 ± 2.83	17.42 ± 3.33	0.003*

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, P: Wilcoxon işaretli sıralar testi *P ≤ 0.05

Tablo 6. Tedavi başlangıcı (T1) ve tedavi sonu (T2) orofarengeal ve hipofarengeal hava yolu ölçümleri

Ölçümler	T1	T2	Test
Orofarengeal Ölçümler	Ort ± SS	Ort ± SS	P
PNS-Ep	59.49 ± 4.44	61.81 ± 3.96	0.021*
SPPS	12.06 ± 1.35	13.00 ± 2.44	0.074
MPS	8.70 ± 1.42	9.36 ± 2.24	0.196
IPS	9.81 ± 2.50	10.23 ± 2.20	0.408
EPS	7.63 ± 1.29	7.96 ± 1.6	0.587
Üst Hava Yolu	7.93 ± 1.68	9.76 ± 1.71	0.001*
Alt Hava Yolu	10.27 ± 2.01	10.40 ± 2.06	0.897
Hipofarengeal Ölçümler			
Ep-PPW3	11.9 ± 1.93	11.56 ± 2.34	0.51
Cv3ai-Cv3pi	11.7 ± 2.6	12.08 ± 2.97	0.535
Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, P: Wilcoxon işaretli sıralar testi, *P ≤ 0.05			

TARTIŞMA

Literatürde, üst çene genişletmesi yapılarak ya da genişletme yapılmadan uygulanan yüz maskesi tedavisinin hava yolu boyutlarına etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur.²⁴⁻³¹ DDDY bireylerde YM'nin iskeletsel, dental ve yumuşak dokular üzerindeki etkilerini değerlendiren araştırmalar da bulunmaktadır.^{22,36-39} Ancak bu tedavinin hava yolu boyutlarına etkisini DDDY bireylerde değerlendiren araştırmalar sınırlı sayıdadır.^{15,23,34,35} Literatürde HÜĞ ve YM'nin farengeal hava yolu boyutları üzerine etkisini değerlendiren çalışmaların çoğunluğu TDDY bireyler üzerinden yürütülmüştür.^{15,23,34} Yarık tip ayrılardan yapılan çalışma da bulunmaktadır.³⁵ Bilgimiz dahilinde, bu retrospektif çalışma ÇDDY'li bireylerde HÜĞ ve YM tedavisinin farengeal hava yolu boyutları üzerine etkilerini değerlendiren literatürde yapılmış tek çalışmadır.

Arşiv kayıtlarından, benzer tedavi protokolleri izlenmiş büyüme gelişimi devam eden hastalar seçilerek çalışmaya dahil edilmiştir. Bireylerin tamamına bebeklik döneminde nazoalveolar şekillendirme ve bir yaşından önce dudak, sert ve yumuşak damak cerrahisi uygulanmıştır. Şiddetli Sınıf III maloklüzyonu⁴⁰ olan 6-9 aydan daha uzun süre YM tedavisi gören hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Böylece verilerin yorumlanmasını etkileyebilecek faktörler ortadan kaldırılmıştır. Çalışmamız 9 kız ve 7 erkek bireyden oluşmuş olup cinsiyet dağılımı homojendir. Bireylerin iskeletsel olgunlaşma düzeyleri servikal vertebra gelişim yöntemiyle değerlendirilmiş ve CS1 veya CS2 aşamasında olan bireyler çalışmaya dahil edilerek maksimum ortopedik etkinin elde edileceği ideal dönem yakalanmıştır.⁴¹

Tedavi etkisini değerlendirirken, büyüme gelişimine bağlı değişiklikleri elimine etmek için ideal olan, benzer yaş ve cinsiyete sahip randomize bir kontrol grubu kullanmaktır. Ancak, ortopedik tedavinin sadece büyüme döneminde uygulanabilmesi, etik sebeplerle kontrol grubu kullanımını engellemiştir. Kontrol grubu olmadan üst çene protraksiyon apareylerinin hava yolu üzerine etkilerini değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır.^{27,32,33} Fu ve ark.¹⁵, YM tedavisinin TDDY'li bireylerde farengeal hava yolları üzerindeki etkilerini 3 boyutlu olarak değerlendirmiş ve tedavi edilmemiş kontrol grubunda yaşa bağlı hava yolu boyutlarında önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Bu durumu, çalışma süresinin (16.1 ay) nispeten kısa olmasına ve DDDY'li bireylerde üst çene büyümesinin sınırlı olmasına bağlamışlardır. Benzer şekilde, büyümenin araştırmamızın sonuçlarını etkilemeyeceği düşünülmektedir.

YM tedavisi sırasında uygulanacak kuvvet miktarı ve süresi değişkenlik göstermektedir. Çalışmamızda her segmente toplam 500 gr çift taraflı oklüzal düzlemden 30-45° aşağı yönde açılı kuvvet uygulanmıştır. YM, hastalara yemekler hariç tüm gün taktırılmıştır. Literatüre uygun olup ortopedik etki için yeterlidir.⁴²

Lateral sefalogramlar, hava yolu boyutlarının değerlendirilmesinde birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır.^{23,25-28,32,34,43,44} Son yıllarda hava yolu değerlendirilmesinin 3D görüntüleme teknikleriyle yapıldığı yayınlar bulunmaktadır.^{4,15,31,33,35,45} Ancak lateral sefalometrik görüntüleme yöntemlerinin ortodontik tedavilerde rutin tedavi aracı olarak kullanılması, radyasyon dozunun ve maliyetinin 3D sistemlere göre düşük olması avantajlı yönleridir.⁴⁶ Çalışmamızın retrospektif

yapısı ve etik ile ekonomik kısıtlamalar, HÜĞ ve YM tedavisinin etkilerini incelemek için bu görüntüleme yöntemini tercih etmemize neden olmuştur.

Hava yolu ölçümleri için kullandığımız referans noktaları ve düzlemleri literatürde farklı çalışmalarda tanımlanmış ve kullanılmış noktalar ve düzlemlerdir.^{43,47,48} DDDY'li bireylerde posterior nasal spina tam oluşmadığından palatal kemiğin en arka kısmını temsil eden modifiye bir nokta olarak PNS noktası tanımlanmıştır.¹⁵ Yedek referans noktası olarak PTM kullanılmıştır. Ba ve PTM noktaları kraniyofasiyal kompleks içerisinde bulunduklarından boynun ekstansiyonu ve fleksiyonundan etkilenmezler.³⁴

Sert doku, yumuşak doku ve dental ölçümlere ait bulgular değerlendirildiğinde SNA' da görülen artış üst çenenin YM tedavisi ile öne doğru büyümesi sonucu oluşmuştur. SN-Palatinal düzlemdeki azalma üst çenenin saat yönünün tersine rotasyonuna bağlanmıştır. Bunun sonucunda mandibulada saat yönünde rotasyon oluşmuş ve SNB'de azalma meydana gelmiştir. Efektif mandibula uzunluğu ve efektif orta yüz boyutunda istatistiksel olarak anlamlı bir artış meydana gelmesi nedeniyle, SNB'deki azalma mandibular büyümenin kısıtlanmasından çok mandibulanın posterior rotasyonuna atfedilmiştir. Wits analizinde görülen artış maksillomandibular ilişkilerdeki iyileşmeyi göstermektedir. SNA'da ve ANB'de artış, SNB'de azalma, mandibulada saat yönünde rotasyon ve konveksite açısından artış sonucu profil iyileşmiştir. Vertikal boyut ölçümlerinden ANS-Gn, N-Gn, arka ve ön yüz yüksekliklerinde artış görülmüştür. HÜĞ ve YM tedavisi sonucu üst çenenin öne ve aşağı hareketi^{21,22,32,34,49}, üst keser açılması^{22,23}, Wits analizi²² ve vertikal boyut ölçümlerinde artış^{21-23,49}, SNB^{22-24,32} ve palatinal düzlemde saat yönünün tersine rotasyon^{23,48} literatürde bildirilen başlıca iskeletsel etkilerdir.

Çalışmamızda sagittal nazofarengeal hava yolu parametrelerinden AD1-PNS, AD2-PNS, PNS-Ba, PNS-Ho ve PPS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür. PTM ile Ba arasındaki mesafedeki artış ise istatistiksel olarak anlamlı değildir. YM tedavisi ile maksillanın öne doğru taşınması PNS noktasını da öne doğru taşımış olabilir ve ilgili ölçümlerde görülen artış PNS noktasının öne taşınması ile açıklanabilir. Ayrıca Singla ve ark.³⁴ TDDY bireylerde YM tedavisinin kemik nazofarenksin derinliğine etkisini tedavi edilmeyen DDDY'li bir kontrol grubu kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirme sonucunda, YM uygulanan bireylerin % 57.9'unda Ba noktasının geriye, PTM noktasının ise öne doğru hareket ettiği; tedavi uygulanmayan bireylerin % 60'ında ise Ba ve PTM noktalarının geriye doğru hareket ettiği bildirilmişlerdir. Bunun yanı sıra PNS-Ba mesafesinde meydana gelen istatistiksel olarak anlamlı artış, YM ile PNS noktasının ileriye, Ba noktasının devam eden büyüme ile arkaya taşınmasına atfedilmiştir. Singla ve ark.³⁴ TDDY'li bireylerde tedavi gören grupta YM ile kemik nazofarenksin sagittal derinliğinde (Ba- Ptm) istatistiksel olarak anlamlı artış (1.74 ± 1.10 mm) meydana geldiğini, büyümesi devam eden tedavi görmeyen kontrol grubunda ise bu mesafede azalma (0.40 ± 0.55 mm) görüldüğünü rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda orofarengeal ölçümlerde PNS-Ep ve üst hava yolu uzunluğunda anlamlı artış tespit edilmiştir. Diğer orofarengeal ve hipofarengeal parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik görülmemiştir. Distraksiyon osteogenezisi tedavisinden sonra CLP'li hastalarda yumuşak damak ve palatal düzlem arasındaki açının arttığı bildirilmiştir.⁵⁰ Geometrik olarak, bu açının artması yumuşak damağın ucu ile faringeal duvar arasındaki mesafenin azalması ile sonuçlanmaktadır. Distraksiyon osteogenezisi ile velofaringeal mekanizmada görülen bu değişimin YM tedavisinin sonuçlarını açıklamak için de kullanılabileceği bildirilmiştir.¹⁵ Üst çene protraksiyonunun orofaringeal bölgede oluşturduğu değişiklikler, bireylerin velofaringeal bölgedeki değişimlere adaptasyon sağlaması nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış olabilir. Ayrıca üst çene protraksiyonu ile SPPS, IPS, EPS ölçümlerinde anlamlı bir değişikliğin meydana gelmemesi literatürde bu ölçümlerin üst çene ile ilgili yapılarla ilişkilerinin az olması ile açıklanmıştır.²⁴

Alrejaye ve ark.³⁵ dudak yarıklı veya yarıksız damak yarıklı çocuklarda, maksiller genişletme ve protraksiyon tedavisinin orofaringeal hava yolu üzerindeki etkisini üç boyutlu olarak değerlendirmişler ve bu tedavinin orofaringeal hava yolu üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızla uyumlu olarak Fu ve ark.¹⁵, YM tedavisi gören TDDY hasta grubunda, tedavi edilmeyen kontrol grubu ile karşılaştırıldığında üst farengeal hava yolunun sagittal derinliğinin arttığını orta farengeal hava yolu boyutunda tedaviye

bağlı anlamlı değişiklik oluşmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızın bulgularının aksine; tedavi sonucu alt farengeal sagittal hava yolu çapının arttığını rapor etmişlerdir. Keçik²³, TDDY'li bireylerde HÜG/YM ile AD1-PNS, AD2-PNS ve nazofarengeal hava yolu alan ölçümlerinde artış görüldüğünü, çalışmamızdan farklı olarak orofarengeal hava yolu alanında ise azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Yanksız Sınıf III bireylerde üst çene protraksiyonunun hava yoluna etkisini değerlendiren çalışmalarda; Korkmaz Sayınsu ve ark.²⁵ YM ve RME tedavisi ile SPPS, IPS ve MPS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik oluşmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca maksiller protraksiyon tedavisinden sonra nazofarengeal hava yollarında iyileşme gözlemlenirken orofarengeal hava yollarında bir değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir. Liu ve ark.³³ yanksız bireylerde HÜG/FM ile nazofarengeal hava yolu hacminin anlamlı şekilde arttığını ancak orofarengeal hacimdeki artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Kale ve Büyükçavuş⁴⁸ HÜG/YM ile AD1-PNS, AD2-PNS, PNS-Ho ve PPS ölçümlerinde (nazofarenks) ve PNS-Ep ölçümlerinde (orofarenks) istatistiksel olarak anlamlı artış tespit ederken hipofarengeal ölçümlerde anlamlı bir değişiklik bulamamışlardır. Bacetti ve ark.⁴⁴ ise YM tedavisi ile tedavi edilmeyen bir kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, orofarengeal ve nazofarengeal hava yollarının sagittal boyutlarında önemli bir değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir.

Çalışmanın limitasyonları

Örneklem büyüklüğünün küçük olması, randomize olarak seçilmiş bir kontrol grubunun bulunmaması, değerlendirmelerin 2 boyutlu görüntüleme sistemleri kullanılarak yapılması, çalışmanın limitasyonlarıdır. Ayrıca uzun süreli takip ve gözlem periyodunun olmaması meydana gelen değişikliklerin kalıcılığı hakkında bilgi eksikliğine neden olmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda cinsiyet ayrımı yapılması, beden kitle indeksinin tespit edilmesi ve yarık tiplerinin ayrılarak bireylerin tedavi edilmemiş bir kontrol grubuyla karşılaştırılması önerilmektedir. Daha geniş örneklem büyüklüğünde, 3 boyutlu görüntüleme sistemleri kullanılarak, uzun gözlem süreli randomize klinik çalışmalar faydalı olacaktır. Nazofarengeal hava yolu parametrelerindeki artışın klinik önemi, nazal hava akımı direnci ve nazal basıncın fonksiyonel analizleri yapılarak ve bu değişikliklerin solunum üzerindeki etkileri değerlendirilerek doğrulanmalıdır. Ayrıca nazofarengeal sagittal derinlikteki artışın konuşma ve velofarengeal kapanma üzerindeki etkileri araştırılmalıdır.

SONUÇ

- ÇDDY'li bireylerde HÜG ve YM tedavisi sonucu SNA ve ANB artmış, SNB azalmıştır. Maksillada saat yönünün tersine rotasyon meydana gelmiştir. Konveksite açısında artış tespit edilmiş, profil iyileşmiştir.
- Nazofarengeal sagittal boyutlarda istatistiksel olarak anlamlı artış tespit edilirken, orofarengeal ölçümlerde PNS-Ep ve üst hava yolu uzunluğundaki artış dışında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik görülmemiştir.
- ÇDDY'li bireylerde üst çenenin genişletilerek öne alınması, nazofarengeal hava yolu boyutlarında iyileşme sağlayabileceği görülmüştür.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu makale, Selçuk Üniversitesi 3. Uluslararası Yenilikçi Diş Hekimliği Kongresi'nde sözlü olarak sunulan ancak tam metni yayınlanmayan "Yüz Maskesi Uygulanan Dudak Damak Yarıklı Bireylerde Hava Yolu Değişiklikleri" adlı tebliğin içeriği kısmen geliştirilerek üretilmiş halidir.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is the version of the presentation named "Airway Changes In Facemask Applied Cleft Lip Palate Patients", which was presented orally at the Selçuk University 3rd International Congress of Innovative Dentistry, but whose full text was not published, by partially changing the content.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir. | The authors declare that they have not received any financial support for this study.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: EUM (%35) HK (%25) Zİ (%20) MA (%20)
Veri Toplanması | Data Acquisition: EUM (%30) Zİ (%30) MA (%30) HK (%10)
Veri Analizi | Data Analysis: EUM (%50) MA (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: EUM (%70) HK (%10) Zİ (%10) MA (%10)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: EUM (%70) HK (%10) Zİ (%10) MA (%10)

KAYNAKÇA

- Cheesman K. Anatomy of the naso-and oropharynx. *Anaesth Intensive Care Med.* 2008;9(7):277-9.
- Ucar FI, Uysal T. Comparison of orofacial airway dimensions in subjects with different breathing patterns. *Prog Orthod.* 2012;13(3):210-7.
- Zhao Z, Zheng L, Huang X, Li C, Liu J, Hu Y. Effects of mouth breathing on facial skeletal development in children: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2021; 21:1-14.
- Chen B, Zhang H. The study on the morphological changes of oropharynx in patients with complete unilateral cleft lip and palate after palatopharyngeal closure. *Front Neurosci.* 2022; 16:997057.
- Sprenger R, Martins LAC, Dos Santos JCB, de Menezes CC, Venezian GC, Degan VV. A retrospective cephalometric study on upper airway spaces in different facial types. *Prog Orthod.* 2017;18:1-7.
- Muto T, Yamazaki A, Takeda S, Kawakami J, Tsuji Y, Shibata T, et al. Relationship between the pharyngeal airway space and craniofacial morphology, taking into account head posture. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35(2):132-6.
- Elkalza AR, Yacout YM. Effect of SEC III protocol on upper airway dimensions in growing class III patients: a retrospective study. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):841.
- Canfield MA, Honein MA, Yuskiv N, Xing J, Mai CT, Collins JS, et al. National estimates and race/ethnic-specific variation of selected birth defects in the United States, 1999-2001. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol.* 2006;76(11):747-56.
- Akarsu-Guven B, Karakaya J, Ozgur F, Aksu M. Upper airway features of unilateral cleft lip and palate patients in different growth stages. *Angle Orthod.* 2019;89(4):575-82.
- Dixon MJ, Marazita ML, Beatty TH, Murray JC. Cleft lip and palate: understanding genetic and environmental influences. *Nat Rev Genet.* 2011;12(3):167-78.
- Holst AI, Holst S, Nkenke E, Fenner M, Hirschfelder U. Vertical and sagittal growth in patients with unilateral and bilateral cleft lip and palate—a retrospective cephalometric evaluation. *Cleft Palate Craniofac J.* 2009;46(5):512-20.
- Ahn H-W, Kim K-W, Yang I-H, Choi J-Y, Baek S-H. Comparison of the effects of maxillary protraction using facemask and miniplate anchorage between unilateral and bilateral cleft lip and palate patients. *Angle Orthod.* 2012;82(5):935-41.
- Sforza E, Bacon W, Weiss T, Thibault A, Petiau C, Krieger J. Upper airway collapsibility and cephalometric variables in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(2):347-52.
- Qiu S, Lo LF, Guillemainault C. Maxillary protraction to treat pediatric obstructive sleep apnea and maxillary retrusion: a preliminary report. *Sleep Med.* 2019;60:60-8.
- Fu Z, Lin Y, Ma L, Li W. Effects of maxillary protraction therapy on the pharyngeal airway in patients with repaired unilateral cleft lip and palate: a 3-dimensional computed tomographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(5):673-82.
- Nemoto N, Kawanabe H, Fukui K, Oyama A, Okamoto T, Shimamura K. Research on sleep dynamics in cleft lip and palate patients using simple sleep testing. *J Clin Med.* 2023;12(23):7254.
- Bittermann GKP, van Es RJ, de Ruiter AP, Bittermann AJ, Koole R, Rosenberg AJ. Retrospective analysis of clinical outcomes in bilateral cleft lip and palate patients after secondary alveolar bone grafting and premaxilla osteotomy, using a new dento-maxillary scoring system. *J Craniomaxillofac Surg.* 2021;49(2):110-7.
- Shetye PR, Evans CA. Midfacial morphology in adult unoperated complete unilateral cleft lip and palate patients. *Angle Orthod.* 2006;76(5):810-6.
- Toffol LD, Pavoni C, Baccetti T, Franchi L, Cozza P. Orthopedic treatment outcomes in Class III malocclusion: a systematic review. *Angle Orthod.* 2008;78(3):561-73.
- Zaidan LA, Aksoy A. Tek ve Çift Taraflı Dudak ve Damak Yarıklı Hastalarda Maksiller Genişletme ve İlerletme Uygulamasının Değerlendirilmesi. *Black Sea J Health Sci.* 2021;4(3):328-34.
- Westwood PV, McNamara Jr JA, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(3):306-20.
- Sahoo SS, Dash JK, Sahoo PK, Das SK, Baliarsingh RR, Ray P. Early Orthodontic Intervention in Cleft Lip-Palate and Noncleft Children with Developing Class III Malocclusion: A Clinical Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2023;16(5):716.
- Keçik D. Evaluation of protraction face-mask therapy on the craniofacial and upper airway morphology in unilateral cleft lip and palate. *J Craniofac Surg.* 2017;28(7).
- Hiyama S, Suda N, Ishii-Suzuki M, Tsuike S, Ogawa M, Suzuki S, et al. Effects of maxillary protraction on craniofacial structures and upper-airway dimension. *Angle Orthod.* 2002;72(1):43-7.
- Sayinsu K, Isik F, Arun T. Sagittal airway dimensions following maxillary protraction: a pilot study. *Eur J Orthod.* 2006;28(2):184-9.
- Kilinç AS, Arslan SG, Kama JD, Özer T, Dari O. Effects on the sagittal pharyngeal dimensions of protraction and rapid palatal expansion in Class III malocclusion subjects. *Eur J Orthod.* 2008;30(1):61-6.
- Oktay H, Ulukaya E. Maxillary protraction appliance effect on the size of the upper airway passage. *Angle Orthod.* 2008;78(2):209-14.
- Kaygısız E, Tuncer BB, Yüksel S, Tuncer C, Yıldız C. Effects of maxillary protraction and fixed appliance therapy on the pharyngeal airway. *Angle Orthod.* 2009;79(4):660-7.
- Mucedero M, Baccetti T, Franchi L, Cozza P. Effects of maxillary protraction with or without expansion on the sagittal pharyngeal dimensions in Class III subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(6):777-81.
- Lee J-W, Park K-H, Kim S-H, Park Y-G, Kim S-J. Correlation between skeletal changes by maxillary protraction and upper airway dimensions. *Angle Orthod.* 2011;81(3):426-32.
- Husson AH, Burhan AS, Hajeer MY, Nawaya FR. Three-dimensional oropharyngeal airway changes after facemask therapy using low-dose computed tomography: a clinical trial with a retrospectively collected control group. *Prog Orthod.* 2021;22:1-12.
- Eid FY, Abbas BA, Elfouly DA, Madian AM. A retrospective study evaluating the influence of Class III correction appliances on the sagittal pharyngeal airway dimension. *Sci Rep.* 2024;14(1):7340.
- Liu W, Zhou S, Yen E, Zou B. Comparison of changes in the nasal cavity, pharyngeal airway, and maxillary sinus volumes after expansion and maxillary protraction with two protocols: Rapid palatal expansion versus alternate rapid maxillary expansion and constriction. *Korean J Orthod.* 2023;53(3):175-84.
- Singla S, Utreja A, Singh SP, Lou W, Suri S. Increase in sagittal depth of the bony nasopharynx following maxillary protraction in patients with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2014;51(5):585-92.
- Alrejaye N, Gao J, Hatcher D, Oberoi S. Effect of maxillary expansion and protraction on the oropharyngeal airway in individuals with non-syndromic cleft palate with or without cleft lip. *PLoS One.* 2019;14(7).
- Mutluol EU, Koyuncu S, Ceylan R, Akın M. Alterations in facial soft tissue thickness post-facemask treatment in noncleft skeletal Class III and bilateral cleft lip palate Class III patients. *Turk J Orthod.* 2022;35(3):207.
- Singla S, Utreja A, Singh SP, Suri S. Maxillary protraction by reverse headgear treatment in patients with unilateral cleft lip and palate: A cephalometric evaluation. *J Cleft Lip Palate Craniofac Anomalies.* 2018;5(1):32-9.
- Lin Y, Fu Z, Guo R, Ma L, Li W. Maxillary protraction therapy in class III patients with and without cleft lip and palate: an interim report of a prospective comparative study. *Cleft Palate Craniofac J.* 2021;58(4):429-37.
- Ozawa TO, Salzedas CD, Sathler R, Baessa G, Garib D. Efficacy of rapid maxillary expansion associated with maxillary protraction in patients with unilateral complete cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2020;57(7):872-6.
- Turpin D. Early Class III treatment, unpublished thesis presented at 81st session. *Am Assoc Orthod.* San Francisco. 1981.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA, editors. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005: Elsevier.
- Yepes E, Quintero P, Rueda ZV, Pedroza A. Optimal force for maxillary protraction facemask therapy in the early treatment of class III malocclusion. *Eur J Orthod.* 2014;36(5):586-94.
- Kocakara G, Buyukcavus MH, Orhan H. Evaluation of pharyngeal airway dimensions and hyoid bone position according to craniofacial growth pattern. *Cranio.* 2022;40(4):313-23.

44. Baccetti T, Franchi L, Mucedero M, Cozza P. Treatment and post-treatment effects of facemask therapy on the sagittal pharyngeal dimensions in Class III subjects. *Eur J Orthod*. 2010;32(3):346-50.
45. Nath M, Ahmed J, Ongole R, Denny C, Shenoy N. CBCT analysis of pharyngeal airway volume and comparison of airway volume among patients with skeletal Class I, Class II, and Class III malocclusion: A retrospective study. *Cranio*. 2021;39(5):379-90.
46. Suomalainen A, Pakbaznejad Esmaili E, Robinson S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights Imaging*. 2015;6:1-16.
47. Büyükçavuş MH, Orhan H, Kocakara G. İskeletsel Sınıf I Maloklüzyona Sahip Hastaların Farengeal Havayolu Boyutları ve Hyoid Kemik Pozisyonunun Cinsiyete Göre İncelenmesi. *Atatürk Univ Dis Hekim Fak Derg*. 2020;30(4):599-606.
48. Kale B, Buyukcavus MH. Determining the short-term effects of different maxillary protraction methods on pharyngeal airway dimensions. *Orthod Craniofac Res*. 2021;24(4):543-52.
49. Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA. Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;118(4):404-13.
50. Aksu M, Taner T, Sahin-Veske P, Kocadereli I, Konas E, Mavili ME. Pharyngeal airway changes associated with maxillary distraction osteogenesis in adult cleft lip and palate patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(2)

Evaluation of the Effects of Hemp Fiber Addition on Fracture Strength, Acrylic Tooth Bonding, and Water Absorption of Polymethyl Methacrylate

Kenevir Lifi İlavesinin Polimetil Metakrilatın Kırılma Dayanımı, Akrilik Dişe Bağlantısı ve Su Emilimi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi

Fatma Dilara BAYSAN^a, Süha KUŞÇU^b, Nesrin KORKMAZ^c, Nilüfer ÇELEBİ^d

^aDepartment of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Yozgat Bozok University, Yozgat, Türkiye

^aYozgat Bozok Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği AD, Yozgat, Türkiye

^bDepartment of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Yozgat Bozok University, Yozgat, Türkiye

^bYozgat Bozok Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Hekimliği AD, Yozgat, Türkiye

^cDepartment of Basic Sciences and Health, Hemp Research Institute, Yozgat Bozok University, Yozgat, Türkiye

^cYozgat Bozok Üniversitesi, Kenevir Araştırma Enstitüsü, Temel Bilimler ve Sağlık Bölümü, Yozgat, Türkiye

ABSTRACT

Background: In this study, it was aimed to evaluate the effect of adding hemp fiber to polymethyl methacrylate (PMMA), the most commonly used heat-polymerized base material for dental prosthesis, on the fracture strength of the denture, its connection to the acrylic tooth and water absorption.

Methods: Three main working groups were formed in this study: PMMA (group-A) with the addition of raw hemp fiber, PMMA (group-B) with the addition of lignin and pectin removed hemp fiber, and PMMA without added fiber (group-C). Shear bond strength test was performed to evaluate how the addition of hemp fiber to PMMA affects the connection to the acrylic tooth. Three-point bending test was applied to measure the breaking strength of the base material. The effect of adding hemp fiber to PMMA on water absorption was evaluated.

Results: There was no statistically significant difference between the study groups in terms of shear bond strength test mean values ($p=0.122$). There was no statistically significant difference between the study groups in terms of three-point bending test mean values ($p=0.140$). In this study, it was determined that the addition of raw and chemically treated hemp fiber significantly reduced the water absorption of the acrylic base material ($p<0.001$).

Conclusions: It has been observed that the addition of hemp fiber in two different forms (raw and processed) to the PMMA reduces the water absorption of this material. It was determined that the addition of hemp fiber did not have a significant effect on the connection of the base to the acrylic tooth and its fracture strength.

Keywords: Denture prosthesis, Hemp, PMMA

Introduction

Polymethyl methacrylate (PMMA) has been the most preferred prosthetic base material in dentistry. PMMA is a low-cost, biocompatible, and easy-to-use material. Additionally, PMMA exhibits acceptable stability and aesthetic properties in the oral environment.¹ However, the major disadvantage of the material is its susceptibility to fracture or deformation due to its low mechanical and physical properties.² The weakness in the flexural strength of acrylic denture base can lead to fractures in prostheses under occlusal loads. Similarly, the weakness in compressive strength of acrylic denture base can result in the fracture of acrylic upon impact or sudden forces.³ Therefore, high flexural strength, compressive strength, hardness, and resilience are desired properties of acrylic denture base material. Changes in the mechanical properties have been investigated for years by incorporating reinforcing materials such as various nanoparticles and fibers into acrylic denture base.^{4,5} The addition of carbon fibers,⁶ polyamide fibers,⁷ glass fibers,⁸ stainless steel mesh⁹ or ultra-high modulus polyethylene fibers¹⁰ to PMMA has been attempted in these studies. The addition of these materials to PMMA has been reported to improve the strength and fatigue resistance of the denture base material, but there

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada kenevir lifinin diş hekimliğinde protez yapımında en sık kullanılan ısıyla polimerize olan kaide materyali polimetil metakrilata (PMMA) ilave edilmesinin protezin kırılma dayanımı, akrilik dişe bağlantısı ve su emilimi üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: Bu çalışmada; işlem görmemiş ham kenevir lif ilave edilen PMMA (grup-A), lignin ve pektin uzaklaştırılmış (kimyasal ön işlem görmüş) kenevir lifi ilave edilen PMMA (grup-B) ve lif ilave edilmeyen PMMA (grup-C) olmak üzere üç ana çalışma grubu oluşturulmuştur. PMMA'ya kenevir lif ilavesinin akrilik diş materyaline bağlantısı nasıl etkilediğini değerlendirmek için makaslama testi yapılmıştır. Kaide materyalinin kırılma dayanımını ölçmek için 3 nokta bükme testi uygulanmıştır. PMMA'ya kenevir lif ilavesinin su emilimi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışma grupları arasında makaslama testi ortalama değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,122$). Çalışma grupları arasında 3 nokta bükme testi ortalama değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,140$). Bu çalışmada ham ve kimyasal işlem görmüş kenevir lifi ilavesinin akrilik kaide materyalinin su emilimini istatistiksel olarak anlamlı derecede azalttığı tespit edilmiştir ($p<0,001$).

Sonuçlar: Dental protez yapımında kaide materyali olarak kullanılan PMMA'ya kenevir lifinin iki farklı formda (saf ve işlem görmüş) ilavesinin kaide materyalinin su emilimini azalttığı görülmüştür. Kenevir lif ilavesinin kaidenin akrilik dişe bağlantısı ve kırılma dayanımı üzerine anlamlı etkisi bulunmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dental protez, Kenevir, PMMA

is limited evidence on the use of natural fibers.¹¹ Recently, there has been a growing trend towards the use of plant fibers due to their low cost, easy accessibility, and eco-friendliness.¹² Natural fibers are materials that have become viable alternatives to traditional synthetic or artificial fibers. Natural fibers attract attention with their attractive properties such as being lightweight, having high specific modulus, renewability, and biodegradability.

Hemp, one of the oldest plants in history, is a valuable plant that has economic value in many different fields and has advantages in almost all areas of use.¹³ Hemp is becoming increasingly important in scientific, industrial, and economic aspects due to its renewable and sustainable nature and its multifunctional characteristics.¹⁴ Hemp is utilized in many fields, including cosmetics and medicine, especially its fibers and seeds. Hemp fibers are natural fibers that provide excellent strength and durability.¹⁵ Hemp fibers contain hemicellulose, lignin, and pectin in addition to cellulose. The chemical composition consists of approximately 74 % cellulose, 14 % hemicellulose, 5 % lignin, 1 % pectin, and 6 % wax.¹⁶ Pectin is present in the primary wall and middle lamella as an insoluble form. Pectin is found as calcium, magnesium, and iron salts of pectic acid. Another component found in hemp fibers is "lignin."

Gönderilme Tarihi/Received: 14 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 8 Temmuz, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atrf Bilgisi/Cite this article as: Baysan FD, Kuşçu S, Korkmaz N, Çelebi N. Evaluation of the Effects of Hemp Fiber Addition on Fracture Strength, Acrylic Tooth Bonding, and Water Absorption of Polymethyl Methacrylate. Selcuk Dent J 2025;12(1): 14-19 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1483484](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1483484)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Fatma Dilara BAYSAN

E-mail: fatma.dilara1993@hotmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1483484

It is the second most abundant biopolymer after cellulose. Lignin, which contains aromatic and aliphatic groups, is a difficult molecule to break down. It is highly resistant to enzymes and chemicals. It is known that when hemp fibers are used in high proportions, they provide high strength and stiffness performance and possess antimicrobial properties. Additionally, due to its flexibility, it is resistant to breakage during processing.¹⁶ Based on this information, it is considered to reinforce the heat-polymerized denture base material used in dentistry with hemp fibers. The aim of our study is to evaluate the effects of adding hemp fibers to the heat-polymerized denture base material on its mechanical properties, water absorption, and acrylic tooth bond.

Materials and Methods

Obtaining Hemp Fiber Material

In this study, the hemp fiber material required for the project was obtained from the specialized hemp cultivation fields of our university, which is a specialized university in the field of "Industrial Hemp." Field trials of Narlı Saray population were established under Yozgat conditions in May 2020. The physiological maturation of the plants was completed in August-September. The harvested plants were equalized in terms of moisture levels and the fibers were obtained from the dried stems in a suitable environment. The separation of fibers from the stems was carried out by mechanical separation method within the Faculty of Agriculture of Yozgat Bozok University. Through this process, the woody (core) parts in the stems were removed, and the fibers were extracted.

Preparation of Hemp Fibers

Two different experiments were planned to be conducted using the fibers to be used in the study. Firstly, the fibers obtained from harvested hemp were air-dried without any treatment, cleaned from the impurities, and ground into fine powder using a ball mill available at the Science and Technology Application and Research Center of Yozgat Bozok University. The powdered samples were characterized by SEM (Scanning Electron Microscopy) and EDX (Energy Dispersive X-ray) (Figure 1,2).

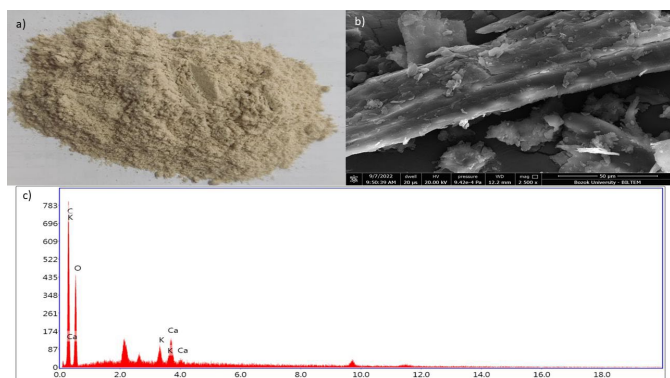


Figure 1. a) Image of Ground Raw Fiber, **b)** SEM Image of Unprocessed Raw Fiber, **c)** EDX Analysis of Unprocessed Raw Fiber

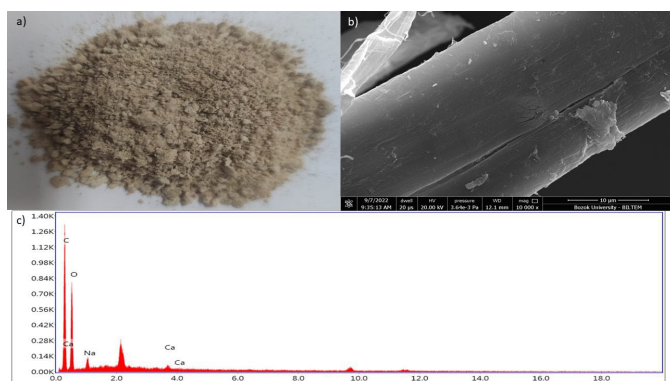


Figure 2. a) Image of Processed Fiber, **b)** SEM Image of Processed Fiber, **c)** EDX Analysis of Processed Fiber

Secondly, thinning of hemp fibers was performed through a chemical treatment to remove lignin and pectin content in the fibers, and a second experiment was conducted to compare the results of two samples (1. raw fiber, 2. chemically treated fiber). In the literature, various chemicals such as ethylene, oxalic acid, sulfuric acid, sodium hydroxide, acid and sodium carbonate, hydrogen peroxide, soda, sodium sulfite, etc. have been used for delignification and thinning processes in fiber plants.^{17,18} Based on the information in the literature, the best thinning process was achieved with NaOH treatment.¹⁷ Following the method used by Gunnarsson et al. in 2015, a 2 % NaOH solution was prepared, and then the fiber-solution mixture was autoclaved at 121 °C for 4 hours.¹⁹ At the end of the period, the mixture was left to cool to room temperature. The upper part of the mixture was decanted, and the settled fibers were dried and characterized by SEM and EDX.

Comparison of Two Samples

As seen in **Figure 3**, the physically visible difference between the processed and unprocessed fiber samples is the difference in color, with the processed sample having a darker color compared to the lighter color of the ground raw fiber. While this is the only physically visible data, microscope images and elemental analysis provide more detailed information.

The SEM images of unprocessed hemp biomass revealed the presence of a sedimentary layer on the surface area of the biomass (**Figure 3-d**). After the pre-treatment, the SEM images of the hemp biomass indicated that the surface area of the biomass was partially purified and became cleaner and smoother (**Figure 3-c**). Morphological changes indicating damage were observed in the structure of the biomass. It can be said that 2 % NaOH increased the surface area by breaking the connection between lignin and hemicellulose.

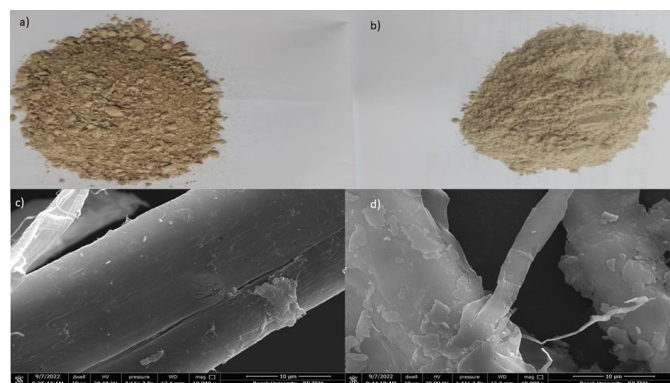


Figure 3. a-c) Images of Pre-processed Fiber, **b-d)** Images of Raw Fiber

To observe the effect on the oxygen and carbon content in the fibers, an EDX analysis was performed (**Table 1**). The oxygen-to-carbon ratio (O:C) explains the amount of lignin and hemicellulose in natural fibers. When the O:C ratio of any natural fiber is higher, the amount of lignin and hemicellulose in that fiber is lower. For alkaline-treated fibers, the O:C ratio increases.²⁰ When the elemental analysis of the unprocessed raw fiber and the processed fiber is examined (**Figure 1 and 2**), the O:C ratio of the unprocessed raw fiber is found to be 0.75, while the O:C ratio of the processed fiber is 0.84. This indicates that the O:C ratio of the alkaline-treated fibers increased.

Table 1. Elemental Trace Data in Raw Fiber and Chemically Processed Fiber Content

Raw fiber			Chemically Processed Fiber		
Element	Weight %	Atomic%	Element	Weight %	Atomic%
C	55.95	63.44	C	52.76	60.31
O	42.19	35.92	O	44.26	37.98
K	0.67	0.23	K	2.70	1.16
Ca	1.19	0.41	Ca	0.28	0.10

Preparation of Heat-Polymerizing Acrylic Resin Incorporating Hemp Fiber Powder

The following steps were carried out to prepare the heat-polymerizing acrylic resin samples for evaluating the effects of adding hemp fiber powder on the mechanical properties, adhesion to teeth, and water absorption of the acrylic resin:

Three main groups were formed in our study: heat-polymerizing acrylic resin incorporating untreated raw hemp fiber (Group A experimental group), heat-polymerizing acrylic resin incorporating lignin and pectin removed (chemically pre-treated) hemp fiber (Group B experimental group), and heat-polymerizing acrylic resin alone (Group C control group). After preparing these three main groups, a total of nine subgroups were created, with three subgroups for each group (Table 2).

Table 2. Study Groups

	Group A (experimental group)	Group B (experimental group)	Group C (control group)
Main groups	PMMA with raw hemp fiber additive (n=30)	PMMA with chemically treated hemp fiber additive (n=30)	PMMA (n=30)
Subgroups	Shear Bond Strength Test (n=10)	Shear Bond Strength Test (n=10)	Shear Bond Strength Test (n=10)
	Bending Test (n=10)	Bending Test (n=10)	Bending Test (n=10)
	Water Absorption Test (n=10)	Water Absorption Test (n=10)	Water Absorption Test (n=10)

To standardize the acrylic molds for measuring the mechanical strength difference and water absorption differences of the heat-polymerizing acrylic resin, a power analysis was performed, and the sample size required in each subgroup was determined to be 10 samples, with dimensions of $65 \times 10 \times 3.3$ mm (ISO 20795-1:2013). A total of 60 resin samples were prepared using standardized metal molds. To measure the difference in adhesion strength between the heat-polymerizing acrylic resin materials in the study groups, 30 upper 1st molar acrylic artificial teeth (Vita, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) were embedded with self-curing acrylic resin (Paladent, Heraeus Kulzer, Germany) so that the bonding surfaces of the artificial teeth were exposed. The bonding surfaces of the artificial teeth were smoothed with 1200 grit silicon carbide abrasive paper under water to obtain a flat surface and eliminate surface residues. The prepared samples were soaked in distilled water before polymerization. Cylindrical wax molds with a diameter of 4 mm and a height of 5 mm were prepared to be centered on the samples.

The prepared samples were embedded in hard plaster to facilitate wax elimination and placed inside a flask. The flask was closed with a flask cover and compressed under pressure using a press. The flask, along with the samples inside, was placed in a wax elimination device at a temperature of 100°C and left for 8 minutes. After removing the flask from the hot water, wax elimination was performed by immersing it in hot water. The isolation of the plaster edges of the flask was ensured, excluding the wax cavities.

The heat-polymerizing acrylic resin was prepared by mixing 25 g of acrylic powder with 10 ml of liquid, according to a powder-to-liquid ratio. The liquid was mixed with acrylic powder to obtain an acrylic dough following the recommended time by the manufacturer. The polymerization of the conventional acrylic resin was carried out according to ADA Standard No. 12. After placing the wax samples in the flask, they were immersed in boiling water. After 5 minutes, the flask was opened and washed with detergent water and clean boiling water. When the flasks became touchable with bare hands, the sample cavities were coated with varnish (Aislar, Heraeus Kulzer, Germany). The flasks were left at a temperature of $23 \pm 2^\circ\text{C}$ for 1 hour.

Once the acrylic dough reached a non-sticky consistency on the sides of the mixing bowl, it was placed in the sample cavities, and the flasks were closed. After 10 minutes of pressing, the flasks to be polished were kept in a water bath at $73 \pm 1^\circ\text{C}$ for 90 minutes. Then, they were boiled at 100°C for 30 minutes. After completion of the heating process, the flasks in the polishing device were left to cool for 30 minutes at room temperature ($23 \pm 10^\circ\text{C}$). They were then immersed in $23 \pm 10^\circ\text{C}$ water for 15 minutes. All acrylic test samples were removed from the flask and polished with a steel bur (15000 rpm), lightly sanding any surface irregularities.

The addition of hemp powder to the acrylic powder was achieved by using a homogeneous mixing device. The weight ratio of acrylic powder to hemp fiber was measured using a precision balance. The hemp fiber powder was added to the acrylic powder at a ratio of 1% of the weight of the acrylic powder.

Bending Test

A three-point bending test was conducted to determine the flexural strength. The transverse strength test was performed using a universal testing machine (Shimadzu AGS-X, Shimadzu Scientific Instruments, Columbia, North Carolina, USA). The distance between the metal supports, where the sample was placed, was set at 50 mm, and the crosshead speed was set to 1 mm/min. A perpendicular force was applied to the exact center of the sample. The fracture values were automatically recorded in Newton units by the computer system of the machine. The flexural strength values were calculated using the following formula:

$$S = (3FL) / (2bd^2)$$

S: Transverse strength (N/mm²)

F: Load at fracture (N)

L: Distance between supports (mm)

b: Width of the sample (mm)

d: Thickness of the sample (mm)

Water Absorption Test

Acrylic samples were stored in distilled water at a temperature of $37 \pm 2^\circ\text{C}$ for 1 day. After 1 day, the samples were completely dried with a clean towel, and their weights were recorded using a precise scale. The recorded acrylic samples were then stored in distilled water at a temperature of $37 \pm 2^\circ\text{C}$ for 6 days. Afterward, they were dried with a clean towel, and their weights were recorded to determine water absorption over 1 week. To determine water absorption over 1 month, the samples were stored in distilled water at a temperature of $37 \pm 2^\circ\text{C}$ for 23 days. At the end of the period, the samples were dried with a clean towel, and their final weights were recorded. The following formulas were used to calculate water absorption:

$$\text{Water Absorption (1 day)} = (M_2 - M_1) / S$$

$$\text{Water Absorption (1 week)} = (M_3 - M_1) / S$$

$$\text{Water Absorption (1 month)} = (M_4 - M_1) / S$$

M1: Initial weight of the samples kept in a desiccator (mg)

M2: Weight of the samples after 1 day in distilled water (mg)

M3: Weight of the samples after 1 week in distilled water (mg)

M4: Weight of the samples after 1 month in distilled water (mg)

S: Surface area of the samples (cm²)

Shear Bond Strength Test

The difference in bond strength between the heat-polymerizing acrylic resin and the acrylic denture material was determined using a shear bond strength test. The obtained samples were subjected to shear strength testing using a universal testing machine (Shimadzu AGS-X, Shimadzu Scientific Instruments, Columbia, North Carolina, USA) at a crosshead speed of 1 mm/min. The obtained data were converted to MPa using the formula F/N (N: Newton, A: Surface Area).

Statistical Method

The data were analyzed using IBM SPSS V23. Normality of the data was assessed using the Shapiro-Wilk test. One-way analysis of variance (ANOVA) was used for comparing normally distributed data among groups. The Kruskal-Wallis test was used for comparing non-normally distributed data among groups, and multiple comparisons were performed using the Dunn test. The analysis results were presented as mean $\pm$ standard deviation or median (minimum-maximum). The significance level was set at $p < 0.05$.

Results

The difference in bond strengths between PMMA with the addition of chemically treated hemp fiber, PMMA without the addition of hemp fiber, and PMMA with the addition of untreated raw hemp fiber was measured using a shear bond strength test. The mean shear bond strength value for the study group of PMMA with chemically treated hemp fiber was 411.327, for the study group of PMMA without the

addition of hemp fiber was 347.035, and for the study group of PMMA with the addition of untreated raw hemp fiber was 266.787. Table 3 shows that comparison of shear bond strength test values among the study groups. There was no statistically significant difference in shear bond strength values among the study groups ($p = 0.122$).

Table 3. Comparison of shear bond strength test values among study groups

	Study Groups			Test Statistics	p
	Group A PMMA with raw hemp fiber additive	Group B PMMA with chemically treated hemp fiber additive	Group C PMMA		
Shear bond strength test values	266.787 ± 182.227 265.239 (15.52 - 542.31)	411.327 ± 162.983 439.615 (122.57 - 656.34)	347.035 ± 117.199 348.856 (190.88 - 529.25)	2.266	0.122

One-way analysis of variance (ANOVA); Mean ± standard deviation; Median (minimum- maximum)

The flexural strength of heat-polymerized acrylic denture base material was measured using a three-point bending test. In the study group where chemically treated hemp fiber was added to PMMA, the mean value of the three-point bending test was 185.618. In the working group of PMMA without the addition of hemp fiber, the mean value of the three-point bending test was 238.058. And in the working group where untreated raw hemp fiber was added to PMMA, the mean value of the three-point bending test was 214.496. Table 4 shows that comparison of three-point bending test values among study groups. There was no statistically significant difference in the mean values of the three-point bending test among the study groups ($p=0.140$).

The water absorption levels of PMMA with chemically treated hemp fiber added were found to have a median value of 0.017. In the study group of PMMA without the addition of hemp fiber, the median value of water absorption was 0.021. And in the study group where untreated raw hemp fiber was added to PMMA the median value of water absorption was 0.004. Table 5 shows that comparison of water absorption levels among study groups. There was a statistically significant difference in the median values of water absorption among the study groups ($p<0.001$). The median value of water absorption in the group where untreated raw hemp fiber was added to PMMA differed from the values obtained in the other groups.

Table 4. Comparison of three-point bending test values among study groups

	Study Groups			Test Statistics	P
	Group A PMMA with raw hemp fiber additive	Group B PMMA with chemically treated hemp fiber additive	Group C PMMA		
Three- point bending test values	214,496 ± 44,101 208,463 (158,93 - 270,82)	185,618 ± 17,63 179,1 (155,94 - 205,13)	238,058 ± 68,011 225,587 (178,32 - 383,83)	2,165	0,14

One-Way Analysis of Variance; Mean ± standard deviation; Median (minimum - maximum)

Table 5. Comparison of water absorption test values among study groups

	Study Groups			Test Statistics	p
	Group A PMMA with raw hemp fiber additive	Group B PMMA with chemically treated hemp fiber additive	Group C PMMA		
Water Absorption Amount	0,004 ± 0,004 0,004 (0,001 - 0,012)a	0,017 ± 0,003 0,017 (0,013 - 0,022)b	0,022 ± 0,004 0,021 (0,017 - 0,03)b	22,816	<0,001

Kruskal-Wallis Test; Mean ± standard deviation; Median (minimum- maximum); a-b: There is no significant difference between groups with the same letter.

Discussion

PMMA (polymethyl methacrylate) is commonly used in dentistry for the fabrication of denture bases due to its low cost, biocompatibility, ease of application, stability in the oral environment, and acceptable aesthetic properties. However, its main drawback is its low mechanical and physical properties, which can lead to fractures or deformations in the prosthesis.³ Although PMMA has superior features such as aesthetics, easy manipulation, biocompatibility, suitable working

characteristics, and low cost, its weak fatigue resistance and tendency to fracture under excessive occlusal forces require the addition of various reinforcing materials to improve the mechanical properties of acrylic resin.²¹ These materials include nanoparticles or fibers.^{8,22} The most commonly added reinforcing fiber in the strengthening of acrylic resins is glass fiber. There are numerous studies in the literature investigating the effect of adding glass fiber to PMMA on its mechanical properties. These studies have reported that the addition of glass fiber to PMMA enhances its flexural and impact resistance as well as hardness.^{5,8}

The literature suggests that natural fibers can also be used to reinforce PMMA, but further research is needed in this area. There are limited studies on the addition of natural fibers to PMMA.^{23,24} One study reported that the addition of oil palm empty fruit bunch (OPEFB) fiber increased the flexural strength and elastic modulus of acrylic resin.²³ Another study compared traditional PMMA with a base material containing ramie fiber and found that the addition of ramie fiber increased the elastic modulus but reduced the strength due to weak interfacial bonding.²⁴ In another study, the addition of 7.5% weight of Hibiscus sabdariffa fibers to PMMA was found to improve its strength properties.¹¹

Hemp fiber is known to provide high strength and stiffness performance when used in high proportions. It also has antimicrobial properties and is resistant to breakage during processing due to its flexibility. In a study where hemp fiber and walnut shell nanoparticles were added to PMMA, the effect of hemp fiber and walnut shell nanoparticles on the mechanical and physical properties of PMMA was investigated.¹² According to the results of this study, the composite material consisting of 0.9% hemp fiber and 0.3% walnut shell nanoparticles increased the elastic modulus and tensile strength. However, water absorption also increased in this composite material.¹² Based on this information, in our study, chemically treated hemp fiber (with separated lignin and pectin) and raw hemp fiber in powder form were added as reinforcing materials to the heat-polymerized denture base material commonly used in prosthodontics. A shear bond strength test was performed to evaluate the effect of hemp fiber addition on the bond between the denture base material and acrylic teeth. The results showed that in the group where chemically treated hemp fiber was added to the heat-polymerized acrylic (group B), the bond between the acrylic and the teeth was better compared to the other study groups, but there was no statistically significant difference among groups A, B, and C ($p=0.122$).

In the three-point bending test, which measured the fracture strength of the acrylic, it was observed that the addition of raw and chemically treated hemp fiber reduced the fracture strength of the acrylic. However, this difference among study groups was not statistically significant ($p=0.140$).

In our study, it was found that the addition of raw and chemically treated hemp fiber reduced the water absorption of the acrylic. The acrylic denture base material with the addition of raw hemp fiber showed less water absorption compared to the acrylic denture base material with the addition of chemically treated hemp fiber. The difference in water absorption rates among study groups was found to be statistically significant ($p<0.001$).

Within the limitations of our study, it was determined that the addition of raw and chemically treated hemp fiber significantly reduced the water absorption of the acrylic. In our study, raw and chemically treated hemp fibers were added to the acrylic at a rate of 1 % by weight of the acrylic. Further studies are needed to evaluate the effects of adding hemp fiber at different proportions on the fracture strength, bond strength to acrylic teeth, and water absorption of the acrylic.

Conclusion

In line with the limitations of this study;

- It was determined that the addition of raw and chemically treated hemp fiber significantly reduced the water absorption of PMMA.
- There was no significant effect of the addition of hemp fiber to PMMA on its connection with acrylic teeth.
- There was no significant effect of the addition of hemp fiber to PMMA on the fracture strength of acrylic.

Acknowledgements / Teşekkürler

I would like to thank Yozgat Bozok University Scientific Research Projects Coordination Unit for supporting funding for this project.

Bu projeye fon sağladığı için Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür etmek istiyorum.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi tarafından (Proje kodu: THD-2022-983) desteklenmiştir.'

This work was supported by Yozgat Bozok University Scientific Research Project Coordination Unit (Project code: THD-2022-983).'

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: FDB (%30) SK (%30) NÇ (%20) NK (%20)
Veri Toplanması | Data Acquisition: FDB (%35) SK (%35) NK (%30)
Veri Analizi | Data Analysis: FDB (%50) SK (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: FDB (%40) SK (%30) NÇ (%15) NK (%15)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: FDB (%60) SK (%20) NÇ (%20)

REFERENCES

1. Thomas TC, K AK, Mohamed S, Krishnan V, Mathew A, V M. The effect on the flexural strength, flexural modulus and compressive strength of fibre reinforced acrylic with that of plain unfilled acrylic resin - an in vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*. 2015;9(3):Zc12-14.
2. Frazer RQ, Byron RT, Osborne PB, West KP. PMMA: an essential material in medicine and dentistry. *Journal of long-term effects of medical implants*. 2005;15(6).
3. Faot F, Costa MA, Cury AADB, Garcia RCR. Impact strength and fracture morphology of denture acrylic resins. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2006;96(5):367-373.
4. Sukumaran K, Ravindran S. Comparative Evaluation of the Flexural Strength of Heat-Activated Polymethyl Methacrylate Denture Base Resin With and Without 0.2% by the Weight of Silver Nanoparticles Cured by Conventional and Autoclave Methods: An In Vitro Study. *Cureus*. 2024 Jun 19;16(6):e62675.
5. Tomar P, Chandra Gope P. Effect of glass fiber and nylon fiber reinforcement on the mechanical and thermal properties of styrene butadiene rubber mixed PMMA denture base material. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2024 Feb;150:106308.
6. Yerliyurt K, Taşdelen TB, Eğri Ö, Eğri S. Flexural Properties of Heat-Polymerized PMMA Denture Base Resins Reinforced with Fibers with Different Characteristics. *Polymers (Basel)*. 2023 Jul 28;15(15):3211.
7. Soygun K, Bolayir G, Boztug A. Mechanical and thermal properties of polyamide versus reinforced PMMA denture base materials. *The journal of advanced prosthodontics*. 2013;5(2):153.
8. Farina AP, Cecchin D, Soares RG, et al. Evaluation of Vickers hardness of different types of acrylic denture base resins with and without glass fiber reinforcement. *Gerodontology*. 2012;29(2):e155-e160.
9. Vallittu PK. Comparison of the in vitro fatigue resistance of an acrylic resin removable partial denture reinforced with continuous glass fibers or metal wires. *Journal of Prosthodontics*. 1996;5(2):115-121.
10. Vijaysinh Mori H, Jadhav R, Sabane A, Patil A, Gachake A, Gurunath Kalsekar B. An In Vitro Study Comparing the Impact and Flexural Strength of Leucitone 199 Denture Base Resin and Conventional Denture Base Resin Enhanced With Glass Fibre Mesh and Polyethylene Fibre Mesh. *Cureus*. 2023 Sep 25;15(9):e45935.
11. Okeke KN, Vahed A, Singh S. Improving the strength properties of denture base acrylic resins using hibiscus sabdariffa natural fiber. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2018;11(1):248-254.
12. Ahmed S, Salih W. Mechanical properties of acrylic laminations resin (PMMA) reinforced by natural nanoparticles and hemp fibers. Paper presented at: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering2021.
13. Andre CM, Hausman J-F, Guerriero G. Cannabis sativa: the plant of the thousand and one molecules. *Frontiers in plant science*. 2016;7:19.
14. Lacasse H, Kolodinsky J. Consumer trends and the consumption of industrial hemp-based products. In: *Industrial Hemp*. Elsevier; 2022:367-381.
15. Faruk O, Bledzki AK, Fink H-P, Sain M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010. *Progress in polymer science*. 2012;37(11):1552-1596.
16. Shahzad A. Hemp fiber and its composites-a review. *Journal of composite materials*. 2012;46(8):973-986.
17. Zhao J, Xu Y, Wang W, Griffin J, Roozeboom K, Wang D. Bioconversion of industrial hemp biomass for bioethanol production: A review. *Fuel*. 2020;281:118725.
18. Ji A, Jia L, Kumar D, Yoo CG. Recent advancements in biological conversion of industrial hemp for biofuel and value-added products. *Fermentation*. 2021;7(1):6.
19. Gunnarsson IB, Kuglarz M, Karakashev D, Angelidaki I. Thermochemical pretreatments for enhancing succinic acid production from industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Bioresource Technology*. 2015;182:58-66.
20. Rajkumar S, Tjong J, Nayak S, Sain M. Wetting behavior of soy-based resin and unsaturated polyester on surface-modified sisal fiber mat. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*. 2015;34(10):807-818.
21. Chen SY, Liang WM, Yen PS. Reinforcement of acrylic denture base resin by incorporation of various fibers. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2001;58(2):203-208.
22. Monteiro DR, Gorup LF, Takamiya AS, de Camargo ER, Filho ACR, Barbosa DB. Silver distribution and release from an antimicrobial denture base resin containing silver colloidal nanoparticles. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*. 2012;21(1):7-15.
23. John J, Ann Mani S, Palaniswamy K, Ramanathan A, Razak AAA. Flexural properties of poly (Methyl Methacrylate) resin reinforced with oil palm empty fruit bunch fibers: a preliminary finding. *Journal of Prosthodontics*. 2015;24(3):233-238.
24. Xu J, Li Y, Yu T, Cong L. Reinforcement of denture base resin with short vegetable fiber. *Dental materials*. 2013;29(12):1273-1279.

Farklı Sıvıların ve Protez Temizleme Solüsyonunun Protez Kaide Materyallerinin Renk Değişimi ve Pürüzlülüğüne Etkisi

Effect of Different Liquids and Denture Cleaning Solutions on Color Change and Roughness of Denture Base Materials

Necla DEMİR^a, Meryem Gülce SUBAŞI^b, Tuğba ÖVSEME YILDIZ^c, Muhammet KARCI^d

^aSelçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Konya, Türkiye

^bSelçuk University Faculty of Dentistry Department of Prosthetic Dentistry, Konya, Türkiye

^cKütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Kütahya, Türkiye

^dKütahya Health Sciences University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry, Kütahya, Türkiye

^eAnıt Ağz ve Diş Sağlığı Kliniği, Alanya, Türkiye

^fMemorial Oral and Dental Health Clinic, Alanya, Türkiye

ÖZ

Amaç: Farklı tip akrilik rezinlerin farklı sıvılarda bekletme sonrası ve protez temizleme tabletini ile temizleme sonrası yüzey pürüzlülük ve renk değişiminin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntemler: Üç farklı akrilik rezinden [ısı ile polimerize (Meliodent), otopolimerize (Meliodent), mikrodalga ile polimerize (Acron MC)] disk şeklinde örnekler elde edildi. (n=20, her bir grup) Her bir akrilik rezin bekletileceği sıvı tipine göre kendi içinde 4 alt gruba (distile su, çay, kahve, kola) ayrıldı (n=5) ve ilgili sıvılarda 48 saat bekletildi. Sonrasında her bir alt grupta yer alan örnekler protez temizleme tablet solüsyonunda (Corega) 64 saat boyunca bekletildi. Örneklerin yüzey pürüzlülük ve renk değerleri başlangıçta, 48 saat ve 64 saat sonunda ölçüldü. Yüzey pürüzlülük ve renk değişim değerleri 3 yönlü varyans analizi (ANOVA) ile incelendi. Pürüzlülük ve renk değişim değerleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile incelendi. (p<0.05)

Bulgular: Yüzey pürüzlülük değerleri sıvı tipi (p=0.008), yöntem (p<0.001), zaman (p<0.001) ve yöntem*zaman etkileşiminden (p<0.001) etkilendi. Renk değişim değerleri sıvı tipi (p=0.012), yöntem (p<0.001), zaman (p<0.001) ve sıvı tipi*yöntem*zaman etkileşiminden (p=0.001) etkilendi. Tüm grupların pürüzlülük ve renk değişim değerleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Sonuç: Akrilik kaide materyallerinde kola ve çayda bekletme sonrası renklenme kahveden daha fazla bulunmuştur. Protez temizleme solüsyonunda bekletme sonrası renk değişimi özellikle kahvede daha yüksektir. Otopolimerize akrilik rezinlerde en yüksek pürüzlülük değerleri gözlenmiştir. Alkalen peroksit temizleme solüsyonu, akrilik rezinlerin kimyasal temizliği için önerilebilir ancak kaide materyallerinde yüzey pürüzlülüğünü arttırabileceği dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Protez kaide materyalleri, Renk stabilite, Yüzey pürüzlülüğü

GİRİŞ

Polimetilmetakrilat (PMMA) onarım ve üretim kolaylığı, biyouyumluluk, estetik ve düşük maliyeti nedeniyle protez kaidesi üretimi için sıklıkla kullanılan bir malzemedir.¹ Polimerizasyon yöntemine göre çeşitli alt gruplara ayrılır. Bunlar ısı ile polimerize, otopolimerize, görünür ışıkla polimerize ve mikrodalga enerjisi ile polimerize olan akriliklerdir.² Polimerizasyon yöntemine bağlı olarak akrilik kaidenin polimerizasyon derecesi, su emme ve artık monomer miktarı gibi fiziksel özellikleri değişebilir. Mikrodalga polimerizasyonu, ısı ile polimerize edilmiş akrilik rezinlerden daha iyi bir teknik olarak bildirilmiş ve artık monomer oranındaki azalma ile ilişkilendirilmiştir.³ Akrilik rezindeki renk değişiminin sadece polimerizasyon tekniğinden değil, aynı zamanda materyalin kimyasal içeriğinden de etkilendiği bildirilmiştir.³

Akrilik rezinlerin iyi estetik, kabul edilebilir boyutsal stabilite, yeterli dayanıklılık, düşük toksisite, kolay tamir, uygun fiyat, yüzey düzgünlüğü ve düşük su emilimi gibi avantajları olsa da zaman içinde kullanıma bağlı olarak renklenmesi ve yüzey pürüzlülüğü göstermesi

ABSTRACT

Background: The aim of this study is to investigate the surface roughness and colour changes of different types of acrylic resins after soaking in different liquids and after cleaning with denture cleaning tablet.

Methods: Disc-shaped specimens were obtained from three different acrylic resins [heat polymerised (Meliodent), autopolymerised (Meliodent), microwave polymerised (Acron MC)] (n=20, each group). Each acrylic resin was divided into 4 subgroups (distilled water, tea, coffee, cola) according to the type of liquids (n=5) and kept in the respective solutions for 48 hours. Afterwards, the specimens in each subgroup were kept in denture cleaning tablet solution (Corega) for 64 hours. Surface roughness and colour values of the samples were measured at the beginning, 48 hours and 64 hours. Surface roughness and colour change values were examined by three-way analysis of variance (ANOVA). The relationship between roughness and colour change values was examined by Pearson's correlation coefficient (p<0.05).

Results: Surface roughness values were affected by liquid type (p=0.008), method (p<0.001), time (p<0.001) and method*time interaction (p<0.001). Colour change values were affected by liquid type (p=0.012), method (p<0.001), time (p<0.001) and liquid type*method*time interaction (p=0.001). There was no significant correlation between roughness and colour change values of all groups.

Conclusion: Coloration of acrylic base materials after soaking in cola and tea was found to be higher than coffee. The colour change after soaking in the denture cleaning solution is especially high in coffee. The highest roughness values were observed in autopolymerised acrylic resins. Alkaline peroxide cleaning solution can be recommended for chemical cleaning of acrylic resins, but it should be taken into consideration that it may increase surface roughness in base materials.

Keywords: Prosthesis base materials, Colour stability, Surface roughness

dezavantajlarındandır.⁴ Protez kaidelerinde renk stabilitesi protezin genel estetiğinde önemli bir role sahiptir.⁵ Hastanın çay, kahve, asitli içecekler tüketimi ve yeterli temizlik sağlamamasından dolayı protezde istenmeyen renk değişimleri meydana gelir.⁵ Artan yüzey pürüzlülüğü de bakteriyel adezyonu arttırarak renklemelere sebep olur.¹ Renk değişikliği malzemenin yapısının bozulduğunu gösterir.⁶

Kullanılan akrilik rezin çeşidi farketmeksizin protez temizliği ağız sağlığı için kritik öneme sahiptir.⁷ Yeterli hijyen sağlanmadığında ağız kokusu, protezde lekelenmeler, biyofilm birikimi ve buna bağlı protez stomatiti, yapay dişler üzerinde diş taşı oluşumu ve gastro-intestinal problemler ortaya çıkabilir.⁸ Protezleri temizlemek için mekanik veya kimyasal yöntemler kullanılabilir, ancak mekanik yöntemlerin tek başına protezdeki bakterileri tamamen yok edemediği görülmüştür.⁷ Fırçalamaya ek olarak protezler alkol bazlı dezenfektanlar ve protez temizleyicileri kullanılarak kimyasal olarak temizlenebilir.⁷ Bu temizleyiciler bakteriyel ve fungal enfeksiyonların önlenmesine yardımcı olur.¹ Bununla birlikte, temizleme prosedürünün bir sonucu olarak yüzey morfolojisinin değişebileceği gösterilmiştir.⁹ Bu nedenle

Gönderilme Tarihi/Received: 21 Kasım, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 6 Ocak, 2025

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Demir N, Subaşı MG, Övseme Yıldız T, Karcı M. Farklı Sıvıların ve Protez Temizleme Solüsyonunun Protez Kaide Materyallerinin Renk Değişimi ve Pürüzlülüğüne Etkisi. Selcuk Dent J 2025;12(1): 20-25 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1589476](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1589476)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Tuğba ÖVSEME YILDIZ

E-mail: tugbaovseme@gmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1589476](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1589476)

rutin olarak kullanılmasına rağmen, protez temizleyicileri protez kaide materyallerinin yüzey sertliğini, renk stabilitesini ve yüzey pürüzlülüğünü etkileyebilir.¹

Bu çalışmada üç farklı polimerizasyon yöntemiyle elde edilen akrilik kaide materyallerinin farklı sıvılarda ve temizleme solüsyonunda bekletme sonrası renk değişim ve yüzey pürüzlülük değerleri incelenmiştir. Çalışmamızın sıfır hipotezi farklı polimerizasyon yöntemleriyle üretilmiş akrilik kaidelerin farklı sıvılarda ve temizleme solüsyonunda bekletme sonrası renk değişiminin ve yüzey pürüzlülük değerlerinin etkilenmediğidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada daimi protez yapımında kullanılan 3 farklı akrilik rezin (ısı ile polimerize akrilik, otopolimerizan akrilik, mikrodalga akrilik) kullanılmıştır. Her bir akrilik materyal özel bir teflon kalıp kullanılarak 2,5 mm kalınlığında ve 10 mm çapında olacak şekilde hazırlanmıştır. (n=20) Çalışmada kullanılan akrilik materyaller, içerik ve üretici firma bilgileri **Tablo 1**'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan akrilik materyaller

Materyal	İçerik	Üretici Firma
Isı ile polimerize akrilik (Meliudent)	Toz: PMMA Likit: MMA, EDMA, DMPT	Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya
Otopolimerize akrilik (Meliudent)	Toz: PMMA Likit: MMA, EDMA, DMPT	Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya
Mikrodalga akrilik (Acron MC)	Toz: PMMA, PEMA Likit: MMA, EDMA, DMPT	GC Europe, Leuven

PMMA = Poli(metil metakrilat), MMA = Metil metakrilat, EDMA = Etilenglikol Dimetakrilat, PEMA = Poli(etil metakrilat), DMPT = Dimetil paratoluidin

Akrilik örneklerin hazırlanması

1-Isı ile polimerize akrilik: Isı ile polimerize akriliğin toz ve likiti (Meliudent Heat Cure, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya) bir cam kap içinde homojen kıvama gelene kadar karıştırılmıştır. Akrilik disklerin hazırlanması için kalıp, yüzeyine vazelin sürülen bir cam üzerine yerleştirilmiş içerisine pembe mum damlatılarak doldurulmuştur. Isıtılmış temiz bir camın kalıp üzerine yerleştirilerek hafifçe bastırılması sonrası mum yüzey düzeltilmiş, su altında soğutulan mum örnekler daha sonra kalıptan çıkarılmıştır. Mum örnekler muflaya alınarak üretici firmanın talimatları doğrultusunda akril tepimi gerçekleştirilmiştir. Tepim işlemi biten akril örnekler mufladan çıkarılmış, fazlalıklarının temizlenmesi için yapılan tesviye sonrası 37°C distile suya 24 saat bekletilmiştir.

2-Otopolimerize akrilik: Otopolimerize akriliğin toz ve likiti (Meliudent Rapid Repair, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya) bir cam kap içinde homojen kıvama gelene kadar karıştırılmıştır. Karıştırılan akrilik hamuru akışkan kıvamda iken özel kalıba yerleştirilmiş ve üzeri camla düzeltilmiştir. Polimerizasyonun tamamlanmasının ardından tesviyesi yapılmıştır.

3-Mikrodalga ile polimerize akrilik: ACRON MC (GC Europe, Leuven)

Her bir gruptaki hazırlanan akrilik örnekler bekletilecekleri sıvı tipine göre 4 alt gruba (distile su, çay, kahve, kola) ayrılmıştır (n=5).

1: Distile su; kontrol grubu, 2: Kahve; 2 gr kahve (Nescafe Classic, Nestle SA, Vevey, İsviçre) 200 ml kaynamış suda karıştırılarak çözülüp süzümüştür. 3: Çay; 1 adet poşet çay (Yellow Label Tea, Lipton, Rize, Türkiye) 200 ml kaynamış suda 10 dk bekletilmiştir. 4: Kola (Coca-Cola, The Coca-Cola Co., İstanbul, Türkiye). Örnekler 20 mL'lik ölçeklerde falkon tüplere (ISOLAB Laborgeräte GmbH, Wertheim, Almanya) konulan içeceklerin içine yerleştirilmiş ve 48 saat enkübatörde bekletilmiştir. (Nüve EN 400, Nüve Laboratuvar ve Sterilizasyon Teknolojisi, Ankara, Türkiye).

İlgili süre sonunda her bir gruptaki örnekler akarsu altında yıkanmıştır. Alkali peroksit solüsyonu (Corega tabs) için, 200 ml suya (37°C) bir tablet eklenerek üreticinin talimatlarına göre hazırlanmıştır. Örnekler içerisinde protez temizleme tableti (Corega Parts, Stafford-Miller, Dungarvan Co. Waterford, İrland) bulunan suda 64 saat boyunca bekletilmiştir. Her 8 saatte bir solüsyon yenilenmiştir.

Renk Ölçümü

Örneklerin renk ölçümleri masaüstü spektrofotometre cihazı (Ci6X, x-rite, Grand Rapids, MI, USA) kullanılarak beyaz bir zemin üzerinde başlangıçta, sıvılarda 48 saat bekletildikten sonra ve protez temizleme tablet solüsyonunda 64 saat bekletme sonrası ölçülmüştür. Elde edilen değerlerin ortalaması elde edilmiştir. Ölçümler beyaz arka plan kullanılarak, D65 standart aydınlatma koşulları altında ve üretici firmanın talimatları doğrultusunda cihazın kalibrasyonu yapılarak gerçekleştirilmiştir. Renk analizinde, CIE Lab sistemine uygun olarak $L^*a^*b^*$ değerleri ölçülmüştür. Her örnek için yapılan üç ayrı ölçümün ortalaması alınmıştır. Renk değişiminin miktarı $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır.

Pürüzlülük Ölçümü

Örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri yüzey pürüzlülük cihazı (SJ-210, Mitutoyo, Tokyo, Japan) kullanılarak başlangıçta, sıvılarda 48 saat bekletildikten sonra ve protez temizleme tablet solüsyonunda 64 saat bekletme sonrası ölçülmüştür. Farklı zaman aralıklarında her bir örneğin merkezinden üç farklı bölgeden pürüzlülük ölçümü yapılmıştır. Profilometrenin ölçüm tablasına yerleştirilen her bir örneğin 3 farklı bölgesinden elmas iğne uç ile herhangi bir kuvvet uygulanmadan 0.5 mm/s hız ile ölçüm yapılmıştır. Örneklerin 3 farklı bölgesinden elde edilen pürüzlülük değerlerin ortalaması alınarak o örneğe ait Ra0 değeri elde edilmiştir. Temizleme solüsyonlarında bekletme sonrası her örnek akan su altında 5 saniye yıkanıp distile su ise her gün yenilenmiştir. Daha sonra her örnek için yüzey pürüzlülük ölçümleri Ra1 değerleri olarak tekrar elde edilmiştir.

İstatistiksel Yöntem

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edilmiştir. Renk değişim ve yüzey pürüzlülük değerlerinin sıvı tipi, yöntem ve zamana göre karşılaştırılmasında 3 yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. (p<0.05) Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişim değerlerinin sıvı tipi, yöntem ve zamana göre karşılaştırılmasında genelleştirilmiş lineer modeller yöntemi kullanılmış ve çoklu karşılaştırmalar LSD testi ile incelenmiştir. Pürüzlülük ve renk değişim arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiştir.

BULGULAR

Yüzey pürüzlülük değerleri sıvı tipi (p=0.008), yöntem (p<0.001), zamandan (p<0.001) ve yöntem*zaman etkileşiminden (p<0.001) etkilenmiştir. Sıvı tipi açısından değerlendirildiğinde, kahvede gözlenen yüzey pürüzlülük değerleri distile su ve kolada gözlenen değerlerden daha yüksek gözlenmiştir (p≤0.029). Yöntem açısından değerlendirildiğinde, otopolimerize akril örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri ısı ile polimerize ve mikrodalga akrilik örneklerden daha yüksek gözlenmiştir (p=0.000). Zaman açısından değerlendirildiğinde, 64 saat bekletme sonrası yüzey pürüzlülük değerleri başlangıç ve 48 saat bekletme sonrası yüzey pürüzlülük değerlerine göre daha yüksek gözlenirken, (p=0.000) başlangıç ve 48 saat sonrası örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yöntem*zaman etkileşiminden değerlendirildiğinde, akrilik örneklerin hazırlanma yöntem tipine bağlı olmaksızın başlangıç ve 48 saat olan örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir farklılık yok iken, 64 saat bekletme sonrası yüzey pürüzlülük değerleri başlangıç ve 48 saat sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinden yüksek gözlenmiştir (p=0.000). Altmış dört saat bekletme sonrası, otopolimerize örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri, ısı ile polimerize ve mikrodalga ile polimerize örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinden yüksek bulunmuştur (p=0.000).

Renk değişim değerleri sıvı tipi (p=0.012), yöntem (p<0.001) ve zamandan (p<0.001) anlamlı olarak etkilenmiştir. İlave olarak renk değişim değerleri sıvı tipi*yöntem*zaman etkileşiminden (p=0.001) anlamlı olarak etkilenmiştir. Sıvı tipi açısından değerlendirildiğinde, kola ve çayda bekletme sonrası renk değişim değerleri, kahvede bekletmeden daha yüksek gözlenmiştir (p≤0.007). Yöntem bakımından değerlendirildiğinde ısı ile polimerize ve mikrodalga ile elde edilen örneklerin renk değişim değerleri, otopolimerize örneklerden daha yüksek bulunmuştur (p=0.000). Zaman açısından değerlendirildiğinde, 48 saat bekletme sonrası renk değişim değerleri, 64 saat bekletme sonrası renk değişim değerlerinden daha yüksek gözlenmiştir (p=0.000).

Tüm grupların pürüzlülük ve renk değişim değerleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır ($p>0.05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı farklı tip akrilik rezinlerin farklı sıvılarda bekletme ve protez temizleme tableti ile temizlenme sonrası yüzey pürüzlülük ve renk değişiminin incelenmesidir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre farklı solüsyonlarda bekletilen ve temizleme işlemi uygulanan akrilik kaide materyallerinin renk ve yüzey pürüzlülük değerleri anlamlı bir şekilde değişmiştir. Bu sonuçlara göre çalışmamızın sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Tam protezlerin akrilik rezin kaideleri sürekli olarak yiyecek ve içeceklerle, yiyecek ve içeceklerin pH'ına ve pigmentlerine, temizlik ve dezenfeksiyon ürünlerinin etkilerine maruz kalmaktadır.^{10,11} Bu sık etkileşim, bu materyallerin hem rengini hem de yüzey pürüzlülüğünü bozarak bu protezlerin estetik, fiziko-mekanik özelliklerine ve dayanıklılığına zarar vermektedir.¹² Yüksek dönüşüm oranına sahip polimetil metakrilat ve renk değişimlerinden sorumlu olduğu bildirilen yüksek dibenzoyl peroksit içeriği kullanılarak üretilen akrilik esaslı rezin malzemeler tükürükte bulunan glukoproteinlerden oluşan peliküller ve gıdalardaki renklendiricilerden daha çabuk etkilenecek renk değişimine uğramaktadır.¹³

Renk değişiklikleri iç veya dış faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. İç faktörler esas olarak materyallerin kimyasal yapısını değiştirerek etkilerini gösterirken, dış faktörler materyalin yüzey özelliklerine ve ağız ortamına bağlıdır.¹³ Akrilik rezin, polimetilmetakrilat moleküllerinin polaritesi nedeniyle çözücü veya suyu emme eğilimindedir. Emilen çözücü polimer ağına difüze olarak polimerik bağlantıları bozar ve hidrolitik bozulmaya neden olarak akrilik rezinin renk değişimine yol açar.¹⁴ Hong ve ark. ve Sarac ve ark. protez temizleyicilerinin akrilik rezin materyallerinin rengini değiştirebileceğini bildirmişlerdir.^{15,16}

Çalışmamızda kahve ve protez temizleyicisi kullanımı ısı ve mikrodalga ile polimerize edilen akrilik rezinlerin rengini önemli ölçüde değiştirmiştir. Ayaz ve ark.,³ çalışmamıza benzer şekilde kahve ve protez temizleyici çözeltilerine daldırdıktan sonra, tek başına ve birlikte hem ısı ile hem de mikrodalga ile polimerize edilmiş protez esaslı rezinlerde kayda değer renk değişiklikleri gözlemlemiştir.³ Kahve içen bir kişinin günde 3,2 kupa kahve tükettiği varsayılarak örneklerin kahvede 48 saat bekletilmesi iki aylık kahve tüketimine karşılık gelmektedir.¹⁷ Çalışmamızla uyumlu olarak Hollis ve ark. ve Lai ve ark. kahve solüsyonuna daldırdıktan sonra akrilik rezinlerde renk değişiklikleri olduğunu belirtmişlerdir.^{18,19} Bir başka çalışmada May ve ark. mikrodalga polimerize akrilik rezinlerin hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında geleneksel malzemelere göre daha düşük renk stabilitesi gösterdiğini belirtmişlerdir.²⁰

Mutlu-Sagesen ve ark. hareketli protezlerde kullanılan porselen, rezinle güçlendirilmiş akrilik ve akrilik protez kaide materyallerinde en büyük renk değişimine kahvenin neden olduğunu bildirmiştir.²¹ Başka bir çalışmada, çayın kahveye kıyasla rezin esaslı malzemelerde daha belirgin renk değişimine neden olduğu bildirilmiştir.²² Çay yaprakları önemli miktarda flavonoid içerdiğinden, bu flavin içeriğinin polimerlerde renk değişikliğine neden olduğu bildirilmektedir.²³

Benzer şekilde, kahvede bulunan kafein ve kafeik asit de polimerik malzemelerde renk değişikliğine yol açabilmektedir.²³ Um ve Ruyter²² beş farklı rezin esaslı materyali 48 saat kahve ve çay solüsyonlarında beklettikten sonra mevcut çalışmaya benzer şekilde çay solüsyonunda kahveye oranla daha fazla renklenme gözlemlemiştir. Çaya bağlı olan bu renklenme kahveye oranla çalışmamızdaki ısı ile polimerize olan örneklerle benzer şekilde sadece yüzey tarafından absorbe edildiği için daha kolay giderilebilmiştir. Mevcut çalışmada kahveye bağlı olan renklenmenin Corega protez temizleyici sonrası daha yüksek çıkmasının nedeni hem yüzey absorpsiyonu, hem de renklendirici ajanların emiliminin birlikte etki göstermesi olabilir. Ayrıca kahveden gelen polar renklendiricilerin rezin malzemelerin polimer matrisleriyle daha uyumlu oldukları için rezin materyallerin daha derinine nüfuz ettikleri rapor edilmiştir.²⁴ Kahvenin renk değiştirmesine esas olarak polimerler tarafından absorbe edilen sarı renklendiriciler neden olurken^{25,26} tanik asit kahvenin lekelenme potansiyelinde önemli bir rol oynamaktadır.²⁷ Ayrıca başka bir çalışmada da Coca-Cola, çözeltiler arasında en düşük pH değerlerine

sahip olmasına rağmen kahveden daha düşük lekelenmeye neden olmuştur.²⁸

Hollis ve ark.,¹⁸ kahvede, kolada veya üzüm suyunda bekletilip Polident ve Efferdent gibi ticari protez temizleyicilerinde temizlendikten sonra üç farklı protez kaide rezininin (ısı ile polimerize Eclipse, ısı ile polimerize Lucitone 199 Heat ve otopolimerize Lucitone 199 Repair) renk stabilitesini bir spektrofotometre kullanarak ölçmüştür.¹⁸ Mevcut çalışmada, temizleme tableti kullanımı sonrası kahve çaydan daha fazla lekelenmeye neden olmuştur, çünkü çay renklenmesi esas olarak yüzey absorpsiyonundan kaynaklanırken, kahve lekelenmesi renklendiricilerin hem absorpsiyonunu hem de emilimini içerir. Um CM ve Ruyter IE, sarı renklendiricilerin farklı polaritelere sahip olduğunu, kahvenin sarı renklendiricilerinin daha az polar olduğunu ve dolayısıyla çayın sarı renklendiricilerinden daha az hidrofilik olduğunu bildirmiştir.²² Bu nedenle, çaydaki renk değişikliği kahveye kıyasla daha kolay giderilmiştir. Temizleyiciler tarafından oluşturulan hidrojen peroksit çözeltisi, alkali deterjanlarla birlikte mekanik temizliğe yardımcı olur.²⁹ Trisodyum fosfat, sodyum bikarbonat veya su ile sodyum perborat içerenlere göre leke çıkarmada daha etkilidir.³⁰

Kahve, kola ve çayın akrilik dişler üzerindeki renklendirici etkileri nedeniyle, tüketimlerinin sınırlandırılması hastalar için protez materyallerinin renk stabilitesi açısından avantajlar sağlayabilir. Klinik diş hekimliğinde, klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği miktarı (ΔE) 3,3 olarak belirlenmiştir. Bu eşik ötesindeki değişiklikler kabul edilemez olarak değerlendirilmektedir.^{31,32} Bizim çalışmamızdaki değerler bu eşik sınırını 48 saat sonrasında geçmiş, ancak temizleme tableti sonrası bu değerler oldukça düşmüştür.

Bir tam protezin tatmin edici olarak kabul edilebilmesi için temel gerekliliklerden biri de, ağız mukozasıyla temas eden yüzeyin pürüzsüz olmasıdır. Bu nedenle, PMMA protez kaidesinin cilalanması ve pürüzsüzlüğünün korunması hasta konforuna, estetiğe ve mikroorganizmaların minimum düzeyde tutulmasına katkıda bulunur.³³ Pürüzlülük ortalaması olan Ra değeri uluslararası düzeyde en çok kullanılan evrensel pürüzlülük parametresidir. Plak birikimi için yüzey pürüzlülüğünün eşik değeri Ra = 0.2 μm olarak belirtilmiştir.³⁴ Bu değerin üstündeki pürüzlülüğün bakteri tutulumu ve plak birikiminde önemli artışa neden olduğu iddia edilmektedir.³⁵ Pürüzlülük optik özellikleri ve mikrobiyal yapışmayı etkileyerek yüzey alanının artmasına neden olarak pigmentlerin ve biyofilmin mekanik olarak tutulmasını destekler.^{36,37} Yüzey pürüzlülüğü, malzemelerin yüzey bütünlüğünü değerlendirmek, parlatma kapasitesini ve aşınma oranını belirlemek için önemli bir özelliktir.³⁸ Akrilik protezlerin yüzey dokusu, kalan metil metakrilat (MMA) monomeri, polimerizasyon teknikleri, polimerizasyon döngüleri, su depolama süreleri ve protez yıkama prosedürleri gibi çeşitli unsurlardan etkilenmektedir.³⁹ Gözeneklilik nedeniyle, pürüzlülük profili kalan MMA monomeri ile güçlü bir korelasyona sahiptir. Bu nedenle, kalan MMA monomer miktarını azaltmak için numuneler testten önce bir gün boyunca damıtılmış suya batırılmıştır.⁹ Yapılan çalışmalar, tam protezlerin yüzey topografisinin mikroorganizmaların tutunması ve yapışması için önemli olduğunu ve pürüzlü yüzeylerde bu oranın yüksek olduğunu göstermiştir.^{40,41} Plak birikimi ise protez stomatiti başta olmak üzere pek çok oral mukozal hastalığın sebebidir.³⁵ Ayrıca önceki çalışmalar, tam protez kullanan hastaların %11-67'sinde kötü hijyen nedeniyle Candida albicans enfeksiyonu olduğunu göstermiştir.⁴²

Protez kullanıcıları protez yüzeylerinde biyofilm oluşumunu önlemek için sıkı bir protez temizleme rejimine uymalıdır.⁴³ En yaygın olarak uygulanan yöntem basitliği, maliyet etkinliği ve organik birikintileri gidermedeki kanıtlanmış etkinliği nedeniyle diş fırçası ve diş macunu veya sabunla protez temizliğini içerir.⁴⁴ Protezleri kimyasal solüsyonlarda bekleterek yapılan temizleme yöntemleri, mekanik yöntemlerle kıyaslandığında kolay uygulanabilirlik ve etkili dezenfeksiyon avantajlarına sahiptir.⁴⁵ Bu kimyasal temizleyicilerinin protez kaide materyali ve yapıp dişlerdeki organik ve inorganik birikimlerin uzaklaştırılması sırasında materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerine olumsuz etkisinin olmaması önemli bir kriterdir.⁴⁶ Garcia ve ark.⁴⁷, Corega solüsyonunda çalışmamızla benzer şekilde günlük 8 saat bekletmeyi tercih etmişlerdir. Peroksit protez temizleyicileri sodyum perborat veya sodyum bikarbonat gibi efervesan bir bileşen içerir. Sodyum perborat tabletleri suda çözündüğünde alkali bir

peroksit çözeltisi oluşturmak için parçalanırlar. Bunu takiben, bu peroksit çözeltisi oksijeni serbest bırakarak mekanik mekanizmalarla plağı uzaklaştırır.⁴⁸ Sonuç olarak, bu protez temizleyicilerinin kullanımı polimerize akrilik rezinin hidrolizine ve parçalanmasına neden olabilir. Bu da bu temizleyicilerin protez kaidesinin renk stabilitesi üzerinde daha fazla azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu açıklayabilir.¹⁶ Durkan ve ark.⁴⁹ üç sodyum perborat içeren protez temizleyicisinin (Corega, Protefix, and Valclean) iki poliamidin ve kontrol olarak kullanılan bir PMMA polimerinin yüzey pürüzlülüğü, sertliği ve renk stabilitesi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. 20 gün boyunca tekrarlanan daldırma işleminden sonra, poliamidin yüzey pürüzlülüğü kullanılan çözümden bağımsız olarak artmıştır. Rezin numuneleri için pürüzlülüğe gözlenen artışın olası bir nedeni, araştırmada yüksek su sıcaklığı (50 °C) kullanılmasıdır.⁷ Al Thobity ve ark.² mevcut çalışmaya benzer şekilde protez temizleyicilerinin ısı ile polimerize akrilik rezinin fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu temizleyicilerin yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde artırdığını ve renk stabilitesini olumsuz etkilediği sonucuna varmıştır. Corega, her üç protez kaide rezinin yüzey pürüzlülüğünü distile sudan önemli ölçüde daha fazla arttırmış, ancak çalışmamıza benzer şekilde klinik olarak kabul edilebilir değerler içinde kalmış ve görsel olarak algılanabilir olmamıştır.⁸ Alkali peroksitlere daldırma sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki bu farklılıklar, protez temizleme maddesinin türü ve bileşimi, ısılatma sıcaklığı ve daldırma süresi gibi birçok farklı faktörün daldırma prosedürlerini etkileyebileceğini göstermektedir.² Daldırma sonrası yüzey pürüzlülüğünde önemli bir artış olmasına rağmen, daldırma sonrası ölçülen en yüksek yüzey pürüzlülük değerleri plak birikimi için bildirilen eşik değer olan 0,2 µm'in altında kalmıştır.^{34,50} Bu durum, numunelerin protez temizleme maddelerine daldırılmasının materyalin yüzeyini mikroorganizmaların yapışmasına karşı daha savunmasız hale getirmeyebileceğini göstermektedir.² Al-Thobity ve ark.², otopolimerize akrilik rezinin yüzey pürüzlülüğünü Corega'ya daldırılması sonrası çalışmamıza benzer şekilde önemli ölçüde arttırdığını bulmuştur. Otopolimerize akrilik rezinlerde, kimyasal aktivatör tarafından elde edilen düşük metakrilat dönüşüm derecesi nedeniyle, monomerin bir kısmı polimere dönüştürülürken, kalan monomer akrilik rezinin yüzey özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir.⁵¹ Daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri, otopolimerize akrilik rezinin yüzeyel tabakasında farklı seviyelerde artık monomer bulunması, polimer tozunun partikül boyutu veya toz-sıvı oranı ile ilgili olabilir.^{52,53} Başka bir çalışmada, dezenfeksiyon için Corega protez temizleyicisi kullanıldıktan sonra protez kaidesinin yüzey pürüzlülüğünde önemli bir artış olduğu bildirilmiştir.²

İlave olarak, temizleme solüsyonlarının beyazlatma etkisi temizleyici maddeleri hazırlamak için üretici tarafından tavsiye edildiği doğrultuda sıcak su kullanılmasıyla kaynaklanıyor olabilir. Bu da rezin malzemelerindeki renklendirici maddelerin açığa çıkmasına neden olabilir.^{16,54} Al-Thobity ve ark.² farklı dental akrilik materyallerin tüm renk parametrelerinin temizleme tabletlerinde bekletme işleminden etkilenip önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardır. Bu da temizleyici tabletlerin renklendirici maddeleri dışarı atma mekanizmalarından kaynaklanıyor olabilir.^{15,16} Bu çalışmada⁵¹, çalışmamıza benzer şekilde kimyasal temizlik maddelerinden herhangi birine daldırıldıktan sonra tüm protez kaide rezinleri için yüzey pürüzlülüğünde bir artış bulunmuştur. Bu artış temizleyici maddelerin peroksit içeriğine, oksijenasyon seviyesine ve ısılatma sıcaklıklarına bağlanabilir. Bazı çalışmalar peroksit solüsyonundan salınan oksijenin protez temizleyicisindeki oksitleyici ajanların lekeleri çıkardığını rapor etmişlerdir.^{29,34,52,55,56} Diğer çalışmalar da çalışmamıza olduğu gibi Corega'ya daldırıldıktan sonra ısı ile polimerize akrilik rezin materyalinin yüzey pürüzlülüğünde önemli bir artış olduğunu bildirmişlerdir.^{52,57} Bu çalışmanın sonuçlarına uygun olarak, Peracini ve ark.⁵⁸, Coelho ve ark.⁵⁹ Corega Tabletlerle daldırma sonrasında renk değişiklikleri bildirmiş ve alkali peroksit efervesan protez temizleyicilerinin dikkatli kullanılması gerektiği sonucuna varmıştır.

Bu çalışmanın en büyük limitasyonu tüm prosedürün *in vitro* olarak yapılması, renk değişimini ve pürüzlülüğü etkileyebilecek tükürük ve protez biyofilminin olmamasıdır. Gelecekteki çalışmalar, ısı ve mikrodalga ile polimerize edilmiş akrilik rezinlerdeki renk değişimindeki önemli farkı açıklamak için polimerizasyon derecesi ve dönüşüm derecesi çalışmalarını içermelidir. İlave olarak, rengi bozulan bu akrilik rezinlerde yüzeylerin yeniden cilalanmasının etkisi araştırılmalıdır.³ Protez temizleme solüsyonlarının protez

malzemelerinin özellikleri ve ağız sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerini araştırmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Otopolimerize akrilik örnekler, ısı ile polimerize ve mikrodalga akrilik örneklerden daha yüksek pürüzlülük göstermiştir.
2. Kahve solüsyonu, akrilik materyallerde koladan daha yüksek pürüzlülüğe neden olmuştur.
3. Corega temizleme solüsyonunda 64 saat bekletme sonrası otopolimerize örneklerin yüzey pürüzlülüğü diğer gruplardan daha fazla bulunmuştur.

Kola ve çayda bekletme sonrası renklenme kahveden daha fazla bulunmuştur. 48 saat renklendirici solüsyonlarda bekletme sonrası renk değişimi 64 saat protez temizleme solüsyonunda bekletme sonrasına kıyasla özellikle kahvede daha yüksektir. Alkalen peroksit solüsyonunda bekletmenin renk değişimini tüm kaide materyallerinde azalttığı bulunmuştur. Bu faktörler, hastanın diyet eğitiminin önemi daha fazla vurgulanarak önleme teşviği için dikkate alınmalıdır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ND (%60) MGS (%40)
Veri Toplanması | Data Acquisition: MK (%70) TÖY (%30)
Veri Analizi | Data Analysis: MK (%80) TÖY (%20)
Makalenin Yazımı | Writing up: TÖY (%60) ND (%30) MGS (%10)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: TÖY (%60) ND (%30) MGS (%10)

KAYNAKLAR

- Alqanas SS, Alfuhaid RA, Alghamdi SF, Al-Qarni FD, Gad MM. Effect of denture cleansers on the surface properties and color stability of 3D printed denture base materials. *J. Dent.* 2022;(120):104089.
- Al-Thobity AM, Gad M, ArRejaie A, Alnassar T, Al-Khalifa KS. Impact of Denture Cleansing Solution Immersion on Some Properties of Different Denture Base Materials: An In Vitro Study. *J. Prosthodont.* 2019;28:913-919.
- Ayaz EA, Üstün S. Effect of Staining and Denture Cleaning on Color Stability of Differently Polymerized Denture Base Acrylic Resins. *Niger J Clin Pract.* 2020;23(3):304-309.
- Craig. *Craig's Restorative Dental Materials.* St. Louis: Mosby Elsevier; 2006.
- Şanal FA, Kılınç H. Staining Susceptibilities of Two Different Shaded Acrylic Denture Teeth and Effectiveness of Brushing Versus Denture Cleansers on the Stain Removal: An in Vitro Study. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Derg.* 2020;11(1):9-14.
- Sharifpour A, Hamedirad F, Aziziz H, et al. The Effect of Denture Cleansers on Transverse Strength and Color Stability of Heat Cure Polymerizing Acrylic Resins. *J Popul Ther Clin Pharmacol.* 2023;30(16):553-561.
- Hamada M, Alam-Eldein A, Shorbagy Z. The effect of ozonated water versus alkaline peroxide cleaners on colour stability, surface roughness and hardness of two different denture base materials. *Egypt Dent J.* 2022;68:2613-2624.
- Pandey S, Rahangdale T, Shrivastava S, Ninan RK, Newaskar PS, Mishra N. Effect of Chemical Denture Cleansers on Physical Properties of Different Acrylic Resins - An Invitro Study. *J Pharm Negat Results.* 2022;13(7):1382-1391.
- Kyathappa P, Jacob SS, Singh DK, et al. Influence of Three Different Denture Cleansers on Surface Roughness and Strength of Heat-polymerizing Resin: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2023;24(8):556-559.
- Reggiani MGL, Feitosa FA, Araujo RM de. Color stability of artificial teeth after exposure to acid and staining agents. *Braz Dent Sci.* 2015;18:60-66.
- Bettencourt AF, Neves CB, de Almeida MS, et al. Biodegradation of acrylic based resins: A review. *Dent Mater.* 2010;26:171-180.
- Safari A, Vojdani M, Mogharrabi S, Iraj Nasrabadi N, Derafshi R. Effect of beverages on the hardness and tensile bond strength of temporary acrylic soft liners to acrylic resin denture base. *J Dent (Shiraz).* 2013;14:178-183.
- Motayaghani R, Ebrahim Adhami Z, Taghizadeh Motlagh SM, Mehrara F, Yasamineh N. Color changes of three different brands of acrylic teeth in removable dentures in three different beverages: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2020;14(3):159-165.
- Agrawal SS, Kukde MM, Lahoti KK, Gade JR, Bankar NJ. Colour Stability of Two Different Denture Base Resins and the Efficacy of Two Denture Cleansing Agents after Tea and Coffee Staining: An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2024;18(4):42-46.
- Hong G, Murata H, Li Y, Sadamori S, Hamada T. Influence of denture cleansers on the color stability of three types of denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent.* 2009;101:205-213.
- Sarac D, Sarac S, Kurt M, Yuzbasioglu E. The effectiveness of denture cleansers on soft denture liners colored by food colorant solutions. *J Prosthodont.* 2007;16:185-191.
- Güler E, Yücel A, Gönülol N, Yılmaz F, Ersöz E. Farklı içeceklerde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin karşılaştırılması. *J Dent Fac Atatürk Uni.* 2013;21:24-29.
- Hollis S, Eisenbeisz E, Versluis A. Color stability of denture resins after staining and exposure to cleansing agents. *J Prosthet Dent.* 2015;114:709-714.
- Lai YL, Lui HF, Lee SY. In vitro color stability, stain resistance, and water sorption of four removable gingival flange materials. *J Prosthet Dent.* 2003;90:293-300.
- May KB, Shortwell JR, Koran A, Wang RF. Color stability: Denture base resins processed with the microwave method. *J Prosthet Dent.* 1996;76:581-589.
- Mutlu Sagesen L, Ergün G, Ozkan Y, et al. Color stability of different denture teeth materials: an in vitro study. *J Oral Sci.* 2001;43:193-205.
- Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991;22:377-386.
- Keskin S. The treatment of prosthetic dental materials with hypochlorite. MSc thesis. Ankara: Middle East Technical University; 2002.
- Imirzalioglu P, Karacaer O, Yılmaz B, Ozmen Msc I. Color stability of denture acrylic resins and a soft lining material against tea, coffee, and nicotine. *J Prosthodont.* 2010;19(2):118-124.
- Sepulveda-Navarro WF, A-C BE, Borges CP, et al. Color stability of resins and nylon as denture base material in beverages. *J Prosthodont.* 2011;20:632-638.
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of esthetic restorative materials. *J Dent.* 2005;20:389-398.
- Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, et al. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005;94:118-124.
- Papathanasiou I, Papavasiliou G, Kamposiora P, Zoidis P. Effect of Staining Solutions on Color Stability, Gloss and Surface Roughness of Removable Partial Dental Prosthetic Polymers. *J Prosthodont.* 2022;31(1):65-71.
- Budtz-Jørgensen E. Materials and methods for cleaning dentures. *J Prosthet Dent.* 1979;42(6):619-623.
- Makhija PP, Shigli K, Awinashe V. Evaluating the efficacy of denture cleansing materials in removing tea and turmeric stains: An in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2016;27(5):528.
- Eldiwan, M, Friedl KH, Powers JM. Color stability of light-cured and post-cured composites. *Am J Dent.* 1995;8:179-181.
- Shotwell JL, Razzoog ME, Koran A. Color stability of long-term soft denture liners. *J. Prosthet Dent.* 1992;68:836-838.
- Bitencourt SB, Catanoze IA, da Silva EVF, Dos Santos PH, Dos Santos DM, Turcio KHL, Guiotti AM. Effect of acidic beverages on surface roughness and color stability of artificial teeth and acrylic resin. *J Adv Prosthodont.* 2020;12(2):55-60.
- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13:258-269.
- Bozoğulları HN, Üstün Ö. Protez Temizleme Ajanlarının Diş Eti Karakterizasyonunda Kullanılan Farklı Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Değerlendirilmesi. *Selcuk Dent J.* 2022;9:831-838.
- Izumida FE, Jorge JH, Ribeiro RC, Pavarina AC, Moffa EB, Giampaolo ET. Surface roughness and Candida albicans bio-film formation on a relined resin after long-term chemical disinfection and toothbrushing. *J Prosthet Dent.* 2014;112:1523-1529.
- Neppelenbroek KH, Kuroishi E, Hotta J, et al. Surface properties of multilayered, acrylic resin artificial teeth after immersion in staining beverages. *J Appl Oral Sci.* 2015;23:376-382.
- Briso AL, Caruzo LP, Guedes AP, Catelan A, dos Santos PH. In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Oper Dent.* 2011;36:397-402.
- Sharma P, Garg S, Kalra NM. Effect of denture cleansers on surface roughness and flexural strength of heat cure denture base resin-an in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(8):94-97.
- Morgan TD, Wilson M. The effects of surface roughness and type of denture acrylic on biofilm formation by Streptococcus oralis in a constant depth film fermentor. *J Appl Microbiol.* 2001;91:47-53.
- Charman KM, Fernandez P, Loewy Z, Middleton AM. Attachment of Streptococcus oralis on acrylic substrates of varying roughness. *Lett Appl Microbiol.* 2009;48:472-477.
- Müller F. Oral hygiene reduces the mortality from aspiration pneumonia in frail elders. *J Dent Res.* 2015;94(3):14-16.
- De Andrade IM, Silva-Lovato CH, de Souza RF, Pisani MX, de Andrade KM, Aranhos HD. Trial of experimental toothpastes regarding quality for cleaning dentures. *Int J Prosthodont.* 2012;25(2):157-159.
- De Freitas Pontes KM, de Holanda JC, Fonteles CS, de Barros Pontes C, da Silva CH, Paranhos HD. Effect of toothbrushes and denture brushes on heat-polymerized acrylic resins. *Gen Dent.* 2016;64(1):49-53.
- Işeri U, Uludamar A, Ozkan YK. Effectiveness of different cleaning agents on the adherence of Candida albicans to acrylic denture base resin. *Gerodontology.* 2011;28:271-276.

46. Pisani MX, Macedo AP, Paranhos Hde F, Silva CH. Effect of experimental *Ricinus communis* solution for denture cleaning on the properties of acrylic resin teeth. *Braz Dent J.* 2012;23:15-21.
47. Garcia RM, Léon BT, Oliveira VB, Del Bel Cury AA. Effect of a denture cleanser on weight, surface roughness, and tensile bond strength of two resilient denture liners. *J Prosthet Dent.* 2003;89(5):489-94.
48. Nikawa H, Hamada T, Yamamoto T. Denture plaque past and recent concerns. *J Dent.* 1998;26:299-304.
49. Durkan R, Ayaz EA, Bagis B, Gurbuz A, Ozturk N, Korkmaz FM. Comparative effects of denture cleansers on physical properties of polyamide and polymethyl methacrylate base polymers. *Dent Mater J.* 2013;32:367- 375.
50. Gungor H, Gundogdu M, Yesil Duymus Z: Investigation of the effect of different polishing techniques on the surface roughness of denture base and repair materials. *J Prosthet Dent.* 2014;112:1271-1277.
51. Vergani CE, Seo RS, Pavarina AC, et al. Flexural strength of autopolymerizing denture reline resins with microwave postpolymerization treatment. *J Prosthet Dent.* 2005;93:577-583.
52. Machado AL, Breeding LC, Vergani CE, et al. Hardness and surface roughness of reline and denture base acrylic resins after repeated disinfection procedures. *J Prosthet Dent.* 2009;102:115-122.
53. Murata H, Chimori H, Hong G, et al. Compatibility of tissue conditioners and denture cleansers: influence on surface conditions. *Dent Mater J.* 2010;29:446-453.
54. McNeme SJ, von Gonten AS, Woolsey GD. Effects on laboratory disinfecting agents on color stability of denture acrylic resins. *J Prosthet Dent.* 1991;66:132-136.
55. Yatabe M, Seki H, Shirasu N, et al. Effect of the reducing agent on the oxygen inhibited layer of the cross-linked reline material. *J Oral Rehabil.* 2001;28:180-185.
56. Abelson DC. Denture plaque and denture cleansers: review of the literature. *Gerodontics.* 1985;1:202-206.
57. Berger JC, Driscoll CF, Romberg E, et al. Surface roughness of denture base acrylic resins after processing and after polishing. *J Prosthodont.* 2006;15:180-186.
58. Peracini A, Davi LR, Riberio NQ, Souza RF, Lovato da Silva CH, Paranhos HFO. Effect of denture cleansers on physical properties of heat polymerized acrylic resin. *J Prosthodont Res.* 2010;54:78-83.
59. Coelho SRG, da Silva MDD, Nunes TSBS, Viotto HEC, Marin DOM, Pero AC. Effect of immersion in disinfectants on the color stability of denture base resins and artificial teeth obtained by 3D printing. *J Prosthodont.* 2024;33:157-163.

Effect Of Preheating On Color Stability Of Two Different Nanohybrid Composite Resins

Ön Isıtma İşleminin İki Farklı Nanohibrit Kompozit Rezinin Renk Stabilitesine Etkisi

Sultan AKTUĞ KARADEMİR^a, Samet ATASOY^a, Serdar AKARSU^a

^aOrdu University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Ordu, Turkey

^aOrdu Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Hekimliği AD, Ordu, Türkiye

ABSTRACT

Background: Preheating of composite resins has become widespread in recent years in order to improve the properties of the material. The aim of the study was to evaluate the effect of preheating on the color stability of two different composite resins.

Methods: In this study, 48 composite discs (2*8mm) were used, 24 of which were universal nanohybrid composite (Clearfil Majesty Estetic (CME), Kuraray, Japan) and 24 posterior nanohybrid composite (Clearfil Majesty Posterior (CMP), Kuraray, Japan). Half of the samples in each group were prepared by preheating at room temperature and the other half at 55°C (n:12). After the curing process, the samples were kept in distilled water at 37°C for 24 hours. Color was initially measured with a spectrophotometer after soaking in a coffee solution for 1 week and 1 month. Data were analyzed via SPSS 22.0 Two-Way Anova, Post-Hoc Tukey and Paired Samples T test.

Results: After storage in coffee solution, CME became significantly less discolored than CMP (p<0.05). There was a slight increase in coloration in the preheating groups of composite resins, but it wasn't statistically significant (p>0.05). The difference between 1-week and 1-month color changes in both composite groups was statistically significant (p<0.001).

Conclusions: Within the limitations of this study, preheating didn't have a positive effect on the color stability of the composite resins. The preheating method, which has become more common in recent years to improve the mechanical properties of composite resins, may not provide any benefit in the color stability of composite resins.

Keywords: Color Stability, Composite, Discoloration, Preheating, Spectrophotometer

INTRODUCTION

Composite resins, which are among the restorative materials frequently used in dentistry in recent years, offer advantages to clinicians such as bonding to enamel and dentin, color and mechanical properties similar to natural teeth, easy applicability, and relatively low cost.¹ However, insufficient polymerisation, volumetric shrinkage which always accompanies the polymerization reaction of composite resins containing dimethylpropionate groups to a certain degree (2.7%-7.1%), bonding failure, microcracks in the material and secondary caries, and postoperative sensitivity due to gaps between the composite resin and the cavity wall remain important limitations.² In addition, color change in the composite material negatively affects the long-term success of the restorations.^{3,4}

The change in composite resin color is a multifactorial phenomenon of endogenous or exogenous origin. Exogenous factors include the absorption of coloring materials from external sources related to the patient's eating and drinking habits, oral hygiene habits, and smoking habits. Meanwhile, endogenous factors include the chemical composition of the resin matrix, the amount, size, and distribution of filler particles, and changes in the interface between the matrix.^{3,5}

The color change of the resin matrix is related to the degree of conversion, physicochemical properties and hydrophilicity of the matrix.^{6,7} The polymerization reaction of light-cured composite resin occurs through the decomposition of the photosensitizer into free radicals. Free radicals become active centers and interact with monomers. The degree of monomer conversion affects the chemical

ÖZ

Amaç: Materyalerin özelliklerini geliştirmek amacıyla kompozit rezinlerin ön ısıtılması son yıllarda yaygınlaşmaktadır. Çalışmanın amacı, ön ısıtmanın iki farklı kompozit rezinin renk stabilitesi üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

Yöntemler: Bu çalışmada 24 universal nanohibrit kompozit (Clearfil Majesty Estetic (CME), Kuraray, Japonya) ve 24 posterior nanohibrit kompozit (Clearfil Majesty Posterior (CMP), Kuraray, Japonya) olmak üzere 48 kompozit disk (2*8mm) kullanıldı. Her gruptaki örneklerin yarısı oda sıcaklığında, diğer yarısı 55°C'de ön ısıtma uygulanıp hazırlandı (n:12). Polimerizasyonun ardından numuneler 37°C'de distile suda 24 saat bekletildi. Renk başlangıçta ve birinci hafta ile birinci ayda bir kahve solüsyonunda bekletmenin ardından bir spektrofotometre ile ölçüldü. Veriler SPSS 22.0 Two-Way Anova, Post-Hoc Tukey ve Paired Samples T testi aracılığıyla analiz edildi.

Bulgular: Kahve çözeltisinde beklemenin ardından CME, CMP'ye göre önemli ölçüde daha az renklendi (p<0.05). Kompozit rezinlerin ön ısıtma gruplarında renklenmede hafif bir artış oldu ancak istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05). Her iki kompozit grubunda 1 haftalık ve 1 aylık renk değişiklikleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0.001).

Sonuç: Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, ön ısıtmanın kompozit rezinlerin renk stabilitesi üzerinde olumlu bir etkisi olmamıştır. Kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla son yıllarda kullanımı yaygınlaşan ön ısıtma yöntemi, renk stabilitesi açısından herhangi bir fayda sağlayamayabilir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit, Ön Isıtma, Renklenme, Renk Stabilitesi, Spektrofotometre

stability of the material.^{8,9} Unconverted double carbon bonds can make the material more susceptible to degradation¹⁰, leading to the release of products such as formaldehyde and methacrylic acid and decreased color stability.¹¹

In addition to the past and present developments in the composition of composite resins, alternative strategies such as preheating the material at a certain temperature have been used in recent years to expand the applicability of composite resin. Various studies have been conducted on the effects of preheating on composite resins.¹²⁻¹⁶ Preheating of conventional composite resin can improve physicochemical properties by increasing the degree of conversion of monomers and cross-linking in polymer formation.^{17,18}

In this method, the material is heated at temperatures ranging from 30°C to 68°C before being placed in the cavity. This preheating of the composite results in increased molecular mobility, higher degree of polymerization, reduction of residual monomers, and increased fluidity.¹⁹

Studies have often focused on the changes in the mechanical properties of composite resins caused by preheating. However, studies on the changes caused by this method in the optical properties of composite resins are limited, and the results are contradictory, such as having a positive or negative effect on coloration²⁰ or no effect being observed.²¹ This study aimed to evaluate the effect of preheating on the color stability of composite resins on two different composite resins.

The first null hypothesis is that color stability would not be different

Gönderilme Tarihi/Received: 7 Mart, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 25 Nisan, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atrf Bilgisi/Cite this article as: Aktuğ Karademir S, Atasoy S, Akarsu S. Effect Of

Preheating On Color Stability Of Two Different Nanohybrid Composite Resins.

Selcuk Dent J 2025;12(1): 26-31 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1448606

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Sultan AKTUĞ KARADEMİR

E-mail: Sultan_721@hotmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1448606

between two composites with different components (universal/posterior) after soaking in coffee solutions. The second null hypothesis is that preheating would make no difference in the coloration of composite resins.

MATERIAL AND METHOD

Sample preparation

In this in vitro study, nanohybrid universal composite (Group 1: Clearfil Majesty Esthetic (A2), Kuraray, Okayama, Japan) and nanohybrid posterior composite (Group 2: Clearfil Majesty Posterior (A2), Kuraray, Okayama, Japan) were used. In total, 48 disc-shaped samples, 24 from each composite group, were prepared using Teflon molds with a depth of 2 mm and a diameter of 8 mm. The properties of the materials used in the study are listed in Table 1.

Table 1. Restorative Materials Used in the Study

Material	Type	Contents	Filler Ratio	Manufacturer/Lot
Clearfil Majesty Esthetic (CME)	Nanohybrid	• Silanated barium glass • Pre-polymerized organic filler • Bisphenol A diglycidyl methacrylate (Bis-GMA) • Hydrophobic aromatic dimethacrylate • dl-camphorquinone	40% Vol Particle size: 0.37µm-1.5µm	Kuraray, Tokyo, Japan LOT: 310241
Clearfil Majesty Posterior (CMP)	Nanohybrid	• Silanated glass ceramics • Surface treated aluminum oxide filler • Bisphenol A diglycidyl methacrylate (Bis-GMA) • Triethyleneglycol dimethacrylate (TEGDMA) • Hydrophobic aromatic dimethacrylate • dl-camphorquinone	82% VOL Particle size: 0.02µm-7.9µm	Kuraray, Tokyo, Japan LOT: 7F0096

The samples were divided into two groups according to the preparation temperature (n:12) as follows: Group 1a, Clearfil Majesty Esthetic (CME) 55°C; Group 1b, CME at room temperature; Group 2a, Clearfil Majesty Posterior (CMP) 55°C; and Group 2b, CMP at room temperature.

A composite heater (Micerium Ena Heat, Avegno, Italy) was used to heat the composite resins before polymerization, and the samples were heated to 55°C before polymerization. Considering the temperature loss of the composite material during manipulation, the highest temperature allowed by the device was preferred. In order to prevent heat dissipation, the composite was removed from the heater in the preheating groups and placed in the cavity within a maximum of 10 seconds.

The samples were prepared on a glass coverslip with mylar strips on the upper and lower surfaces. Pressure was applied to the glass slide from the upper surface as much as the molds allowed in order to obtain a smooth surface. The samples were polymerized with an LED light device (Elipar S10, 3M, Seefeld, Germany) for 20 s at a right angle, with the tip of the device in contact with the glass. A radiometer was used to monitor light intensity. The room temperature was kept at 25°C via air conditioning. Controls were made with a mercury thermometer.

Aluminum oxide disks (Soflex, 3M, USA) were used in the finishing and polishing processes of the samples. The disks were refreshed at each sample change. The polymerization was completed by keeping the samples, whose lower surfaces were marked with a bur, in distilled water at 37°C for 24 hours. The samples were then dried with moisture-absorbing paper.

Storage in colorant solution

3.6gr of coffee (Nescafe Gold) prepared and cooled in 300 ml of boiled water was used as the coloring agent. The samples were fixed to a base plate wax in accordance with the order in the initial color measurement and immersed in the coffee solution. During the experimental period, the solution was renewed daily and each time the samples were washed under running water for 1 minute to prevent ponding. Storage in coffee was repeated for 7 days then the process continued up to 28 days.

Color measurement

Color measurements were carried out by the same operator on a standard white background under constant laboratory lighting at the beginning (t0), after 7 days (t1) and 28 days (t2) of coffee storage. At

each of the t0, t1 and t2 measurements, L*, a* and b* values were recorded and averaged for three color measurements of each sample using a spectrophotometer ((Vita Easyshade V, Vita Zahnfabrik, Germany). Data were interpreted with the CIE L*a*b* system. While L* refers to the shade from black (0) to white (100). The a* indicates chromaticity from red (+80a*) to green (-80a*). The b* represents chromaticity from yellow (+80b*) to blue (-80b). Color differences between measurements at different times from the beginning were expressed as ΔE. The color change was calculated with the following formula.⁷

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}.$$

Statistical analysis

The Shapiro-Wilk test was used to determine whether the data were normally distributed, and it was observed that the data was normally distributed (p>0.05). Data were analyzed at 95% significance level using IBM SPSS (22.0) (IBM-SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). Differences between groups were evaluated by two-way analysis of variance (ANOVA) and post-hoc Tukey test for multiple comparisons of groups. Paired sample t test was used to examine color changes between times t1 and t2.

RESULTS

After soaking in coffee solution, both composite resins demonstrated color change at varying rates. When the color change (ΔE) data between the groups was examined after 1 week of storage in coffee, the least color change was observed in CME at room temperature [Group 1b (3.52±0.40)], while the highest color change was observed in CMP at room temperature [Group 2b (8.85±0.67)]. Color change data for the groups are shown in figure 1.

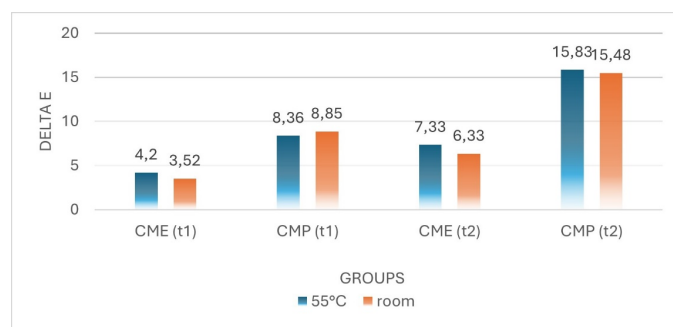


Figure 1. Color change in composites at both temperatures for times t1 and t2

When the color change data in the first week was examined, the effect of composite type on color change was significant (p<0.001), while the effect of temperature was not significant (p=0.718). The composite-temperature interaction was statistically significant (p=0.027). In the double examination of the ΔE values between the groups, the difference between group 1a/group 1b (p=0.255) and group 2a/2b (p=0.533) was insignificant, and the difference between the other groups was significant (p<0.05). The mean ΔE values, standard deviations, and p values for 1-week storage in coffee solution of both composite resins applied at two different temperatures are listed in Table 2.

Table 2. Color change data for the groups in the first week (t1)

Composite	Temperature	n	Mean ± SD
CME (Group 1)	55 °C (a)	12	4.20±0.71 ^a
	Room (b)	12	3.52±0.40 ^a
CMP (Group 2)	55 °C (a)	12	8.36 ±1.41 ^b
	Room (b)	12	8.85±0.67 ^b

p value/ composite: <0.001*, temperature: 0.718, composite*temperature: 0.027*
Mean with different letters in the same column indicate statistically significant difference, *: significant (p < 0.05).

The lowest color change of 1-month-old coffee during storage was observed in CME at room temperature [Group 1b (6.33±1.19)], whereas the highest color change was observed in CMP at 55°C [Group 2a (15.83±1.88)].

According to the color change data in the first month, the effect of composite type on color change was significant ($p < 0.001$), while the effect of temperature was not significant ($p = 0.068$). The composite-temperature interaction was not statistically significant ($p = 0.385$). In the double examination of the ΔE values between the groups, the difference between group 1a/group 1b ($p = 0.226$) and group 2a/2b ($p = 0.896$) was insignificant, and the difference between the other groups was significant ($p < 0.05$). The mean ΔE values, standard deviations, and p values for 1-month storage in coffee solution of both composite resins applied at two different temperatures are listed in Table 3.

Table 3. Color change data for the groups in the first month (t2)

Composite	Temperature	n	Mean $\pm$ SD
CME (Group 1)	55°C (a)	12	7,33 $\pm$ 0,55 ^a
	Room (b)	12	6,33 $\pm$ 1,19 ^a
CMP (Group 2)	55°C (a)	12	15,83 $\pm$ 1,88 ^b
	Room (b)	12	15,48 $\pm$ 1,01 ^b

p value/ composite: <0.001*, temperature: 0.068, composite*temperature: 0.385
Mean with different letters in the same column indicate statistically significant difference, *: significant ($p < 0.05$).

When the difference between times was examined, the difference between 1-week (t1) and 1-month (t2) color changes for all groups was statistically significant ($p < 0.001$). The minimum, maximum, average ΔE values, standard deviations and p values of both composites applied at two different temperatures between times t1 and t2 are listed in Table 4. The increase in color change over time is shown in figure 2.

Table 4. Statistical analysis data of the color change difference between t2 and t1 times

Paired Samples Test					
Composite	Temperature	n	Time	Mean	p
CME (Group1)	55 °C (1a)	12	t2- t1	3.13 $\pm$ 0.57	<0.001
	Room (1b)	12	t2-t1	2.81 $\pm$ 1.11	<0.001
CMP (Group 2)	55 °C (2a)	12	t2-t1	7.47 $\pm$ 1.17	<0.001
	Room (2b)	12	t2-t1	6.62 $\pm$ 1.21	<0.001

Statistical significance $p < 0.05$

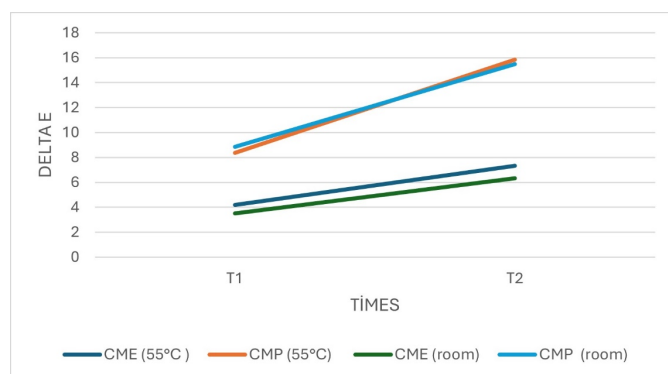


Figure 2. Increasing color change over time (t2-t1) in group

DISCUSSION

The first null hypothesis tested in this study was rejected as soaking in CME coffee solutions demonstrated significantly less color change. In the results of this study, preheating slightly increased the color change in both composite resins, but this increase was not statistically significant. Therefore, the second null hypothesis was accepted.

Significant differences in preheating device, heating time, and temperature have been reported in previous studies.²² In the preheating method, devices such as Calset, Ena Hat, and Hot Set are more popular and reliable than keeping it in a hot water bath. Preheating temperature varies between 30°C and 68°C, and duration varies between 5 and 15 min.²² Previous studies have reported that after pre-heating the composite resin, the temperature drops rapidly during application, and the working time is 10-15 s.²³ In this study, a

composite heater (Micerium Ena Heat, Avegno, Italy), which is a more reliable method, was used instead of a water bath. To minimize heat loss during placement, the samples were heated to the highest possible temperature (55°C) for 15 min and prepared with a working time of 10 s.

In most studies comparing coloration in different solutions, the highest coloration was observed in coffee after storage.^{24,25} In this study, coffee-coloring solution was preferred in order to examine the results more clearly. Color was measured on days 7 and 30 with the VITA Easy Shade V spectrophotometer (Vita Zahnfabrik, Germany), which provides objective and reliable results owing to LED technology independent of ambient light. It has been reported that an average of 2-3 cups of coffee are drunk per day and the average drinking time is 15 minutes.²⁶ Therefore, approximately 30 months of coffee consumption was simulated with 30 days of coffee storage.

The color stability of composite resins is mainly related to the polymerization level as well as the resin matrix of the material, type, size, and shape of inorganic filler particles.²⁷ The resin matrix absorbs water to compensate for polymerization shrinkage due to the hydrolytic stability of the material.^{28,29} This weakness in stability causes discoloration owing to poor bonding of the material to the resin-filler interface, deterioration of silanisation, and decrease in the physical properties of the material.^{24,29} It has been reported that composites containing higher concentrations of triethyleneglycol dimethacrylate (TEGDMA) in the resin matrix are more prone to discoloration than those containing higher concentrations of urethane dimethacrylate.³⁰⁻³³ With these monomers, the resin matrix becomes more hydrophilic and the absorption of water and other liquids increases, resulting in a color change in the material.^{30,34,35} In this study, the least color change was observed in CME, which is a nanohybrid composite, on both the 7th (3.52 $\pm$ 0.40) and 30th days (6.33 $\pm$ 1.19). CMP was significantly more colored than CME in both time periods. These results can be associated with the TEGDMA content in the resin matrix of CMP, unlike CME, and its larger inorganic particle size compared to CME.

In the study of Tekçe N. et al., where they examined the surface roughness of CME and CMP with an atomic force microscope, CMP demonstrated significantly more surface roughness than CME after 1 year of storage in water.³⁶ Considering the importance of maintaining surface smoothness in the color stability of the material, these results support the results of our study.

Recent studies have focused on heating composite resin to improve its properties.^{12,37,38} Although heating the composite resin before photopolymerisation reduces the viscosity, it can improve its mechanical properties, including an increase in the conversion rate and surface hardness.^{14,16} However, the effect of preheating on the color stability of composite resin remains controversial. Previous studies have reported that preheating the composite resin achieves a higher degree of conversion by increasing the mobility of radicals.^{13,39} However, whether increased conversion affects the color stability of the material is debatable. Mundim et al. have reported that although pH increased the degree of transformation, it had no effect on color stability.²¹

The composition of composite resin affects how the material responds to preheating because thermal conductivity can be affected by the filler content as well as the distribution of the filler in the composite resin and the particle type, shape, and size.^{40,41} Although less thermally conductive than the filler content, the organic matrix may be more responsive to preheating. In our study, preheating increased the color change of CME on the 7th day and both CMP and CME on the 30th day, but this increase was not statistically significant ($p > 0.05$). In the study of Abdulmajeed AA et al. in which they examined the wear and color stability of conventional and bulk fill composites with preheating, preheating increased the coloration of Filtek One Bulk Fill Restorative in coffee solution, although this increase was not significant.⁴² In the same study, preheating slightly decreased the coloration of Filtek Supreme Ultra, although this decrease was not statistically significant. These results confirm that the effect of preheating is affected by the composite resin composition.

In the study of Alizadeh Oskoei P et al., where they examined the

effectiveness of preheating on the surface roughness and coloration of composite resins in silorane-based composite resin, the preheating process increased color change compared to room temperature, and this increase was not statistically significant. In the same study, preheating significantly increased the surface roughness of composite resins.⁷ Consistent with the results of our study, this increase in the coloration of the preheated groups, the weakened covalent bond between the quartz particles and resin matrix caused by heating may cause further separation of the filler particles⁴⁴ and thus, the increase in roughness.

In the studies of Kahnamouei MA et al., 40 rounds of repeated preheating significantly increased the coloration of the composites used.⁴³ In the results of our study, the coloration increase in the preheated groups was not statistically significant, although the preheating process was applied once. Considering that the composite tubes are used repeatedly under clinical conditions, the effect of preheating on the color stability of the composite resin is worrying.

In the study of Farideh Darabi et al., in which they evaluated the effectiveness of preheating on coloration in tea, coffee, and distilled water, preheating significantly decreased the coloration in coffee samples, whereas no significant effect was observed in samples stored in tea. In distilled water, although coloration increased in the preheating group, this increase was not statistically significant.⁴⁴ Although preheating increases the degree of polymerization, its effectiveness on the resin matrix, weakened covalent bonds and particle breakage may make the material prone to water absorption and therefore, coloration.⁴³ Owing to the different results in different solutions, concluding that preheating is a useful method on coloration may be difficult.

The most recently accepted threshold values for tooth-colored materials are reported as ≥ 1.2 for detectability and < 2.7 for acceptability.⁴⁵ In this study, all samples demonstrated color change that was detectable to the human eye and clinically unacceptable ($\Delta E > 2.7$). Although continuous immersion of the composite samples applied in our study in coffee solution for 7 days and 30 days is insufficient to simulate the washing effect of saliva in clinical conditions, this method has been used previously in vitro.⁴⁶

In fact, continuous immersion can be interpreted as an accelerated method of dyeing materials. The immersion period used in this study corresponds to a significantly longer period (approximately 30 months) in clinical conditions. In this study, coloration increased significantly with time. These results are consistent with those of other studies that also evaluated intertemporally.^{47,48} An important limitation in our study was that the colors of the samples were not measured after coloring them in coffee and then repeating their polishing. Zajkani et al. They reported that the color change of composite resins colored in coffee and tea decreases after repolishing.²⁶ Additionally, in vivo conditions, the color change of the materials is less due to the washing effect of saliva and the oral hygiene of the patient.^{49, 50} Therefore, clinical studies are needed to evaluate the color stability of preheated composite resins following colorant solution.

CONCLUSION

Within the limitations of this in vitro study, preheating did not have a significant adverse effect on color stability. However, under clinical conditions, repeated preheating of composite tubes may alter the results. The results need to be supported by in vivo studies under clinical conditions. Patients should be informed that resin-based materials may become discolored with coloring solutions such as coffee.

Author Contribution

The idea and hypothesis of the article, experimental design and contribution to the draft were provided by Sultan Aktuğ Karademir, Samet Atasoy, Serdar Akarsu. Statistical analysis and writing of the article belong to Sultan Aktuğ Karademir.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körlleme

Etik Beyan / Ethical statement

*Bu makale Türk Diş hekimleri Birliği (TDB) 27. Uluslararası Dişhekimliği Kongresinde sözlü olarak sunulan ancak tam metni yayınlanmayan "The Effect of Preheating of Composite Resins on Color Stability" adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmiş halidir.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is the version of the presentation named "The Effect of Preheating of Composite Resins on Color Stability", which was presented orally at the 27th International Dentistry Congress of the Turkish Dental Association (TDB), but whose full text was not published, by improving and partially changing the content.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın tasarlanması / Design of Study: SAK (%50) SAT (%25) SA (%25)
Verilerin toplanması / Data Acquisition: SAK (%60) SAT (%20) SA (%20)
Veri Analizi / Data Analysis: SAK (%100)
Makalenin Yazımı / Writing up: SAK (%60) SAT (%20) SA (%20)
Makale Gönderimi ve Revizyonu / Submission and Revision: SAK (%60) SAT (%30) SA (%10)

REFERENCES

- Bolat M, Stoleriu S, Iovan VV, Pancu G, Sandu Av, Taraboanta I. Comparative Study of Color Stability of Three Composite Materials, Treated by Finishing and Coated Sealing, After Immersion in Different Wholesale. *Revista De Chimie*. 2019;70(5):1681-1684.
- González López S, Sanz Chinesta MV, Ceballos García L, de Haro Gasquet F, González Rodríguez MP. Influence of cavity type and size of composite restorations on cuspal flexure. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(6):E536-E540.
- Dietschi D, Shahidi C, Krejci I. Clinical performance of direct anterior composite restorations: a systematic literature review and critical appraisal. *Int J Esthet Dent*. 2019;14(3):252-270.
- Alkhadim YK, Hulbah MJ, Nassar HM. Color Shift, Color Stability, and Post-Polishing Surface Roughness of Esthetic Resin Composites. *Materials (Basel)*. 2020;13(6):1376.
- Ren YF, Feng L, Serban D, Malmstrom HS. Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *J Dent*. 2012;40(1):48-56.
- Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int*. 1991;22(5):377-386.
- Alizadeh Oskoei P, Savadi Oskoei S, Pournaghi-Azar F, Dibazar S, Esmaili M. Pre-Heating of Low-Shrinkage Composite Resins: Effects on Color Stability and Surface Roughness. *Front Dent*. 2022;19:26.
- Prasanna N, Pallavi Reddy Y, Kavitha S, Lakshmi Narayanan L. Degree of conversion and residual stress of preheated and room-temperature composites. *Indian J Dent Res*. 2007;18(4):173-176.
- Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, Hannigan A. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *J Oral Rehabil*. 2010;37(4):278-282.
- Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater*. 2006;22(3):211-222.
- Nie J, Linde'n LA, Rabek JF, Fouassier JP, Morlet-Savary F, Scigalski F, et al (1998) A reappraisal of the photopolymerization kinetics of triethyleneglycol dimethacrylate initiated by camphorquinone-N, N-dimethyl-p-toluidine for dental purposes. *Acta Polymerica*. 1998;49:145-161.
- Daronch M, Rueggeberg F, De Goes M. Monomer conversion of pre-heated composite. *Journal of dental Research*. 2005;84(7):663-667.
- Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF, Giudici R. Polymerization kinetics of pre-heated composite. *J Dent Res*. 2006;85(1):38-43.
- Wagner WC, Aksu MN, Neme AM, Linger JB, Pink FE, Walker S. Effect of pre-heating resin composite on restoration microleakage. *Oper Dent*. 2009;34(2):246.
- D'amario M, Pacioni S, Capogreco M, Gatto R, Baldi M. Effect of repeated preheating cycles on flexural strength of resin composites. *Oper Dent*. 2013;38(1):33-38.
- Munoz CA, Bond PR, Sy-Munoz J, Tan D, Peterson J. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites. *Am J Dent*. 2008;21(4):215-222.
- Elkaffass AA, Eltoukhy RI, Elnegoly SA, Mahmoud SH. Influence of preheating on mechanical and surface properties of nanofilled resin composites. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(5):494-500.
- Tomaselli L, Oliveira D, Favaro J, et al. Influence of pre-heating regular resin composites and flowable composites on luting ceramic veneers with different thicknesses. *Braz Dent J*. 2019;30(5):459-466.
- Ahn KH, Lim S, Kum KY, Chang SW. Effect of preheating on the viscoelastic properties of dental composite under different deformation conditions. *Dent Mater J*. 2015;34(5):702-706.
- Abed Kahnamouei M, Gholizadeh S, Rikhtegaran S, et al. Effect of preheat repetition on color stability of methacrylate- and silorane-based composite resins. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2017;11(4):222-228.
- Mundim FM, Garcia Ldfr, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-De Fdcp. Color Stability, Opacity and Degree of Conversion of Pre-Heated Composites. *J Dent*. 2011;39(1):25-29.
- Patussi AFC, Ramacciato JC, da Silva JGR, et al. Preheating of dental composite resins: A scoping review. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(4):646-656.
- Marcondes RL, Lima VP, Barbon FJ, et al. Viscosity and thermal kinetics of 10 preheated restorative resin composites and effect of ultrasound energy on film thickness. *Dent Mater*. 2020;36(10):1356-1364.
- Mundim FM, Garcia LD, Pires-De-Souza FD. Effect of Staining Solutions and Repolishing on Color Stability of Direct Composites. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(3):249-254.
- Raeisasadat F, Abdoh TM, Hashemi ZS, Nakhostin A, Raooufnejad F, Javid B, et al. Staining Microhybrid Composite Resins with Tea and Coffee. *Avicenna J Dent Res*. 2017;9:e30443.
- Zajkani E, Abdoh Tabrizi M, Ghasemi A, Torabzade H, Kharazifard M. Effect of Staining Solutions and Re-polishing on Composite Resin Color Change. *JIDA*. 2013;25:116-123.
- de Oliveira DC, Ayres AP, Rocha MG, Giannini M, Puppin Rontani RM, Ferracane JL, et al. Effect of different in vitro aging methods on color stability of a dental resin-based composite using CIELAB and CIEDE2000 color-difference formulas. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27:322-330.
- Khalaj K, Soudi A, Tayefi-Nasrabadi M, Keshvad MA. The evaluation of surface sealants' effect on the color stability of Nano-hybrid composite after polishing with One-Step system (in-vitro). *J Clin Exp Dent*. 2018;10(9):927-932.
- Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*. 2004;20(6):530-534.
- Ferracane JL, Berge XH, Condor JR. In vitro aging of dental composites in water effect the degree of conversion, filler volume and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res*. 1998;42(3):465-472.
- Imazato S, Tarumi H, Kobayashi K, Hiraguri H, Oda K, Tsuchitani Y. Relationship between degree of conversion and internal discoloration of light activated composites. *Dent Mater J*. 1995;14(1):23-30.
- Ozgunaltay G, Yazici AR, Gorucu J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth coloured restoratives. *J Oral Rehabil*. 2003;30(2):218-224.
- Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of polymethacrylate networks; bisGMA/ TEGDMA copolymers. *J Biomed Mater Res*. 1987;21(3):329-338.
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent*. 2005;33(5):389-398.
- Yousef M, Naga AE. Color stability of different restoratives after exposure to coloring agents. *J Am Sci*. 2012;8:20-26.
- Tekçe N, Pala K, Demirci M, Tuncer S. Changes in surface characteristics of two different resin composites after 1 year water storage: An SEM and AFM study. *Scanning*. 2016;38(6):694-700.
- Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dent Mater*. 2001;17(6):504-511.
- Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF, Giudici R. Polymerization kinetics of pre-heated composite. *J Dent Res*. 2006;85(1):38-43.
- Tauböck TT, Tarle Z, Marovic D, Attin T. Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: effects on shrinkage force and monomer conversion. *J Dent*. 2015;43(11):1358-1364.
- Lopes L, Terada R, Tsuzuki F, Giannini M, Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2020;24(12):4225-4235.
- Chen H, Ginzburg V, Yang J, et al. Thermal conductivity of polymerbased composites: fundamentals and applications. *Prog Polym Sci [Internet]*. 2016;59(1):41-85.
- Abdulmajeed AA, Suliman AA, Selivany BJ, Altitinch A, Sulaiman TA. Wear and Color Stability of Preheated Bulk-fill and Conventional Resin Composites. *Oper Dent*. 2022;47(5):585-592.
- Abed Kahnamouei M, Gholizadeh S, Rikhtegaran S, et al. Effect of preheat repetition on color stability of methacrylate- and silorane-based composite resins. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2017;11(4):222-228.
- Darabi F, Seyed-Monir A, Mihandoust S, Maleki D. The effect of preheating of composite resin on its color stability after immersion in tea and coffee solutions: An in-vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(12):1151-1156.

45. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31(2):103-112.
46. Kang A, Son SA, Hur B, Kwon YH, Ro JH, Park JK. The color stability of silorane- and methacrylate-based resin composites. *Dent Mater J*. 2012;31(5):879-884.
47. Al Kheraif AA, Qasim SS, Ramakrishnaiah R, Ihtesham ur Rehman. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dent Mater J*. 2013;32(2):326-331.
48. Baglar S, Keskin E, Orun T, Es A. Discoloration Effects of Traditional Turkish Beverages on different Composite Restoratives. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(2):83-93.
49. Sousa SEP, Da Costa ES, Borges BCD, De Assunção IV, Dos Santos AJS. Staining Resistance of Preheated Flowable Composites to Drinking Pigmented Beverages. *Revista Portuguesa De Estomatologia, Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial*. 2015;56:221-225.
50. Heshmat H, Hajian M, Hoorizad Ganjkar M, Emami Arjomand M. Effect of Tea on Color Change of Silorane and Methacrylate Based Composite Resins. *JIDA*. 2013;25:180-185.

Fiber İlavesinin Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın Florid Salınımına Etkisi

Effect of Fiber Addition on Fluoride Release of Resin-Modified Glass Ionomer Cement

Muhittin UĞURLU^a, Gülben ÇOLAK^a^aSüleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Isparta, Türkiye^aSüleyman Demirel University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Isparta, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı rezin modifiye cam iyonomer simana (RMCİS) farklı oranlarda fiber ilavesinin florid salınımına etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Bir RMCİS'in (Fuji II LC) tozuna ağırlıkça farklı oranlarda (%5, %10 ve %20) E-cam fiber ilave edilerek kontrol grubu ile dört test grubu oluşturuldu. Teflon kalıp kullanılarak 40 adet disk şeklinde (8x2 mm) örnek hazırlandı (n=10). Örnekler 37°C'de 5 ml distile su içeren tüpler içerisinde 24 saat bekletildikten sonra çıkarılıp yeni bir distile su içeren tüpe konuldu. 24 saat sonunda örneklerin çıkarıldığı distile su içerisindeki florid konsantrasyonu iyonik gücü ayarlanabilir tampon (TISAB II) çözeltisi ile karıştırılarak, iyon selektif flor elektrodu ve bir iyon analizörü (Thermo Orion 720) kullanılarak ölçüldü. Aynı işlemler 3, 7, 14, 21 ve 28. günlerin sonunda da yapılarak salınan florid miktarları belirlendi. Veriler tekrarlayan ölçümlü varyans analizi ve Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi (p=0,05).

Bulgular: Test gruplarının hepsinde en yüksek florid salınımı 24 saat sonunda saptandı (p<0,05). Bütün test periyotlarında en fazla florid salınımı kontrol grubunda ve %5 fiber ilave edilen grupta bulundu (p<0,05). Bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (p>0,05). RMCİS'e %10 ve %20 fiber ilave edilmesinde florid salınımının azalmasına neden oldu (p<0,05). Bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05).

Sonuç: RMCİS'e %5 oranında fiber ilavesinin florid salınımını etkilemediği, ancak %10 ve %20 oranında fiber ilavesinin salınan florid miktarını azalttığı sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Cam İyonomer Siman, Fiber, Florid, Rezin

ABSTRACT

Objective: The study aimed to evaluate the effect of adding fiber with different ratios to resin-modified glass ionomer cement (RMGIC) on fluoride release.

Material and Methods: Four test groups were created by adding E-glass fiber at different weight ratios (5%, 10% and 20%) to the powder of a RMGIC (Fuji II LC). Forty disk-shaped (8x2 mm) samples were prepared using Teflon mold (n=10). After the samples were kept in tubes containing 5 ml of distilled water at 37°C for 24 hours, they were removed from the distilled water and placed in a new tube containing distilled water. At the end of 24 hours, the fluoride concentration in the distilled water from which the samples were taken was measured by mixing it with the ionic strength adjustable buffer (TISAB II) solution and using an ion-selective fluoride electrode and an ion analyzer (Thermo Orion 720). The same procedures were carried out at the end of the 3rd, 7th, 14th, 21st and 28th days, and the amount of fluoride released was determined. Data were analyzed statistically using repeated measured ANOVA and Tukey's HSD multiple comparison tests (p=0.05).

Results: The highest fluoride release was detected after 24 hours in all test groups (p<0.05). In all test periods, the highest fluoride release was found in the control and 5% fiber added groups (p<0.05). No statistically significant difference was detected between these two groups (p>0.05). Adding 10% and 20% fiber to RMGIC caused a decrease in fluoride release (p<0.05). There was no statistically significant difference between these two groups (p>0.05).

Conclusion: It was concluded that 5% fiber addition to RMGIC did not affect fluoride release, but 10% and 20% fiber addition reduced the amount of fluoride released.

Keywords: Glass Ionomer Cement, Fiber, Fluoride, Resin

Giriş

Koruyucu diş hekimliği uygulamalarının daha önemli hale gelmesi nedeni ile biyoaktif iyon salabilen restoratif materyallerin kullanımı artmıştır. Bu restoratif materyaller kullanılarak yapılan restorasyonlarda diş sert dokularının remineralizasyonunun sağlanabileceği belirtilmiştir.¹ Kullanılan materyalden bağımsız olarak restorasyon başarısızlıklarının en önemli nedenlerinden biri mevcut restorasyon altında oluşan çürüklerdir.² Yapılan çalışmalar florid salabilen restoratif materyallerin kullanılımasının sekonder çürük oluşumunu azalttığını rapor etmiştir.^{2,3} Flor, demineralizasyonunu azaltıcı ve remineralizasyonu artırıcı etkisi ile çürük oluşumunu önleyebilmektedir.^{1,2}

Cam iyonomer siman (CİS), florid salınımı ve florid depolama özelliği sayesinde sekonder çürük oluşumu riskini azaltabilen bir restoratif materyaldir. Ayrıca, diş dokularına kimyasal adezyon sağlaması, biyoyumlu yapısı, termal genleşme katsayısının diş dokularına benzer olması gibi avantajlarından dolayı diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır.⁴ Ancak, aşınma direncinin düşük olması, nem hassasiyeti, yüzey özelliklerinin yetersiz olması, sertleşme zamanının uzun olması gibi dezavantajları CİS'lerin direkt restoratif materyal olarak kullanım alanlarını kısıtlamaktadır.⁵ CİS'lerin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek için, simanın likidi içerisine HEMA (hidroksi etil metakrilat) monomeri eklenerek rezin-modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS) geliştirilmiştir.⁴ Rezin modifiye cam iyonomer simanların fiziksel ve mekanik özelliklerinin geleneksel CİS'lerden daha iyi olduğu rapor edilmiştir.⁶ Bununla birlikte RMCİS'lerin özelliklerini daha da geliştirerek

direkt restoratif materyal olarak kullanım alanlarını artırmak amacı ile kimyasal yapısına farklı içerikler ilave edilerek yeni materyaller geliştirilmeye çalışılmaktadır.^{7,8} Fiberler, rezin modifiye cam iyonomerlerin güçlendirilmesinde kullanılan materyallerden bir tanesidir.^{9,10}

Fiber, uzunluğu çapına göre 100 kat fazla ve silindirik yapıda olan, ince, esnek bir materyaldir. Diş hekimliğinde ilk defa 1960'lı yıllarda akrilik rezin materyalin mekanik özelliklerini iyileştirmek için kullanılmıştır. Diş hekimliğinde cam, aramit, karbon ve polietilen fiberler olmak üzere dört farklı tip fiber kullanılmaktadır.¹¹ Cam fiberler amorf, üç boyutlu ve izotropik yapıdadır. Renksiz olmaları nedeniyle oldukça estetik, biyoyumlu, esnek ve dirençlidir. Ayrıca cam fiberlerin, korozyon direnci ve yüksek bağlanma dayanımı gibi avantajları da vardır. Bu avantajları sayesinde diş hekimliğinde en çok kullanılan fiber tipi cam fiberlerdir.¹²

Daha önce yapılan çalışmalar cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer içerisine cam fiber ilavesinin materyalin biyoyumluluğunu iyileştirdiği, bükülme dayanımı, eğilme dayanımı, mikrosertlik ve kırılma tokluğu gibi mekanik özelliklerini artırdığı sonucuna varmıştır.⁸ Ancak, fiber ilavesinin cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisi açıkça bilinmemektedir. Yapılan bir çalışmada floridli monomer içeren kompozit içerisine fiber ilavesinin materyalin florid salınımını azalttığı rapor edilmiştir.¹³ Rezin modifiye cam iyonomer simana fiber ilavesinin materyalin florid salınımına etkisini değerlendiren herhangi bir çalışma ise yoktur.

Gönderilme Tarihi/Received: 14 Şubat, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 25 Haziran, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Uğurlu M, Çolak G. Fiber İlavesinin Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın Florid Salınımına Etkisi. Selcuk Dent J 2025;12(1): 32-36. Doi: 10.15311/selcukdentj.1436912

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Muhittin UĞURLU

E-mail: dtmuhittinugurlu@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1436912

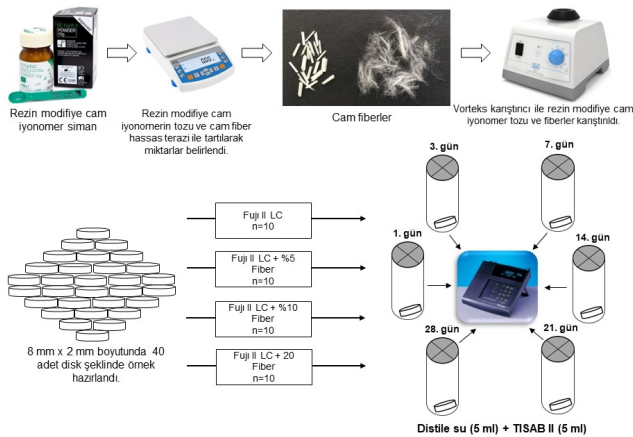
Bu nedenle bu çalışmanın amacı farklı oranlarda (%5, %10 ve %20) cam fiber ilavesinin rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisini değerlendirmektir. Çalışmanın sıfır hipotezi cam fiber ilavesinin rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisinin olmayacağı şeklindedir.

Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmada, bir rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC, GC, Tokyo, Japonya) ve kesikli E-cam fiberler (Şişecam, İstanbul, Türkiye) kullanıldı. Bir tanesi kontrol grubu olmak üzere dört adet çalışma grubu oluşturuldu. Kontrol grubunda RMCIS'in kimyasal içeriğine herhangi bir modifikasyon yapılmadı. Diğer gruplarda rezin modifiye cam iyonomer simanın tozuna ağırlıkça farklı oranlarda (%5, %10 ve %20) yaklaşık 13 µm çapında ve 1 mm uzunluğunda E-cam fiberler ilave edildi.

Fiberler kâğıt plaka üzerinde spatula ile tel olacak şekilde ayrıştırıldı. Fiberler ve RMCIS tozu bir hassas terazide (PS 1000.R2, Radwag, Radom, Polonya) tartılarak miktarlar belirlendi. Fiberler ve RMCIS tozu homojen bir karışım elde etmek için bir mekanik karıştırıcıda 3 dakika süreyle (Vortex; IKA-Werke, Staufen, Almanya, 3000 rpm) karıştırıldı. Elde edilen toz karışımı, üretici talimatlarına göre RMCIS'in likidi (toz/likit oranı; 3.2/1) ile bir siman camı üzerinde siman spatülü yardımıyla 1 dakika içinde karıştırıldı. Test prosedürüne uygun örnekler hazırlamak için 8 mm çapında 2 mm kalınlığında teflon kalıp kullanılarak 40 adet disk şeklinde örnek hazırlandı (n=10). Bir siman camı üzerine strip bant ve teflon kalıp yerleştirildi. Siman karışımı teflon kalıba kondanse edildikten sonra, materyal içerisinde boşluk ve hava kabarcığı oluşumunu engelleyip düzgün yüzeyler oluşturmak için başka bir strip bant ve siman camı ile teflon kalıp içerisindeki siman karışımına bastırıldı. Daha sonra, üretici firma talimatlarına göre 1000 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip bir LED ışık cihazı kullanılarak (VALO Cordless, Ultradent, South Jordan, Utah, ABD) 20 sn süre ile alttan ve üstten ışık uygulayarak siman polimerize edildi. Tüm örnekler standardizasyonun sağlanması için ışık kaynağının ucu siman camı yüzeyine direkt temasta olacak şekilde dik olarak uygulandı. Teflon kalıptan çıkarılan her bir örnek 37°C'de ve 5 ml distile su içeren tüpler içerisinde bekletildi.

Örnekler 37°C'de ve 5 ml distile su içeren tüpte 24 saat bekletildikten sonra kaplar iyice çalkalandı ve örnekler distile su içerisinden çıkarıldı. Örnekler distile su ile durulandıktan sonra tekrar 5 ml yeni distile su içeren tüpler içerisine konuldu. 24 saat sonunda örneğin çıkarıldığı distile su içerisindeki florid miktarı ölçüldü. Daha sonra 3, 7, 14, 21 ve 28. günlerin sonunda aynı işlemler tekrarlanarak ölçüm yapıldı. Alınan her 5 ml distile su, 5 ml iyonik gücü ayarlanabilir tampon (TISAB II) çözeltisi ile karıştırıldı. Elde edilen karışımların flor konsantrasyonları iyon selektif flor elektrodu (Orion 9609BNWP, Orion Research, Şikago, IL, ABD) ve bir iyon analizörü (Thermo Orion 720 A+, Orion Research, Şikago, IL, ABD) kullanılarak ölçüldü. Sistem, her değerlendirmeden önce 0,01 ile 100 ppm arasında değişen flor konsantrasyonları ile kalibre edildi. Salınan florid miktarı her test periyodu için ppm cinsinden hesaplandı (Resim 1). Bu çalışmanın yöntemi, daha önceki çalışmalar referans alınarak tasarlanmıştır.^{2,14}



Resim 1. Çalışma metodolojisinin şematik gösterimi

Veriler SPSS 29.0 (Statistical Package for the Social Sciences; SPSS, Şikago, IL, ABD) programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi. Florid salınım miktarları tekrarlayan ölçümlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Çoklu karşılaştırmalarda Tukey's HSD posthoc çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Tüm testlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edildi.

Bulgular

Verilerin değerlendirilmesinde yapılan tekrarlayan ölçümlü varyans analizine ait çok değişkenli test sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Gruplara ait ortalama florid salınım değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur. Grupların zaman içerisindeki florid salınımları Resim 2'de gösterilmiştir.

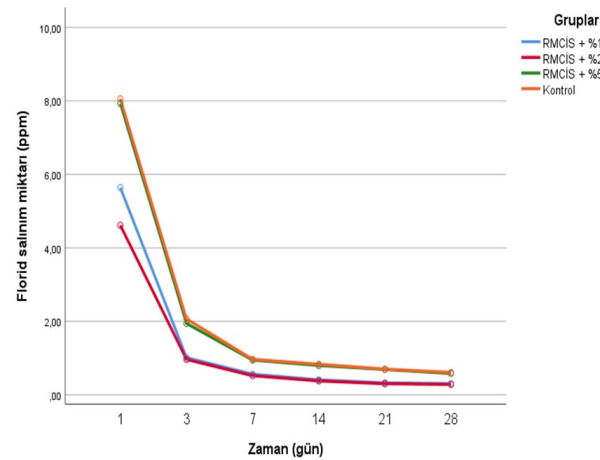
Tablo 1. Tekrarlayan ölçümlü varyans analizinde çok değişkenli test sonuçları

		Değer	F	df	p
Zaman	Wilks' Lambda	0,019	332,168 ^a	5	<0,001
Zaman*Gruplar	Wilks' Lambda	0,241	3,994	15	<0,001

Tablo 2. Test periyotları sırasında gruplara ait florid salınım miktarlarının (ppm) ortalama ve standart sapma değerleri

Zaman	Fuji II LC	Fuji II LC+%5 Fiber	Fuji II LC+%10 Fiber	Fuji II LC+%20 Fiber
1. gün	8,06±1,12 ^{aA}	7,93±0,95 ^{aA}	5,64±0,99 ^{aA}	4,61±0,85 ^{aA}
3. gün	2,07±0,26 ^{aB}	1,94±0,45 ^{aB}	1,01±0,31 ^{bB}	0,97±0,34 ^{bB}
7. gün	0,97±0,18 ^{aB}	0,95±0,19 ^{aB}	0,56±0,16 ^{bB}	0,52±0,21 ^{bB}
14. gün	0,83±0,09 ^{aB}	0,80±0,10 ^{aB}	0,41±0,12 ^{bB}	0,38±0,11 ^{bB}
21. gün	0,70±0,07 ^{aB}	0,69±0,07 ^{aB}	0,33±0,12 ^{bB}	0,30±0,11 ^{bB}
28. gün	0,61±0,10 ^{aB}	0,58±0,11 ^{aB}	0,31±0,14 ^{bB}	0,29±0,06 ^{bB}

Aynı küçük harf, her ölçüm günü için gruplar arasında (aynı satırda) istatistiksel bir fark olmadığını gösterir. Aynı büyük harf, her grup için farklı test periyotlarında (aynı sütunda) istatistiksel bir fark olmadığını gösterir.



Şekil 2. Gruplara ait florid salınım miktarlarının zaman içerisinde değişimlerinin grafiksel gösterimi

Test edilen bütün gruplarda en yüksek florid salınımı 24 saat sonunda saptandı (p<0,05). Bütün test gruplarında 24 saat sonundaki florid salınım miktarları ile diğer test periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05). 3, 7, 14, 21 ve 28. günlerde salınan florid miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p>0,05). Bütün grupların florid salınım miktarı zaman içerisinde azalarak 28 gün boyunca devam etti (p<0,05). Bütün test periyotlarında en fazla florid salınımı kontrol grubunda ve %5 fiber ilave edilen grupta bulundu. Bu iki grubun florid salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi (p>0,05). Resin modifiye cam iyonomer içerisine %10 ve %20 fiber ilave edilmesi florid salınımını azalttı (p<0,05). %10 ve %20 fiber ilave edilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görüldü (p>0,05).

Tartışma

Geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek için içeriğine rezin eklenerek rezin modifiye cam iyonomerler geliştirilmiştir. Ancak, fiziksel ve mekanik özellikleri yeterli olmadığı için RMCİS'lerin de daimi restoratif materyal olarak kullanımı alanları sınırlıdır. Bu nedenle, cam iyonomer simanların kimyasal bileşimine biyoaktif cam¹⁵, hidroksiapatit, zirkonya^{16,17}, stronsiyum¹⁸, metalik tozlar¹⁹, kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat²⁰ ve fiber^{9,21} gibi ilaveler yapılarak özellikleri iyileştirilmeye çalışılmaktadır. RMCİS'e cam fiber ilavesinin materyalin mekanik özelliklerinde artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır.²² Bu çalışmada, RMCİS'e farklı oranlarda cam fiber eklenmesinin materyalin florid salınımına etkisi değerlendirilmiştir.

Cam iyonomer simanların diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmasının nedenlerinden biri florid salınım özelliğidir. Florid, demineralizasyonu azaltıp remineralizasyonu artırarak antikaryojenik etki gösterir. Ayrıca, CİS'lerin flor rezervuarı gibi davranması da sekonder çürük oluşumunu engellemektedir.²³ CİS'lerde florid salınımı iki aşamalı bir süreçtir. Materyalin asit-baz reaksiyonunun başlangıç aşamasında, likitte bulunan polialkenoik asit, tozda bulunan florido-alüminosilikat cam partiküllerini çözerek materyalden florid, kalsiyum, alüminyum gibi iyonların salınımına neden olmaktadır. Bu aşamada materyalin matriks kısmı stabil bir yapıda değildir. Bu durum materyalin bulunduğu ortam ile materyal arasında yüksek düzeyde iyon değişimi ile sonuçlanır. Bu olay 'patlama etkisi' yani 'burst effect' olarak tanımlanır ve materyalden yüksek miktarda florid salınımı ile sonuçlanır.^{23,25} CİS'lerin florid salınım miktarının ilk 24 saatte en yüksek olduğu ve zamanla azaldığı rapor edilmiştir.^{2,23,25,26} Çünkü 24 saat sonrası florid salınımı, materyalin maturasyonu sonucu cam partiküllerin daha yavaş çözünmesi ile meydana gelir.²³ Bu çalışmada da daha önceki çalışmalar ile uyumlu olarak tüm çalışma gruplarında en fazla florid salınımı 24 saatin sonunda ölçülmüş ve bu miktar giderek azalmıştır.

Cam iyonomerlerin florid salınım miktarı, materyalin kimyasal bileşimine, yapısal özelliklerine, toz/likit oranına, karıştırma yöntemi, saklama ortamına, ortamın pH'sına ve bitirme/cila işlemi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.^{26,27} CİS'lerin florid salınım miktarını değerlendiren farklı çalışmalar yapılmıştır. Morales-Valenzuela ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, beş farklı CİS içerisine titanyum-dioksit nanopartikülleri ilave edilmiş ve florid salınımı değerlendirilmiştir, titanyum-dioksit nanopartiküllerinin cam iyonomerlerin florid salınım miktarını arttırdığı sonucuna varılmıştır.²⁶ Bir çalışmada, dört farklı cam iyonomer siman kitosan ile modifiye edilmiş ve florid salınım miktarı değerlendirilmiştir, kitosan ilavesinin materyalin florid salınım hızını arttırdığı rapor edilmiştir.²⁸ Cam iyonomerin içeriğine kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) eklenmesinin florid salınımını arttırdığı belirtilmiştir.²⁰ Sun ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, CİS'in yapısına florlu grafen eklenmesinin CİS'in florid salınımına herhangi bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.⁶ Ancak, cam iyonomerlere cam fiber ilavesinin florid salınımına etkisini değerlendiren herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin içeriğine fiber ilavesi materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Bu etki; eklenen fiberin miktarına, yönüne, şekline, doyurulmasına ve matriks ile adezyonuna bağlı olarak değişmektedir.²⁹ En sık kullanılan cam fiberler içeriklerine göre A-cam, AR-cam, C-cam, D-cam, S-cam ve E-cam olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Diş hekimliğinde fiber ile güçlendirilen materyallerde ısıya, suya ve kimyasal maddelere dayanıklı olması ve rezinler ile bağlantısının iyi olması nedeniyle sıklıkla E-cam fiberler tercih edilmektedir.¹² Yapılan çalışmalarda cam iyonomerlerin içeriğin fiber ilavesinin materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini arttırdığı rapor edilmiştir.^{8,9,19,29,30} Fiberler, materyalin mekanik özelliklerini iyileştirme etkisini, materyale gelen stres nedeniyle oluşabilecek çatlağı durdurması sayesinde göstermektedir.²⁹

Materyale eklenen fiber miktarı arttıkça materyalin mekanik özelliklerinin daha fazla arttığı bildirilmiştir.³¹ Ancak, materyale ilave edilen fiber miktarının çok fazla olması manipülasyonda zorluğa ve materyalin fiziksel özelliklerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir.^{21,30,32} CİS'e ağırlıkça %45'ten fazla fiber eklenmesinin simanı lifli bir yapıya getirip karıştırmayı zorlaştırdığı rapor edilmiştir.³⁰ Bir çalışmada da RMCİS'e %30'dan fazla fiber ilavesinin karıştırmayı zorlaştırdığı belirtilmiştir.²¹ Ayrıca, fiber oranının artması

CİS'in yüzey pürüzlülüğünün de artmasına neden olmaktadır.³² Bir restoratif materyale eklenen fiber miktarı hakkında bir standartizasyon gösterilemediğinden bu çalışmada, daha önceki çalışmalar değerlendirilerek RMCİS'e %5, %10 ve %20 oranlarında fiber ilavesi yapılmış, florid salınım miktarları araştırılmıştır.^{21,22,30} RMCİS'e %5 fiber ilavesinin, fiber ilave edilmeyen kontrol grubu ile kıyaslandığında, materyalin florid salınım miktarını etkilemediği görülmüştür ($p>0,05$). Ancak RMCİS'e %10 ve %20 fiber ilave edilmesi, kontrol ve %5 fiber ilave edilmiş gruplar ile karşılaştırıldığında, florid salınımının azalmasına neden olmuştur ($p<0,05$). Böylece cam fiber ilavesinin rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisinin olmayacağı şeklindeki çalışmanın sıfır hipotezi kısmen reddedilmiştir.

Cam iyonomerlerde materyali karıştırırken kullanılan toz/likit oranı materyalin mekanik özelliklerini ve florid salınımını etkilemektedir.³³ Bu çalışmada, fiber oranı arttıkça salınan florid miktarının azalmasının, toz içeriğindeki florido-alüminosilikat cam miktarının azalmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çünkü florid florido-alüminosilikat cam partiküllerinin asit ile çözülmesinden dolayı açığa çıkmaktadır. Bütün test gruplarında siman, üretici talimatlarındaki toz/likit oranına göre karıştırıldığı için toz içeriğindeki cam fiberlerin miktarının artması florido-alüminosilikat cam miktarında azalmaya neden olmuştur. Bu çalışmanın bulguları ile uyumlu olarak daha önce yapılan çalışmalarda, cam iyonomerin toz miktarının azalmasının florid salınım miktarını azalttığı belirtilmiştir.^{29,33,34} Ayrıca, cam iyonomer içerisindeki fiber miktarının artması sertleşme reaksiyonunu da etkilemektedir.³³ Sertleşme reaksiyonu esnasında toz ve likit arasında meydana gelen asit baz reaksiyonunun fiberlerden etkilenmesinin florid salınımının azalmasına neden olabileceği de düşünülmektedir.

Cam iyonomerlerin yüzey pürüzlülüğü ile florid salınım miktarı arasında bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.²⁴ Yüzey pürüzlülüğünün artması cam iyonomerlerde florid salınımının azalmasına neden olabilmektedir.² Bu çalışmada daha pürüzsüz yüzeyler elde edebilmek için örnekler hazırlanırken Mylar strip kullanılmış, örnekler herhangi bir polisaj işlemi yapılmamıştır. Çünkü yapılan çalışmalarda en pürüzsüz yüzeylerin Mylar strip ile elde edildiği belirtilmiştir.¹⁴ RMCİS'e eklenen fiber oranı arttıkça materyalin yüzey pürüzlülüğünün de arttığı rapor edilmiştir.²² Bu çalışmada Mylar strip kullanıldığı için her ne kadar pürüzsüz örnek yüzeyleri elde edildiği düşünülse de fiber oranının artması ile florid salınım miktarının azalmasının örneklerin yüzeylerinde gözle görünmeyen fiber ilavesi kaynaklı yüzey pürüzlülüğü artışı sebebiyle meydana gelebileceği düşünülmektedir.

Ancak, bu çalışmada örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmemiştir, bu durum çalışmanın limitasyonlarından biridir. Ayrıca örneklerin bekletildiği solüsyon da fiber ilave edilmiş rezin modifiye cam iyonomerin florid salınımını etkileyebilir. Bu çalışmada bütün örnekler distile su içerisinde saklanmıştır, bu durum da bir diğer limitasyondur. Bundan sonra yapılacak araştırmalarda farklı materyallere değişik oranlarda fiber ilave edilerek florid salınımı değerlendirilebilir. İlave olarak farklı saklama ortamlarının da fiber ilavesine etkisi araştırılabilir.

Sonuç

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, rezin modifiye cam iyonomer simana ağırlıkça %5 oranında cam fiber ilavesinin RMCİS'in florid salınım miktarını etkilemediği ancak, RMCİS'e %10 ve %20 cam fiber ilave edildiğinde salınan florid miktarının azaldığı söylenebilir. Materyale eklenen fiber miktarının önemli olduğu, bu sonucun desteklenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu sonucuna da varılmıştır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körlleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: MU (%70) GÇ (%30)

Veri Toplanması | Data Acquisition: MU (%70) GÇ (%30)

Veri Analizi | Data Analysis: MU (%70) GÇ (%30)

Makalenin Yazımı | Writing up: MU (%30) GÇ (%70)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: MU (%50) GÇ (%50)

KAYNAKLAR

1. Imazato S. Bio-active restorative materials with antibacterial effects: new dimension of innovation in restorative dentistry. *Dent Mater J.* 2009;28(1):11-19.
2. Ugurlu M. Effect of the polishing procedure and surface sealant application on fluoride release. *Brazilian Dental Science.* 2021;24(1):1-10.
3. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. *Dent Mater J.* 2018;37(2):293-300. doi:10.4012/dmj.2017-161.
4. Francois P, Fouquet V, Attal JP, Dursun E. Commercially Available Fluoride-Releasing Restorative Materials: A Review and a Proposal for Classification. *Materials (Basel).* 2020;13(10):2313.
5. Senthil Kumar R, Ravikumar N, Kavitha S, et al. Nanochitosan-modified glass ionomer cement with enhanced mechanical properties and fluoride release. *Int J Biol Macromol.* 2017;104(Pt B):1860-1865.
6. Sun L, Yan Z, Duan Y, Zhang J, Liu B. Improvement of the mechanical, tribological and antibacterial properties of glass ionomer cements by fluorinated graphene. *Dent Mater.* 2018;34(6):e115-e127.
7. Ching HS, Luddin N, Kannan TP, Ab Rahman I, Abdul Ghani NRN. Modification of glass ionomer cements on their physical-mechanical and antimicrobial properties. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(6):557-571.
8. Nicholson JW, Sidhu SK, Czarnecka B. Enhancing the Mechanical Properties of Glass-Ionomer Dental Cements: A Review. *Materials (Basel).* 2020;13(11):2510.
9. Tanaka CB, Ershad F, Ellakwa A, Kruzic JJ. Fiber reinforcement of a resin modified glass ionomer cement. *Dent Mater.* 2020;36(12):1516-1523.
10. Garoushi S, Vallittu P, Lassila L. Hollow glass fibers in reinforcing glass ionomer cements. *Dent Mater.* 2017;33(2):e86-e93.
11. Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil.* 1999;26(3):185-194. doi:10.1046/j.1365-2842.
12. Safwat EM, Khater AGA, Abd-Elstar AG et al. Glass fiber-reinforced composites in dentistry. *Bull Natl Res Cent.* 2021; 45, 190.
13. Miettinen VM, Vallittu PK, Forss H. Release of fluoride from glass fiber-reinforced composite with multiphase polymer matrix. *J Mater Sci Mater Med.* 2001;12(6):503-505.
14. Bayrak GD, Sandalli N, Selvi-Kuvvetli S, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(6):424-434.
15. Yli-Urpo H, Lassila LV, Närhi T, Vallittu PK. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. *Dent Mater.* 2005;21(3):201-209.
16. Sajjad A, Wan Bakar WZ, Mohamad D, Kannan T P. Various recent reinforcement phase incorporations and modifications in glass ionomer powder compositions: A comprehensive review. *J Int Oral Health* 2018;10:161-7.
17. Gu YW, Yap AU, Cheang P, Khor KA. Effects of incorporation of HA/ZrO(2) into glass ionomer cement (GIC). *Biomaterials.* 2005;26(7):713-720.
18. Kim DA, Abo-Mosallam HA, Lee HY, Kim GR, Kim HW, Lee HH. Development of a novel aluminum-free glass ionomer cement based on magnesium/strontium-silicate glasses. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2014;42:665-671.
19. Paiva L, Fidalgo TKS, da Costa LP, et al. Antibacterial properties and compressive strength of new one-step preparation silver nanoparticles in glass ionomer cements (NanoAg-GIC). *J Dent.* 2018;69:102-109.
20. Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ, Dashper SG, Eakins D, Reynolds EC. Incorporation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate into a glass-ionomer cement. *J Dent Res.* 2003;82(11):914-918.
21. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Reinforcing effect of discontinuous microglass fibers on resin-modified glass ionomer cement. *Dent Mater J.* 2018;37(3):484-492.
22. Sari F, Ugurlu M. Reinforcement of resin-modified glass-ionomer cement with glass fiber and graphene oxide. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023;142:105850.
23. Bahsi E, Sagmak S, Dayi B, Cellik O, Akkus Z. The evaluation of microleakage and fluoride release of different types of glass ionomer cements. *Niger J Clin Pract.* 2019;22(7):961-970.
24. Attar N, Turgut MD. Fluoride Release And Uptake Capacities Of Fluoride-Releasing Restorative Materials. *Oper Dent* 2003;28(4):395-402.
25. Yap AU, Tham SY, Zhu LY, Lee HK Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. *Oper Dent.* 2002b; 27(3): 259-65.
26. Morales-Valenzuela AA, Scougall-Vilchis RJ, Lara-Carrillo E, et al. Enhancement of fluoride release in glass ionomer cements modified with titanium dioxide nanoparticles. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(44):e31434.
27. Kucukyilmaz E, Savas S, Kavrik F, Yasa B, Botsali MS. Fluoride release/recharging ability and bond strength of glass ionomer cements to sound and caries-affected dentin. *Niger J Clin Pract.* 2017;20(2):226-234.
28. Nishanthine C, Miglani R, R I, et al. Evaluation of Fluoride Release in Chitosan-Modified Glass Ionomer Cements [published correction appears in *Int Dent J.* 2023 Dec;73(6):e1-e2]. *Int Dent J.* 2022;72(6):785-791.
29. Baysal N, Ayyıldız S. Sabit Bölümlü Protezlerde Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezin Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2014; 24(2): 315-325.
30. Garoushi SK, He J, Vallittu PK, Lassila LVJ. Effect of discontinuous glass fibers on mechanical properties of glass ionomer cement. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2018 Jul 31;4(1):72-80.
31. Vallittu PK. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent.* 1999;81(3):318-326.
32. Khan AA, Siddiqui AZ, Syed J, Elsharawy M, Alghamdi AM, Matinlinna JP. Effect of Short E-Glass Fiber Reinforcement on Surface and Mechanical Properties of Glass-Ionomer Cements. *Journal of Molecular and Engineering Materials.* 2017;05(04): 1740007.
33. Panpisut P, Monmaturapoj N, Srion A, Angkananuwat C, Krajangta N, Panthumvanit P. The effect of powder to liquid ratio on physical properties and fluoride release of glass ionomer cements containing pre-reacted spherical glass fillers. *Dent Mater J.* 2020;
34. Woranun P, Praphasri R, Rudee S, Kadkao V. Fluoride release from different powder liquid ratios of Fuji VII. *Mahidol Dent J* 2017; 35: 217-222.

Aynı Popülasyondaki Farklı Yaş Başlangıçlarına Sahip Hastalardaki Gömülü Diş Prevalansının Karşılaştırılması

Comparison of the Prevalence of Impacted Teeth in Patients with Different Starting Ages in the Same Population

Hande ERENER^a , Volkan KAPLAN^b 

^aTekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Tekirdağ, Türkiye

^aTekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Tekirdağ, Türkiye

^bTekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi, Tekirdağ, Türkiye

^bTekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Tekirdağ, Türkiye

ÖZ

Amaç: Gömülü dişlerle ilgili farklı ülke, ırk ve popülasyonlarda yapılan çalışmaların farklı yaş başlangıçlarına veya yaş aralıklarına sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, aynı popülasyondaki farklı yaş başlangıçlarına sahip hasta gruplarında gömülü diş görülme sıklığının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Bu retrospektif çalışma; 18 yaş ve üzeri (Grup 1), 22 yaş ve üzeri (Grup 2), 26 yaş ve üzeri (Grup 3) ve 31 yaş ve üzeri (Grup 4); her biri 400 farklı hasta radyografisi içeren 4 gruptan oluşturulmuştur. Hastaların panoramik radyografileri incelenerek gömülü kalmış dişleri kaydedilmiştir. Hastaların gömülü dişleri, cinsiyetleri ve yaşları belirlenip; gömülü dişlerin pozisyonları ve sayıları kayıt altına alınmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 20 paket programı ile yapılmıştır.

Bulgular: Gruplardaki gömülü diş oranları sırasıyla %30.25, %34.00, %25.50 ve %24.25 olarak tespit edilmiştir. 2. ile 3. grup ve 2. ile 4. grup arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Gruplardaki toplam gömülü diş sayılarının grupların yaş ortalamaları arttıkça azaldığı görülmüştür. Gömülü diş bulunan hastaların cinsiyetler açısından karşılaştırılmasında erkekler arasında gruplar arası fark bulunmazken, kadınlar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$).

Sonuç: Farklı yaş başlangıçlarının gömülü diş görülme sıklığını saptamada farklılıklar oluşturduğu görülmüştür. Üçüncü molar dişlerin sürme sürecinin 26 yaşa kadar devam edebilmesi nedeniyle, yapılacak araştırmaların tüm dişlerin sürme yaşı göz önünde tutularak planlanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gömülü diş, İnsidans, Prevalans, Radyografi, Retrospektif

GİRİŞ

Gömülü diş, herhangi bir sebeple veya idiyopatik olarak normal bulunması gereken yer ve pozisyonunda sürme zamanında süremeyerek yumuşak doku ya da hem yumuşak doku hem de kemik doku ile tam veya kısmen örtülü olan dişlere verilen genel addır.¹⁻³

Dijital panoramik radyografiler tüm maksillofasial bölgenin görüntülenmesinde kullanılır. Gömülü dişlerin tespiti ile lokalizasyon ve pozisyonunun belirlenmesinde panoramik radyografiler diş hekimleri tarafından en sık kullanılan görüntüleme yöntemidir. Bu görüntüler, gömülü dişlerin uygun cerrahi yöntem ile çekilmelerinde veya sürdürülmesinde çene cerrahları ve ortodontistlere yardımcı olur.⁴⁻⁶

Ağız içinde en sık 3. molar dişler gömülü kalmaktadır. Bunları maksiller kaninler ve mandibular premolarlar izlemektedir.¹ Literatürde 3. molar dişlerin sürmesi ile ilgili farklı zaman aralıkları belirtilmektedir. Bu zaman aralıklarının 17-21, 17-25 veya 17-30 yaşlar arasında olduğunu gösteren çeşitli literatürler bulunmaktadır.⁷⁻¹⁰

Gömülü dişlerin farklı ülke, ırk ve popülasyonlarda değerlendirildiği pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar incelendiğinde farklı yaş başlangıçlarına veya yaş aralıklarına sahip olduğu görülmektedir. Ulusal ve uluslararası yapılan çalışmalarda farklı gömülü diş prevalansları ile üst ve alt çenede gömülü diş dağılımında farklılıklar saptanmıştır.¹¹⁻¹⁴

Araştırmalarda çok farklı yaş başlangıcı veya aralıklarının bulunması ve

ABSTRACT

Background: Studies about impacted teeth in different countries, races and populations are observed to have different starting ages or age ranges. This study aimed to compare the incidence of impacted teeth in patients groups with different starting ages at the same population.

Methods: This retrospective study was composed of 4 groups, each containing 400 different patient radiographs: 18 years old and over (Group 1), 22 years old and over (Group 2), 26 years old and over (Group 3) and 31 years old and over (Group 4). Panoramic radiographs of the patients were examined and impacted teeth were recorded. The impacted teeth, gender and ages of the patients were determined; the positions and numbers of impacted teeth were recorded. Statistical analyzes were performed with the SPSS 20 package program.

Results: The rates of impacted teeth in the groups were determined as 30.25%, 34.00%, 25.50% and 24.25%, respectively. A significant difference was found between the groups ($p < 0.05$). The total number of impacted teeth in the groups decreased, as the average age of the groups increased. When comparing patients with impacted teeth in terms of gender, there was no difference between the groups among men, but a significant difference was found between women.

Conclusion: It was observed that different starting age caused differences in determining the incidence of impacted teeth. Since the eruption of third molars can continue up to 26 years of age, it is recommended that future studies should be planned considering the eruption age of all teeth.

Keywords: Impacted teeth, Incidence, Prevalence, Radiograph, Retrospective

aynı popülasyonda farklı yaş başlangıçlarına sahip hastaların incelendiği herhangi bir çalışma bulunmaması sebebiyle bu çalışma planlanmıştır. Bu çalışmanın hipotezi, bir popülasyonda gömülü diş görülme sıklığı değerlendirilirken incelenecek grubun yaş başlangıcı sonucu etkiler şeklindedir. Çalışmanın amacı aynı popülasyondaki farklı yaş başlangıçlarına sahip hastalarda gömülü diş görülme sıklığının karşılaştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu retrospektif radyolojik çalışmada; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ağız ve Diş Sağlığı Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne 2022 Nisan ve 2023 Nisan tarihleri arasında başvurarak panoramik film çektiren (Carestream CS 8100 SC 4. nesil dijital panoramik sefalometrik röntgen sistemi, Carestream Dental LLC, Atlanta, GA, USA) hastaların kayıtlarından yararlanılmıştır. Çalışma; 18 yaş ve üzeri (Grup 1), 22 yaş ve üzeri (Grup 2), 26 yaş ve üzeri (Grup 3) ve 31 yaş ve üzeri (Grup 4); her biri 400 farklı hasta röntgeni içeren 4 gruptan oluşturulmuştur. Aynı hastadan 2. kez çekilen veya gömülü dişlerin net görülmediği radyografiler çalışma dışı bırakılmıştır. Hastaların panoramik radyografileri incelenerek üst ve alt çenede gömülü kalmış dişler kaydedilmiştir. Hastaların gömülü dişleri, cinsiyetleri ve yaşları belirlenip; dişlerin gömülü durumları ve sayıları kayıt altına alınmıştır (Resim 1). Gömülü durumları Pell-Gregory Sınıflamasından yararlanılarak belirlenmiştir. Pell ve Gregory; üçüncü molar dişleri hem ikinci molar dişlerin oklüzal düzlemi ile olan ilişkilerine göre hem de

Gönderilme Tarihi/Received: 20 Şubat, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 23 Nisan, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

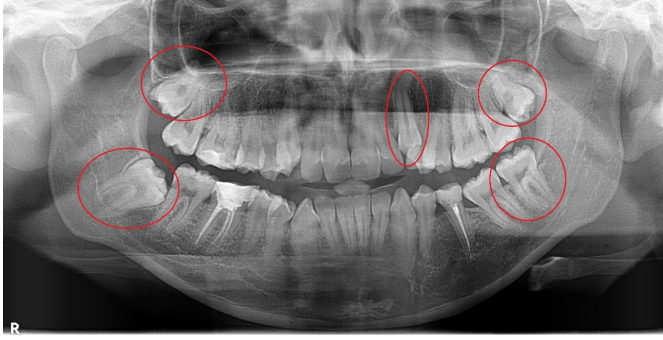
Atıf Bilgisi/Cite this article as: Eren H, Kaplan V. Aynı Popülasyondaki Farklı Yaş Başlangıçlarına Sahip Hastalardaki Gömülü Diş Prevalansının Karşılaştırılması. Selcuk Dent J 2025;12(1): 37-41 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1440512](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1440512)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Hande ERENER

E-mail: handeeren@hotmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1440512](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1440512)

üçüncü molar dişlerin meziodistal boyutunun ikinci molar dişlerin distali ve ramus ön kenarı arasındaki mesafeye göre sınıflandırmaktadır.¹⁵



Resim 1. Gömülü dişleri bulunan bir hastaya ait panoramik radyografi görüntüsü

Bu çalışma için Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alınmıştır (Araştırma Protokol No: 2023.101.05.20). Ulaşılan veriler görülme sıklığı, yaş ve cinsiyet değişkenlerine göre analiz edilmiştir.

İstatiksel analiz

Daha önceki yapılan çalışmalarda^{16,17}; gömülü dişe sahip olma oranının %40 ile %58.3 arasında değiştiği görülmüştür. Buna göre; çalışmada örneklem genişliği belirlenirken gömülü diş görülme oranı (p) %49, q=%51 olarak kabul edilmiştir.

Örneklem genişliği:

$n = [(p \times q) \times Z^2] / d^2$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır (%95 güven düzeyinde %80 güç değeri için etki büyüklüğü, d, effect size=0.05; %5 hata için Z=1.96).

Buna göre $n = (0.49 \times 0.51 \times 1.96^2) / 0.05^2 \approx 384$ birey ile çalışılması gerekmektedir. Dolayısı ile bu çalışmada dışlama kriterleri göz önüne alındığında (yaş vb.) oluşabilecek muhtemel kayıplar için her grupta 400 bireyin röntgenleri incelenmiştir.

Üzerinde durulan özelliklerden kategorik değişkenler için tanımlayıcı istatistikler: yüzde ve sayı olarak ifade edilirken; sürekli değişkenler için ise Medyan, Maksimum ve Minimum, Standart Sapma ve Ortalama değerler olarak ifade edilmiştir. Kategorik değişkenler ile sürekli değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemede; varsayımların sağlanması durumunda varyans analizi, sağlanmaması durumunda Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Pearson korelasyon katsayıları sürekli değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde hesaplanmıştır. Ki-kare testi, kategorik değişkenlerin ilişkilerini belirlemede kullanılarak, gerektiği durumlarda Z testi ile oran karşılaştırması yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alınarak SPSS 20 paket program (SPSS Inc. version 20, IL, USA)'ı ile yapılmıştır.

BULGULAR

Çalışma her biri 400 hasta radyografisinden oluşan 4 farklı yaş başlangıcına sahip gruplar incelenerek yapılmıştır. Grup 1: 18-82 yaş (ort. 44.39 ± 15.21), grup 2: 22-85 yaş (ort. 45.77 ± 14.36), grup 3: 26-78 (ort. 47.88 ± 12.82) ve grup 4: 31-86 yaş (ort. 51.15 ± 12.09) aralığındaki hastalardan oluşmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Grupların yaş dağılımları

Grup	Sayı	Ortalama ± ss	Min.-Maks.
18 Yaş ve Üstü	400	44.39 ± 15.21	18-82
22 Yaş ve Üstü	400	45.77 ± 14.36	22-85
26 Yaş ve Üstü	400	47.88 ± 12.82	26-78
31 Yaş ve Üstü	400	51.15 ± 12.09	31-86

Cinsiyet dağılımı ise grup 1'de 213 kadın, 187 erkek; grup 2'de 216 kadın, 184 erkek; grup 3'te 197 kadın, 203 erkek ve grup 4'te 207 kadın, 193 erkekti. Gömülü dişi bulunan hastalar incelendiğinde, gruplarda hastaların cinsiyete göre benzer sayıda dağıldığı görülmüştür. Ancak yine de grup 1 ve 2 de kadınlar daha yüksek oranda iken, grup 3 ve 4 için erkekler yüksek oranda saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Gruplardaki hastaların cinsiyete göre dağılımı

Grup	Cinsiyet	Toplam hasta sayısı (%)	Gömülü dişi bulunan hasta sayısı (%)
18 Yaş ve Üstü	Kadın	213 (%53.25)	61 (%50.41)
	Erkek	187 (%46.75)	60 (%49.59)
	Toplam	400 (%100)	121 (%100)
22 Yaş ve Üstü	Kadın	216 (%54.00)	71 (%52.21)
	Erkek	184 (%46.00)	65 (%47.79)
	Toplam	400 (%100)	136 (%100)
26 Yaş ve Üstü	Kadın	197 (%49.25)	47 (%46.08)
	Erkek	203 (%50.75)	55 (%53.92)
	Toplam	400 (%100)	102 (%100)
31 Yaş ve Üstü	Kadın	207 (%51.75)	46 (%47.42)
	Erkek	193 (%48.25)	51 (%52.58)
	Toplam	400 (%100)	97 (%100)

Gruplardaki gömülü diş oranları sırasıyla %30.25, %34.00, %25.50 ve %24.25 olarak tespit edilmiştir. Toplam gömülü diş bulunan hasta sayısına göre, grup 2 ile grup 3 ve grup 2 ile grup 4 arasında anlamlı fark bulunmuştur (p<0.05). Gruplardaki gömülü diş bulunan hastaların cinsiyetler açısından karşılaştırılmasında erkekler arasında gruplar arası fark bulunmazken, kadınlar arasında anlamlı fark bulunmuştur. Kadınlarda grup 2 ile grup 3 ve grup 2 ile grup 4 arasında anlamlı farklar bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 3).

Tablo 3. Gömülü dişi bulunan hastaların gruplar arası cinsiyet ve toplam hasta sayıları açısından karşılaştırılması

Grup	Cinsiyet		Toplam
	Kadın	Erkek	
18 Yaş ve Üstü	61	60	121 (%30.25)
22 Yaş ve Üstü	71	65	136 (%34.00)
26 Yaş ve Üstü	47	55	102 (%25.50)
31 Yaş ve Üstü	46	51	97 (%24.25)

Kadın: p(1-2)= 0.342; p(1-3)= 0.270; p(1-4)= 0.130; p(2-3)*= 0.033; p(2-4)*= 0.010; p(3-4)= 0.696
Erkek: p(1-2)= 0.509; p(1-3)= 0.280; p(1-4)= 0.225; p(2-3)= 0.080; p(2-4)= 0.061; p(3-4)= 0.881
Toplam: p(1-2)= 0.256; p(1-3)= 0.134; p(1-4)= 0.056; p(2-3)*= 0.008; p(2-4)*= 0.002; p(3-4)= 0.683

Tüm gruplarda dişlerin gömülü kalma oranı sırasıyla mandibular üçüncü, maksiller üçüncü molar ve maksiller kanin dişler olarak tespit edilmiştir. Gruplardaki toplam gömülü diş sayılarının da grupların yaş ortalamaları arttıkça azaldığı görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Gömülü dişlerin dağılımları

Diş	18 Yaş ve Üstü	22 Yaş ve Üstü	26 Yaş ve Üstü	31 Yaş ve Üstü
	Sayı (%)	Sayı (%)	Sayı (%)	Sayı (%)
Mandibular üçüncü molar	145 (%59.67)	165 (%71.12)	129 (%68.98)	99 (%63.06)
Maksiller üçüncü molar	87 (%35.80)	54 (%23.28)	52 (%27.81)	44 (%28.03)
Maksiller kanin	7 (%2.88)	8 (%3.45)	5 (%2.67)	10 (%6.37)
Mandibular kanin	2 (%0.82)	0 (%0.00)	0 (%0.00)	0 (%0.00)
Mandibular premolar	1 (%0.41)	0 (%0.00)	1 (%0.54)	0 (%0.00)
Maksiller premolar	0 (%0.00)	1 (%0.43)	0 (%0.00)	1 (%0.64)
Maksiller keser	0 (%0.00)	0 (%0.00)	0 (%0.00)	0 (%0.00)
Mandibular molarlar (1. ve 2.)	0 (%0.00)	1 (%0.43)	0 (%0.00)	1 (%0.64)
Maksiller molarlar (1. ve 2.)	0 (%0.00)	0 (%0.00)	0 (%0.00)	1 (%0.64)
Süpernumerer	1 (%0.41)	3 (%1.29)	0 (%0.00)	1 (%0.64)
Toplam	243 (%100)	232 (%100)	187 (%100)	157 (%100)

Gruplardaki gömülü mandibular üçüncü molar dişlerin sayıları karşılaştırıldığında: grup 1 ve 4 arasında ($p=0.001$), grup 2 ve 3 arasında ($p=0.014$), grup 2 ve 4 arasında ($p=0.001$), grup 3 ve 4 arasında ($p=0.025$) anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 5).

Gruplardaki gömülü maksiller üçüncü molar dişlerin sayıları karşılaştırıldığında: grup 1 ve 2 arasında ($p=0.001$), grup 1 ve 3 arasında ($p=0.001$) ve grup 1 ve 4 arasında ($p=0.001$) anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. En sık görülen gömülü dişlerin gruplar arası karşılaştırmaları

Diş	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Mandibular üçüncü molar	145 (%59.67)	165 (%71.12)	129 (%68.98)	99 (%63.06)
Maksiller üçüncü molar	87 (%35.80)	54 (%23.28)	52 (%27.81)	44 (%28.03)

^a $p(1-2)=0.178$; $p(1-3)=0.263$; $p(1-4)=0.001$; $p(2-3)=0.014$; $p(2-4)=0.001$; $p(3-4)=0.025$
^b $p(1-2)=0.001$; $p(1-3)=0.001$; $p(1-4)=0.001$; $p(2-3)=0.825$; $p(2-4)=0.256$; $p(3-4)=0.360$
 Grup 1: 18 yaş ve üstü, Grup 2: 22 yaş ve üstü, Grup 3: 26 yaş ve üstü, Grup 4: 31 yaş ve üstü

Tablo 6'da gruplar incelendiğinde genellikle mandibular üçüncü molar dişlerin daha çok yarı gömülü olduğu görülmüştür. Yalnızca 18 yaş ve üstü grupta tam gömülü daha yüksek oranda iken, 22 yaş ve üstü grupta yarı gömülü oranının belirgin oranda arttığı; 26 ve 31 yaş ile başlayan gruplarda ise tam ve yarı gömülü oranlarının yaklaşık olarak yarı yarıya olduğu saptanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Alt üçüncü molar dişlerin gömülülük durumları

	Tam Gömülü	Yarı Gömülü	Toplam
18 Yaş ve Üstü	82 (%56.55)	63 (%43.45)	145 (%100)
22 Yaş ve Üstü	59 (%35.76)	106 (%64.24)	165 (%100)
26 Yaş ve Üstü	63 (%48.84)	66 (%51.16)	129 (%100)
31 Yaş ve Üstü	49 (%49.49)	50 (%50.51)	99 (%100)
Genel Toplam	253 (%47.03)	285 (%52.97)	538 (%100)

Tüm gruplarda maksiller üçüncü molar dişlerin yüksek oranda tam gömülü olduğu görülmüştür. Bu oranın özellikle 18 yaş ve üstü grupta daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Maksiller üçüncü molar dişlerde de 22 yaş ve üstü grupta yarı gömülü oranı belirgin şekilde artmış, 26 ve 31 yaş ile başlayan gruplarda ise bu oran giderek azalmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Üst üçüncü molar dişlerin gömülülük durumları

	Tam Gömülü	Yarı Gömülü	Toplam
18 Yaş ve Üstü	84 (%96.55)	3 (%3.45)	87 (%100)
22 Yaş ve Üstü	47 (%87.04)	7 (%12.96)	54 (%100)
26 Yaş ve Üstü	47 (%90.38)	5 (%9.62)	52 (%100)
31 Yaş ve Üstü	41 (%93.18)	3 (%6.82)	44 (%100)
Genel Toplam	219 (%92.41)	18 (%7.59)	237 (%100)

TARTIŞMA

Literatür incelendiğinde genellikle araştırmacıların 18-30 arasında çok farklı yaş başlangıçları ile gömülü dişleri incelediği görülmektedir.^{8,13,18-22} Bu çalışmada literatürde farklı yaş başlangıçları göz önünde bulundurularak 4 farklı yaş başlangıcı içeren gruplar incelenmiştir.

Bazı araştırmacılar farklı yaş başlangıçlarının yanında inceledikleri hasta gruplarına 40-55 yaş aralığında üst sınır koymuşlardır.^{12,17,21,22} Bu çalışmada ise hem literatürde yaş için üst sınır konulmayan araştırmaların bulunması hem de yazarlarca gömülü diş varlığının dişin çekilmediği veya sürmediği süreçte hayat boyu gömülü kalabileceği düşünülerek üst sınır konulmamıştır.^{8,11,18,20-22}

Gömülü diş oranının araştırıldığı 18 yaş ve üstü hasta bulunan çalışmalar incelendiğinde; Damlar ve ark.²³ %41.8; Gisakis ve ark.¹¹ %35.8; Singh ve Chakrabarty²⁴ %33.6; Kaplan ve ark.²⁵ %44.5; Evirgen ve ark.²⁶ %23.56 gibi değişen oranlarda gömülü diş prevalansı elde etmişlerdir. Quek ve ark.²⁷ 20-40 yaş aralığındaki hastaların bulunduğu 3. molarların incelendiği çalışmalarında %68.6 gibi yüksek bir oranda gömülü diş saptanmıştır. Passi ve ark.²¹ ise çalışmalarında 20-55 yaş

aralığındaki hastalarda gömülü dişleri değerlendirmiş ve gömülü diş oranını %26.4 olarak saptamışlardır. Idris ve ark.⁸ ise 21- 50 yaş aralığındaki hastalarda yaptıkları çalışmada bu oranı %24.3 olarak elde etmişlerdir. Salam ve ark.¹⁹ ile Yıldırım ve Büyükgöze-Dindar¹⁴ 25 yaş ve üstü hastaları inceledikleri gömülü diş çalışmalarında gömülü oranını sırasıyla %22 ve %23; Venta ve ark.¹³ 30 yaş ve üstü hastaları inceledikleri gömülü diş çalışmasında gömülü oranını %21.9 olarak tespit etmişlerdir. Literatürde, özellikle başlangıç yaşı 18 ve 18'e yakın yaşlarda olan çalışmalardan elde edilen prevalanslardaki farklılıklar göze çarpmaktadır.

Farklı yaş başlangıçlarından oluşan gruplardaki gömülü oranlarının birlikte incelendiği bu çalışmada ise 18 ve 22 yaş başlangıçlarına sahip gruplarda sırasıyla oranlar %30.25 ve %34.00 iken, 26 ve 31 yaş başlangıçlarına sahip gruplarda oranlar sırasıyla %25.50 ve %24.25 olarak tespit edilmiştir. Yazarlar, gruplardaki gömülü diş bulunan hasta oranlarında farklılıklar görülmesini dişlerin 17-25 yaş aralığında sürme sürecindeki değişkenlikten kaynaklanabileceğini düşünmektedir. 26 yaş ve üzeri gruplarda ise gömülü diş bulunan hasta oranlarındaki azalışın sebebinin literatürle uyumlu olarak 26 yaşına kadar sürme zamanının devam etmesinin etkili olabileceğini düşünmektedirler.

Çeşitli çalışmalarda da üçüncü azı dişi sürmesinin 25 yaşına kadar devam edebileceği belirtilmiştir.^{14,28} Kruger ve ark.²⁸ 18-26 yaş arası üçüncü molar dişleri değerlendirdikleri longitudinal çalışmalarında, 18 yaşında gömülü olan dişlerin %33,7'sinin 26 yaşına kadar tamamen sürdüğünü, %31,4'ünün çekilmiş ve %13,1'inin de sürmediğini saptamıştır. Bu nedenle 18 yaşında radyografik olarak teşhis edilebilen bir gömülülük durumunun, üçüncü molar dişin profilaktik olarak çekilmesi için tek başına yeterli bir endikasyon olmadığını ve zaman verildiğinde önemli bir kısmının tamamen sürebileceği belirtilmiştir.²⁸

Çalışmalarda cinsiyete göre gömülü diş sıklığı değerlendirildiğinde kadın ve erkek arasında dağılımın yakın ama farklı oranlarda olduğu görülmüştür.^{8,11,13,14,29,30} 18 yaş üstü hastalarda inceleme yapan Gisakis ve ark.¹¹ %53.1 ve 21 yaş üstü hastalarda inceleme yapan Idris ve ark.⁸ %55.3 oranında kadınlarda daha yüksek oranda gömülü diş saptamışlardır. 25 yaş altı sınıırı ile hastaların değerlendirildiği benzer çalışmalarda ise erkekler daha yüksek oranda saptanmıştır.^{29,30} Bu çalışmada da literatüre uyumlu olarak grup 1 ve grup 2 de kadınlarda gömülü diş oranı daha yüksek iken, grup 3 ve grup 4 için erkekler yüksek oranda saptanmıştır.

Damlar ve ark.²³ çalışmalarında gömülü kalma sıklığını mandibular 3. molar diş (%64.7), maksiller 3. molar (%30.9) ve maksiller kanin (%3.1) sırasıyla elde etmişlerdir. Evirgen ve ark. da²⁶ gömülü dişler ve patolojilerini araştırdıkları çalışmalarında aynı dişlerde aynı sıralamayla gömülü kalma sıklığını saptamışlardır. Bu çalışmada da tüm gruplarda sırasıyla mandibular 3. molar, maksiller 3. molar ve maksiller kanin dişler en çok gömülü kalan dişlerdir. Gruplarda en çok gömülü kalan mandibular 3. molar dişlerin gömülü kalma oranı %59.67 ile %71.12 arasında değişmektedir.

Daha önceki çalışmalarda mandibular üçüncü molar dişler çoğunlukla yarı gömülü, maksiller üçüncü molar dişler ise tam gömülü olarak daha yüksek oranda tespit edilmiştir.^{25,29} Bu çalışmadaki gruplar incelendiğinde ise genellikle mandibular üçüncü molar dişlerin daha çok yarı gömülü olduğu görülmüştür. Yalnızca 18 yaş ve üstü grupta tam gömülü daha yüksek oranda iken, 22 yaş ve üstü grupta yarı gömülü oranının belirgin oranda arttığı; 26 ve 31 yaş ile başlayan gruplarda ise tam ve yarı gömülü oranlarının benzer şekilde yarı yarıya yakın olduğu saptanmıştır. Maksiller üçüncü molar dişlerin ise tüm gruplarda yüksek oranda tam gömülü olduğu görülmüştür. Bu oranın özellikle 18 yaş ve üstü grupta daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Maksiller üçüncü molar dişlerde de 22 yaş ve üstü grupta yarı gömülü oranı belirgin şekilde artmış, 26 ve 31 yaş ile başlayan gruplarda ise bu oran giderek azalmıştır.

SONUÇ

Bu çalışma aynı popülasyonda farklı yaş grupları incelenerek yapılmıştır. Farklı yaş başlangıçlarının gömülü diş görülme sıklığını etkilediği saptanmıştır ve çalışmanın hipotezini doğrular niteliktedir. Üçüncü molar dişlerin sürme sürecinin 26 yaşa kadar devam edebilmesi nedeniyle, daha sonra yapılacak araştırmaların tüm dişlerin sürme yayının sona erme zamanlarının dikkate alınarak planlanması önerilmektedir.

Teşekkür / Acknowledgements

Duygu Korkmaz Yalçın'a istatistiksel değerlendirme, Aytaç Salih Gümüş ve Tuğba Kaplan'a veri toplama sürecindeki değerli katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

We would like to thank Duygu Korkmaz Yalçın for her statistical evaluation and Aytaç Salih Gümüş and Tuğba Kaplan for their valuable contributions during the data collection process.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: HE (%60), VK (%40)

Veri Toplanması | Data Acquisition: HE (%60), VK (%40)

Veri Analizi | Data Analysis: HE (%40), VK (%60)

Makalenin Yazımı | Writing up: HE (%60), VK (%40)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: HE (%80), VK (%20)

KAYNAKÇA

1. Bishara SE, Andreasen G. Third molars: A review. *Am J of Orthod.* 1983;83(2):131-137.
2. Ozan F, Yeler H, Yeler D. Mandibular gömülü daimî kanin diş ile ilişkili süpernumerer diş ve kompaund odontoma: Vaka raporu. *Atatürk Üniv Dis Hek Fak Derg.* 2005;15: 61-64.
3. Mustafa AB. Prevalence of Impacted pre-molar teeth in college of dentistry, King Khalid University, Abha, Kingdom of Saudi Arabia. *J Int Oral Health.* 2015;7(6):1-3.
4. Pell GJ, Gregory GT. Report on a ten-year study of a tooth division technique for the removal of impacted teeth. *Am J Orthod Oral Surg.* 1942;28:B660-666.
5. Jose M, Varghese J. Panoramic radiograph a valuable diagnostic tool in dental practice-Report of three cases. *Int J Dental Clin.* 2011;3(4):47-49.
6. Thirasupa N. Orthodontic management of a horizontally impacted maxillary incisor in an adolescent patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2023;163(1):126-136.
7. Pursafar F, Salemi F, Dalband M, Khamverdi Z. Prevalence of impacted teeth and their radiographic signs in panoramic radiographs of patients referred to hamadan dental school in 2009. *J Dent Res.* 2011;3(1):21-27.
8. Idris AM, Al-Mashraqi AA, Abidi NH, et al. Third molar impaction in the Jazan Region: evaluation of the prevalence and clinical presentation. *Saudi Dent J.* 2021;33(4):194-200.
9. English JD, Akyalcin S, Peltomaki T, Litschel K. *Mosby's Orthodontic Review*, 2nd ed. Chapter 2: Developmet of the occlusion. Elsevier Health Sciences. 2014:17.
10. Cobourne MT. Orthodontic management of the developing dentition. Chapter 1: Development of the Dentition. Springer. 2017:13.
11. Gissakis IG, Palamidakis FD, Farmakis ETR, Kamberos G, Kamberos S. Prevalence of impacted teeth in a Greek population. *J Investig Clin Dent.* 2011;2(2):102-109.
12. El-Khateeb SM, Arnout EA, Hifnawy T. Radiographic assessment of impacted teeth and associated pathosis prevalence: Pattern of occurrence at different ages in Saudi male in Western Saudi Arabia. *Saudi Med J.* 2015;36(8):973-979.
13. Venta I, Vehkalahti MM, Huuonen S, Suominen AL. Prevalence of third molars determined by panoramic radiographs in a population-based survey of adult Finns. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2020;48:208-214.
14. Yıldırım H, Büyükgöze-Dindar M. Investigation of the prevalence of impacted third molars and the effects of eruption level and angulation on caries development by panoramic radiographs. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2022;27(2):106-112.
15. Xavier CRG, Dias-Ribeiro E, Ferreira-Rocha J, et al. Evaluation of the positions of impacted third molars according to the Winter and Pell & Gregory classifications in panoramic radiography. *Cir Traumatol Buco-Maxilo-fac* 2010;10(2):83-90.
16. Gülşahi A. Gömülü üçüncü molar dişler üzerine retrospektif bir çalışma. *ADO Journal of Clin Sci.* 2007;1(2):9-11.
17. Alfidil L, Almajed E. Prevalence of impacted third molars and the reason for extraction in Saudi Arabia. *Saudi Dent J.* 2020;32:262-268.
18. Syed KB, Zaheer KB, Ibrahim M, Bagi MA, Assiri MA. Prevalence of impacted molar teeth among Saudi population in Asir region, Saudi Arabia-a retrospective study of 3 years. *J Int Oral Health.* 2013;5(1):43-47.
19. Salam S, Bary A, Sayed A. Prevalence of impacted teeth and pattern of third molar impaction among Kerala population a cross sectional study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2023;15(1):354-357.
20. Jan A, Alsehaimey M, Mokhtar H, Jadu FM. Prevalence of impacted third molars in Jeddah, Saudi Arabia: a retrospective study. *J Am Sci.* 2014;10(10):1-4.
21. Passi D, Singh G, Dutta S, et al. Study of pattern and prevalence of mandibular impacted third molar among Delhi-National Capital Region population with newer proposed classification of mandibular impacted third molar: A retrospective study. *Natl J Maxillofac Surg.* 2019;10(1):59-67.
22. KalaiSelvan S, Ganesh SKN, Natesh P, Moorthy MS, Niazi TM, Babu SS. Prevalence and pattern of impacted mandibular third molar: An institution-based retrospective study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2020;12(1):462-467.
23. Damlar İ, Altan A, Tatlı U, Arpag OA. Hatay bölgesinde gömülü diş prevalansının retrospektif olarak incelenmesi. *Cukurova Med J.* 2014; 39(3):559-565.
24. Singh M, Chakrabarty A. Prevalence of impacted teeth: Study of 500 patients. *Int J Sci Res.* 2016;5(1):1577-1580.
25. Kaplan V, Çiğirim L, Güzel M. Van bölgesindeki yetişkin bireylerde gömülü diş görülme sıklığının belirlenmesi. *Van Sag Bil Derg* 2020;13(3):44-49.
26. Evirgen Ş, Karaaslan F, Dikilitaş A. (2020). Gömülü dişler ve ilişkili patolojilerin radyografik değerlendirmesi. *Türkiye Klin Diş Hek Bilim Derg.* 2020;26(2):181-186.
27. Quek SL, Tay CK, Tay KH, Toh SL, Lim KC. Pattern of third molar impaction in a Singapore Chinese population: a retrospective radiographic survey. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2003;32(5):548-552.
28. Kruger E, Thomson WM, Konthasinghe P. Third molar outcomes from age 18 to 26: Findings from a population-based New Zealand longitudinal study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92(2):150-155.
29. Jung YH, Cho BH. Prevalence of missing and impacted third molars in adults aged 25 years and above. *Imaging Sci Dent.* 2013;43(4):219-225.
30. Sethuraman R. Prevalence of impacted third molar teeth and commonly extracted third molars: A cross-sectional study. *Int J Cranio Maxillofac Surg Rehab.* 2022;Article ID 22670358:1-7.

Complication Rates and Patient Satisfaction Evaluation of Implant-Supported Prosthesis

İmplant Destekli Protezlerde Komplikasyonların ve Hasta Memnuniyetinin Değerlendirmesi

Nuran YANIKOĞLU^a, Derya ASLAN^b, Merve KÖSEOĞLU^c

^aAtaturk University Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Erzurum, Türkiye

^aAtatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Erzurum, Türkiye

^bDerince Oral and Dental Health Center, Kocaeli, Türkiye

^bDerince Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Kocaeli, Türkiye

^cSakarya University Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Sakarya, Türkiye

^cSakarya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Sakarya, Türkiye

ABSTRACT

Background: The aim of the study was to assess implant and prosthetic failure rates and patients' satisfaction following 2-year observation.

Methods: The study was conducted among 110 patients (60 male, 50 female) and 581 implants placed in the maxilla and mandibles. Researchers conducted the clinical examination during recall visits within the first and second year of prosthesis insertion. A questionnaire was used to evaluate the patient's satisfaction with the prostheses. The obtained data were analyzed by descriptive statistics, Chi-Square, Mann-Witney, and Kruskal-Wallis analysis ($\alpha < 0.05$).

Results: In the maxilla and the mandible, the most commonly used prosthesis was cement-retained fixed partial dentures (31.4% and 29.6%, respectively), while the least common procedures were full arch screw-retained prostheses (2.9% and 3.5%, respectively). The most commonly used material was metal-ceramic (64.2%). Survival rates of implants were similar in the maxilla (94.7%) and the mandible (95.2%) ($P=0.544$). Prosthesis survival rates were also similar ($P=0.094$): 76.2% were in the maxilla, and 78.3% were in the mandible. The highest technical and mechanical complication rates were observed in fixed partial denture prostheses applied to the maxilla and the mandible (26.8% and 25.6%, respectively). In the maxilla and mandible, the most frequent complication was ceramic chipping (16.2% and 15.6%, respectively), followed by occlusal screw loosening (3.8% and 2.6%, respectively). Patients' satisfaction rates ranged between 91%-95% in terms of function, aesthetics, and convenience.

Conclusion: After a use time of 2 years, high survival rates and patient satisfaction ratings were obtained. There was no significant difference in implant failures, while prosthetic failures were higher in fixed partial dentures.

Keywords: Dental implants, Patient satisfaction, Dental prosthesis, Implant-supported, Complications

ÖZ

Amaç: Çalışmanın amacı, 2 yıllık gözlemin ardından implant ve implant üstü protezlerdeki başarısızlık oranlarını ve hastaların memnuniyet oranlarını değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Çalışma 110 hasta (60 erkek, 50 kadın), alt ve üst çenelere yerleştirilen 581 implant üzerinde yürütülmüştür. Protezler hasta ağızına takıldıktan bir ve iki yıl sonra yapılan kontrol ziyaretleri sırasında araştırmacılar klinik muayeneleri gerçekleştirmiştir. Hastaların protez memnuniyetlerini değerlendirmek için de bir anket kullanılmıştır. Elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler, Ki-Kare, Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis analizleri ile analiz edilmiştir ($\alpha < 0.05$).

Bulgular: Maksilla ve mandibulada en sık kullanılan protez siman tutuculu sabit protezler (sırasıyla %31,4 ve %29,6) iken, en az kullanılan tip tam ark vida tutuculu protezlerdir (sırasıyla %2,9 ve %3,5). En yaygın kullanılan materyal, metal-seramiktir (%64,2). İmplantların sağkalım oranları maksilla (%94,7) ve mandibulada (%95,2) benzerdir ($P=0,544$). Protez sağkalım oranları da benzerdir ($P=0,094$). Maksilladaki protezlerin %76,2'si ve mandibuldaki protezlerin %78,3'ü sağ kalmıştır. En yüksek teknik ve mekanik komplikasyon oranları maksilla ve mandibulaya yerleştirilen sabit protezlerde gözlenmiştir (sırasıyla %26,8 ve %25,6). Maksilla ve mandibulada en sık görülen komplikasyon seramikte çatlak oluşumu (sırasıyla %16,2 ve %15,6) ve bunu takiben oklüzal vida gevşemesi (sırasıyla %3,8 ve %2,6) olmuştur. Hastaların memnuniyet oranları fonksiyon, estetik ve kullanım kolaylığı açısından %91-%95 arasında değişmektedir.

Sonuç: İki yıllık kullanım süresinin ardından, yüksek sağkalım oranları ve hasta memnuniyet dereceleri elde edilmiştir. İmplant başarısızlıklarında anlamlı bir fark görülmezken, protez başarısızlıkları sabit protezlerde daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dental implant, Hasta memnuniyeti, Diş protezi, İmplant destekli, Komplikasyonlar

Introduction

Prosthodontic rehabilitation of edentulous patients utilizing dental implants is now a well-recognized and clinically proven approach with consistent long-term outcomes.¹⁻³ Many research on implant success have focused on the degree of osseointegration and the integrity of implant-bone support. These factors are often assessed using parameters including implant mobility, inflammation, infection surrounding the implant site, and peri-implant bone loss. Stable initial implant settings, controlled loading scenarios, and an osseointegrative implant surface are necessary for predictable outcomes.⁴ Success will depend on more than just osseointegration as implant therapy advances and becomes routine and as people look for alternatives to fixed and complete dentures.⁵

Implant-supported or implant-retained prostheses use has been shown to improve treatment outcomes, as the rehabilitation of edentulous arches with traditional complete dentures has functional drawbacks.⁶⁻⁸ Restorative therapy of fully or partially edentulous individuals using

dental implants including cantilevers, resin-bonded bridges, fixed implant-supported single crowns, bridges and overdentures are a few examples.⁹⁻¹¹ The longevity and aesthetic results have been significantly impacted by modifications in restorative treatment protocols in addition to development of new and improved restorative materials and techniques.¹² Overdentures can require less surgery than fixed restorations since they involve fewer implants and components,¹³⁻¹⁵ and are more cost-effective.¹⁶ On the contrary, fixed restorations offer higher maximal occlusal forces and a decreased requirement for prosthesis maintenance.¹⁷⁻¹⁹ Well-established clinical benefits of overdenture or fixed rehabilitations include an increased implant survival rate (>98%) and manageable long-term bone resorption.^{18,20,21}

The number of dental implants has increased over last years, which has increased complications. Soft tissue recession, inflammation, peri-implant mucositis, soft tissue hypertrophy/hyperplasia, peri-implantitis, and implant failure were considered modest biologic problems.^{22,23} Peri-implantitis was described as bone loss next to an

Gönderilme Tarihi/Received: 21 Mart, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 11 Haziran, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Yanıkoğlu N, Aslan D, Köseoğlu M. Complication Rates and Patient Satisfaction Evaluation of Implant-Supported Prostheses. Selcuk Dent J 2025;12(1): 42-47 [Doi: 10.15311/selcukdenti.1456288](https://doi.org/10.15311/selcukdenti.1456288)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Merve KÖSEOĞLU

E-mail: mervekoseoglu89@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdenti.1456288

implant more than 2 mm following the first year of functional loading or more than 0.2 mm for each additional year, as seen on x-rays, along with signs of an infection, such as bleeding and suppuration. The diagnosis of peri-implantitis was to be made based on radiographic bone loss, which is more than 2 mm, bleeding, and suppuration on probing, and pocket depths more than 5 mm.²⁴ The prosthetic material's wear, chipping, abutment/occlusal screw loosening, and loss of retention, fracture of the prosthetic framework, material, abutment, and occlusal screw were all regarded as technical and mechanical complications.^{22,25}

Mainly, the effectiveness of implant-supported prosthesis has been assessed through the measurement of clinical characteristics like survival, marginal bone loss, and probing depth.^{13,18,20,21} However, how patients view the treatment may differ from the clinical results. To combine clinical parameters with assessments of the patient's oral condition, those variables must be collected along with the patient's perception of the treatment using patient-reported outcome measures, such as patient satisfaction and oral health related quality of life.²⁶⁻³⁰ In the field of dentistry research, the patient-reported outcome measure has gained popularity.^{27,31,32} Although patient satisfaction about implant therapy has been previously investigated,³³ to our knowledge, there is no contemporary, comprehensive study investigating both biomechanical complications and patients' assessments of implant-supported prostheses in Turkey. The aim of the present study was to evaluate clinical and patient related outcomes of implant supported prostheses. The hypothesis of the present study was that implant survival rates, technical and mechanical complications of the prosthesis, and patient satisfaction would be different depending on the type of bone to be placed and the prosthesis type.

Materials and Methods

This study, conducted in accordance with the declaration of Helsinki, involved 110 subjects (60 male and 50 female) who underwent rehabilitation with maxillary and/or mandibular implant-supported dentures. Power analysis was performed using the G*Power (V3.1.9.7) program. Based on the results of the reference study,³⁴ a minimum of 249 implants should be included in the study according to the chi-square test power analysis result with 95% confidence (1- α), 95% test power (1- β), $w=0.249$ effect size. The present study was conducted among 581 implants, (267 in the maxilla, 314 in the mandible) placed. This study was approved by the Ethics Committee of Ataturk University, Erzurum, Turkey (N:22/02/2024:16). Screening was conducted through the electronic records of all edentulous patients who had rehabilitation with dental implants and implant supported fixed prosthesis (IFP) and overdentures (OD) at Ataturk University Faculty of Dentistry between August 1, 2019, and December 31, 2023.

In the present study, patients who are 18 years or older, partially and totally edentulous, had received rough surface dental implants; had been rehabilitated with IFP and/or OD in at least one edentulous jaw, with under a minimum of 1-year functional loading were included. Patients who had received smooth (machined) surface implants, did not want to sign the informed consent form, were pregnant and in case less than a year since the final prosthesis was inserted were not included in the current study.³⁵

The subjects who fulfilled the inclusion requirements were invited to participate in an extensive radiographic and clinical evaluation. After being fully informed of the investigation's objectives, every patient provided signed informed consent. All patients received the standard surgical and prosthetic procedures performed by dentists in Ataturk University Faculty of Dentistry, which included, in brief, the following: taking a medical history and clinical examination, getting consent, evaluating radiography and hematology, prophylactic antibiotic use, implant surgery, submerged healing for 7-8 weeks, subsequent surgery, and prosthetic rehabilitation.

All eligible patients who signed the informed consent form and consented to be included in the current study had a thorough examination done on visits. A review of the patient's medical and dental histories, intraoral photos, radiography, and clinical examination, including an assessment of the oral cavity's soft and hard tissues were all included in this examination.²⁴ All patients were followed up at the first and second year of prosthesis insertion. Two calibrated prosthodontists (NY, DA) completed implant supported

prosthesis treatment, conducted the clinical examination, and looked for any complications or failures of the implants and prosthesis throughout the evaluation. A survey was utilized to evaluate the patient's satisfaction with the prostheses' convenience, functionality, and aesthetics.³⁶ The first part of the survey consisted of 4 questions about patients' personal information, including name, gender, age, and medical history. The second part of the survey consisted of 3 questions about patients' satisfaction with their prostheses in terms of function, esthetics, and convenience (Table 1).

Table 1. The survey questions

Q1. Name Surname.....
Q2. Age.....
Q3. Gender..... () Male..... () Female.....
Q4. Do you have any systemic disease? () Yes..... () No.....
Q5. Are you satisfied with your prostheses in terms of function? () Yes..... () No.....
Q6. Are you satisfied with your prostheses in terms of esthetics? () Yes..... () No.....
Q7. Are you satisfied with your prostheses in terms convenience? () Yes..... () No.....

Statistical analysis of obtained data was performed with IBM SPSS v26.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). After performing Kolmogorov-Smirnov normality test, it was concluded that data were not distributed normally. The data were analyzed by descriptive statistics, Chi-Square, Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis test. Statistical significance was set at $p<0.05$ level.

Results

In the present study, 267 implants were placed in the maxilla and 314 in the mandible. When, demographic values of the participants were evaluated, it was concluded that 55% of the cases were male ($n=60$), while 45% were female ($n=50$). Most of the participants (31%, $n=34$) were 46-55 years old (Fig 1).

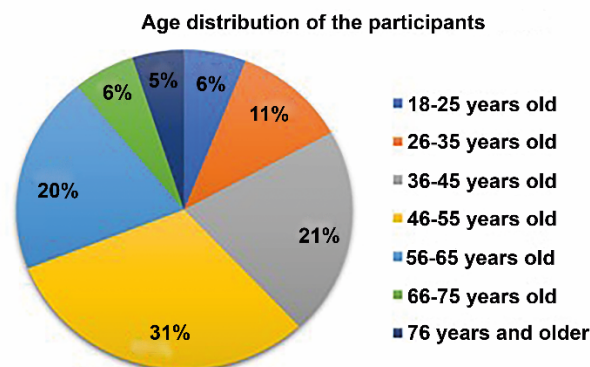


Fig 1. Age distribution of participants

In this study, totally 105 prostheses inserted in the maxilla and 115 prostheses in the mandible. Most of the cases were cement-retained fixed partial dentures (31.4%), while the least common procedures were full arch screw-retained prostheses (2.9%) in the maxilla. In the mandible, similarly, most of the cases were cement-retained fixed partial dentures (29.6%), while screw-retained full arch fixed dentures (3.5%) were the least common type of prosthesis (Table 2).

When material types of the prostheses were investigated, it was concluded that metal-ceramic (64.2%) used in fixed prostheses was the most commonly utilized material. Acrylic resin (26.8%) utilized in overdentures was the second most used material. The least utilized material was Zirconia (9%) used in fixed prostheses.

Implant failure rates and technical and mechanical complications of the prosthesis were also investigated in the current study. Implant failure rates ranged between 4.3% and 6.2% in the maxilla, 4.4% and 5.3% in the mandible (Table 2). There was no difference between implant failure rates regarding prosthesis type in the maxilla ($P=0.096$) and mandible ($P=0.398$). Also, implant failure rates did not differ between the maxilla and the mandible ($P=0.544$). Survival rates of implants were similar in the maxilla (94.7%) and the mandible (95.2%).

Table 2. Percentage (%) and number (n) of implant supported prosthesis types in the maxilla and mandible

Type of prosthesis	Retention type	Maxilla (%)	Mandible (%)
Single crown fixed	Cement retained	15.3% (n=16)	11.3% (n=13)
	Screw retained	5.7% (n=6)	5.2% (n=6)
Partial Fixed	Cement retained	31.4% (n=33)	29.6% (n=34)
	Screw retained	7.6% (n=8)	7.8% (n=9)
Full arch fixed	Cement retained	12.4% (n=13)	13.9% (n=16)
	Screw retained	2.9% (n=3)	3.5% (n=4)
Overdenture	Ball	9.5% (n=10)	12.2% (n=14)
	Bar	5.7% (n=6)	7% (n=8)
	Locator	5.7% (n=6)	5.2% (n=6)
Hybrid prosthesis	Cement retained	3.8% (n=4)	4.3% (n=5)

Technical and mechanical complication rates ranged from 18.2% to 26.8% in the maxilla and 17.9% to 25.6% in the mandible (Table 3). Technical and mechanical complication rates differed regarding prosthesis types both in the maxilla ($P=0.037$) and mandible ($P=0.039$). The highest technical and mechanical complication rates were observed in fixed partial dentures applied to the maxilla and the mandible both. However, technical and mechanical failure rates were not different between the maxilla and the mandible ($P=0.094$). Survival rates of implant supported prosthesis was 76.2% in the maxilla, while 78.3% in the mandible.

Table 3. Relative (%) and absolute (/) rates of implants' failures and prosthesis' technical and mechanical complications in the maxilla and the mandible

Type of prosthesis	Maxilla		Mandible	
	Implant failure	Technical and mechanical complication	Implant failure	Technical and mechanical complication
Single crown fixed	4.5% (1/22)	22.7% (5/22)	5.3% (1/19)	21% (4/19)
Partial fixed	5.9% (5/85)	26.8% (11/41)	4.4% (4/90)	25.6% (11/43)
Full arch fixed	5.1% (5/98)	25% (4/16)	4.8% (6/126)	20% (4/20)
Overdenture	4.3% (2/46)	18.2% (4/22)	5.1% (3/59)	17.9% (5/28)
Hybrid	6.2% (1/16)	25% (1/4)	5% (1/20)	20% (1/5)

In the maxilla and mandible, the most frequent complication was ceramic chipping (16.2% and 15.6%, respectively) followed by occlusal screw loosening (3.8% and 2.6%, respectively) and loss of retention (1.9% and 1.7%, respectively). No abutment fracture, one occlusal screw fracture, and one abutment loosening were also noted (Table 4).

Table 4. Number (n) and percentages (%) of technical and mechanical complication types in the maxilla and the mandible

Complication type	Maxilla		Mandible	
	n	%	n	%
Ceramic chipping	17	16.2	18	15.6
Acrylic denture fracture	1	0.9	1	0.9
Loss of retention	2	1.9	2	1.7
Occlusal screw loosening	4	3.8	3	2.6
Occlusal screw fracture	0	0	1	0.9
Abutment loosening	1	0.9	0	0
Abutment fracture	0	0	0	0

Patients' self-reported satisfaction rates were also investigated in this study. In the maxilla, patient satisfaction rates ranged between 91% and 95% in terms of function, 91% to 95% regarding esthetics, 91% to 94% in relation to convenience. In the mandible, patient satisfaction rates ranged between 92% and 95% regarding function, 91% to 95% regarding esthetics, and 92% to 94% concerning convenience. The satisfaction rates did not differ regarding prosthesis type ($P=0.521$) and bone (maxilla and mandible) ($P=0.427$) (Table 5).

Table 5. Percentage (%) of patients who are satisfied with their prostheses in terms of function, esthetics, and convenience in the maxilla and the mandible

Type of prosthesis	Maxilla			Mandible		
	Function	Esthetics	Convenience	Function	Esthetics	Convenience
Single crown fixed	0,93	0,95	0,94	0,94	0,95	0,94
Partial fixed	0,94	0,91	0,93	0,95	0,92	0,94
Full arch fixed	0,91	0,93	0,93	0,93	0,91	0,92
Overdenture	0,94	0,95	0,91	0,92	0,94	0,93
Hybrid	0,95	0,92	0,94	0,94	0,95	0,93

There was no difference between function, esthetics, and convenience satisfaction rates regarding prosthesis type in the maxilla ($P=0.325$) and mandible ($P=0.334$). In addition, there was no difference between satisfaction rates of prostheses inserted in the maxilla or mandible ($P=0.214$).

Discussion

In the present study the distribution of prosthesis types, the occurrence of implant failures, technical and mechanical complications rates of implant supported prosthesis, and patients' self-reported satisfaction rates about their prosthesis were assessed. There was no difference between implant failure rates regarding prosthesis type and bone type (maxilla and mandible). The rates of technical and mechanical complications differed between the various types of prostheses, but these rates did not differ between the mandible and maxilla. In addition, the satisfaction rates of the patients did not differ regarding prosthesis and bone type. Thus, the hypothesis of the present study, stating that implant survival rates, technical and mechanical complications of the prosthesis, and patient satisfaction would be different depending on the type of bone to be placed and the prosthesis type was partially accepted.

The distributions of prosthesis types were different in studies. In a previous study conducted in 2000,³⁷ fixed partial dentures were the most commonly used prosthesis in the maxilla, while. Overdentures were the most common prosthesis types in the mandible. Over the past years, the increase in dental implant insertion rates³⁸ and the studies declaring high oral health-related quality of life ratings in implant-supported fixed complete dentures³⁹ may have led to clinicians applying this type of prosthesis more commonly. As a result, fixed partial dentures were the most common prosthesis type in the maxilla and mandible.

Implant survival rates vary in different studies. In a previous study, in which patients were rehabilitated with double full-arch fixed implant-supported prostheses, the implant survival rate was 99.2% after a mean 5.1 year follow-up.³⁵ In another study, survival rates of implant-supported overdentures with at least 3 years of observation time were investigated. It was found that 91.9% of the implants survived in the maxilla, while 98.6% survived in the mandible. In a different study, 96.1% survival rates in single-tooth implant-supported restorations within 2.4 years average time.⁴⁰ The findings of the current study show that survival rates of implants were 94.7% in the maxilla and 95.2% in the mandible following 2 years of observation. Several reasons, that were previously reported, such as ages of patients, implants' length and diameter, individuals' bone quality, and region where the implant is placed,⁴¹ and tobacco use⁴² may have affected the survival rate of implants in different studies.

Prosthesis type, retention mechanism, prosthesis or abutment material,⁴³ presence of bruxism, and absence of a nightguard⁴⁴ may affect the incidence of technical complications in implant-supported prosthesis. In a previous study, 24.8% of the patients experienced frequent technical complications with implant-supported restorations with 5.3 years of observation time.⁴⁵ In the current study, similarly to the previous study,⁴⁰ technical and mechanical complication rates were 23.8% in the maxilla and 21.7% in the mandible after 2 years of observation.

There are different results in the literature regarding mechanical and technical complications types. In a study by Karlsson et al.⁴⁵ chipping (11.0%) was the most commonly seen complication and followed by

loss of retention (7.9%). According to Wittneben et al.,²⁵ chipping (20.3%) was followed by occlusal screw loosening (2.6%) in terms of technical and mechanical complications. In the present study, similar to the study of Wittneben et al.²⁵ ceramic chipping was the most common technical and mechanical problem, followed by loss of retention. However, chipping rates obtained in the present study were 16.2% in the maxilla and 15.6% in the mandible and these values were lower than values obtained from Wittneben et al.²⁵ When occlusal screw loosening rates were compared with Wittneben et al.²⁵ our results (3.8%) were higher in the maxilla and the same (2.6%) in the mandible. The difference in the observation periods might be responsible for these observed variances.⁴⁵

In the current study, like a previous research³⁶ every patient responded to the survey and expressed satisfaction with the prosthesis regarding esthetics, function and convenience. And they stated that the prosthetic devices were stable and had good chewing abilities. When the implant's placement is restricted by the height and thickness of the bone or by financial limitations, implant-supported overdentures might be a viable option to traditional removable dentures and implant-supported fixed prostheses. A limited number of implants may be inserted to improve patient comfort, enhance masticatory performance, and stabilize.^{36,46}

This study has some limitations. Firstly, the patient's pre-operative clinical and anatomical circumstances, implant reconstruction protocols, treatment principles used during the case planning,²⁵ individuals' occlusal relationships, parafunctional habits, and possible nightguard use are unknown.³⁵ In addition, this study was conducted within a relatively shorter follow-up time.^{25,31} Future research projects should be performed gathering information about abutment and framework materials used, presence of bruxism, location of technical and mechanical complications, and their severity²⁵ within a longer follow-up.^{25,31}

Conclusion

Most of the cases were cement-retained fixed partial dentures, and mostly commonly used prosthetic material was metal-ceramic. The survival rate of implants was relatively high in the maxilla and the mandible following 2 years of prosthesis insertion. Implant failure rates did not differ between prosthesis types and maxillary and mandibular implants. Chipping of ceramic veneers was the most frequent technical and mechanical complication. Technical and mechanical failure rates did not differ between the maxillary and the mandibular implants. The highest technical and mechanical complication rates were observed in fixed partial dentures. Most patients were satisfied with their prosthesis in terms of esthetics, function and convenience.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körlleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: NY (%50) DA(%50)
Veri Toplanması | Data Acquisition: NY (%50) DA (%50)
Veri Analizi | Data Analysis: MK (%60) NY(%20) DA (%20)
Makalenin Yazımı | Writing up: MK (%50) NY (%20) DA (%30)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: MK (%50) NY (%30) DA (%20)

REFERENCES

- Weber H-P, Sukotjo C. Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patient? *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22(7)
- Demirekin ZB, Findik Y. A Retrospective Clinical Evaluation of Narrow Diameter Implant Supported Dental Prosthesis: Early Results. *Selcuk Dent J.* 2023;10(4):265-269.
- Çiftçi Asutay H, Yanıkoğlu N. The Effect of Different Angled Abutments with Peripheral Groove and Vent Hole on the Retention of Cement Retained Implant-Supported Restorations. *Selcuk Dent J.* 2024;11(1):49-54.
- Calandriello R, Tomatis M. Immediate occlusal loading of single lower molars using brånemark system® wide platform tiunite™ implants: A 5-year follow-up report of a prospective clinical multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2011;13(4):311-318.
- Muddugangadhar B, Amarnath G, Sonika R, Chheda PS, Garg A. Meta-analysis of failure and survival rate of implant-supported single crowns, fixed partial denture, and implant tooth-supported prostheses. *J Int Oral Health.* 2015;7(9):11-17.
- Elsyad MA, Elgamal M, Mohammed Askar O, Youssef Al-Tonbary G. Patient satisfaction and oral health-related quality of life (OHRQoL) of conventional denture, fixed prosthesis and milled bar overdenture for All-on-4 implant rehabilitation. A crossover study. *Clin Oral Implants Res.* 2019;30(11):1107-1117.
- Brennan M, Houston F, O'Sullivan M, O'Connell B. Patient satisfaction and oral health-related quality of life outcomes of implant overdentures and fixed complete dentures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(4):791-800.
- Niakan S, Mahgoli H, Afshari A, Mosaddad SA, Afshari A. Conventional maxillary denture versus maxillary implant-supported overdenture opposing mandibular implant-supported overdenture: Patient's satisfaction. *Clin Exp Dent Res.* 2024;10(1):813-819.
- Romeo E, Storelli S, Casano G, Scanferla M, Botticelli D. Six-mm versus 10-mm long implants in the rehabilitation of posterior edentulous jaws: a 5-year follow-up of a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2014;7(4):371-381.
- Von Wowern N, Gotfredsen K. Implant-supported overdentures, a prevention of bone loss in edentulous mandibles? A 5-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(1):19-25.
- Zhang Y, Luo J, Di P, et al. Screw-retained ceramic-veneered/monolithic zirconia partial implant-supported fixed dental prostheses: A 5 to 10-year retrospective study on survival and complications. *J Prosthodont.* 2024;33(3):221-230.
- Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G. Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: a 7-year prospective study with the ITI dental implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(2):247-259.
- Passia N, Wolfart S, Kern M. Ten-year clinical outcome of single implant-retained mandibular overdentures—A prospective pilot study. *J Dent.* 2019; 82:63-65.
- Passia N, Kern M. The single midline implant in the edentulous mandible: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2014; 18:1719-1724.
- Thomason JM, Feine J, Exley C, et al. Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients—the York Consensus Statement. *Br Dent J.* 2009;207(4):185-186.
- Attard NJ, Wei X, Laporte A, Zarb GA, Ungar WJ. A cost minimization analysis of implant treatment in mandibular edentulous patients. *Int J Prosthodont.* 2003;16(3):271-276.
- Müller F, Hernandez M, Grütter L, Aracil-Kessler L, Weingart D, Schimmel M. Masseter muscle thickness, chewing efficiency and bite force in edentulous patients with fixed and removable implant-supported prostheses: a cross-sectional multicenter study. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(2):144-150.
- Ayna M, Gülses A, Acil Y. A comparative study on 7-year results of "All-on-Four™" immediate-function concept for completely edentulous mandibles: metal-ceramic vs. bar-retained superstructures. *Odontology.* 2018; 106:73-82.
- Beresford D, Klineberg I. A within-subject comparison of patient satisfaction and quality of life between a two-implant overdenture and a three-implant-supported fixed dental prosthesis in the mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2018;33(6):1374-82.
- De Kok IJ, Chang KH, Lu TS, Cooper LF. Comparison of three-implant-supported fixed dentures and two-implant-retained overdentures in the edentulous mandible: a pilot study of treatment efficacy and patient satisfaction. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(2):415-426.
- Elsyad MA, Alameldeen HE, Elsayh EA. Four-Implant-Supported Fixed Prosthesis and Milled Bar Overdentures for Rehabilitation of the Edentulous Mandible: A 1-Year Randomized Controlled Clinical and Radiographic Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019;34(6):1493-1503.
- Papaspyridakos P, Chen C-J, Chuang S-K, Weber H-P, Gallucci GO. A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(1):102-110.
- Lanzetti J, Crupi A, Gibello U, et al. How often should implant-supported full-arch dental prostheses be removed for supportive peri-implant care to maintain peri-implant health? A systematic review. *Int J Oral Implantol.* 2024;17(1):45-57.
- Papaspyridakos P, Barizan Bordin T, Kim YJ, et al. Implant survival rates and biologic complications with implant-supported fixed complete dental prostheses: A retrospective study with up to 12-year follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(8):881-893.
- Witneben JG, Buser D, Salvi GE, Bürgin W, Hicklin S, Brägger U. Complication and failure rates with implant-supported fixed dental prostheses and single crowns: A 10-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014;16(3):356-364.
- Awad M, Al-Shamrany M, Locker D, Allen F, Feine J. Effect of reducing the number of items of the Oral Health Impact Profile on responsiveness, validity and reliability in edentulous populations. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2008;36(1):12-20.
- Feine J, Abou-Ayash S, Al Mardini M, et al. Group 3 ITI consensus report: Patient-reported outcome measures associated with implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29:270-275.
- Liu D, Deng Y, Sha L, Abul Hashem M, Gai S. Impact of oral processing on texture attributes and taste perception. *J Food Sci Technol.* 2017;54:2585-2593.
- Manfredini M, Pellegrini M, Rigoni M, et al. Oral health-related quality of life in implant-supported rehabilitations: a prospective single-center observational cohort study. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):1-10.
- Kecik Buyukhatipoglu I, Ozdemir M. Evaluation of Quality of Life and Satisfaction in Patients with Implant-Supported Fixed Partial Dentures. *Cumhuriyet Dent J.* 2024;27(1):15-20.
- Witneben JG, Wismeijer D, Brägger U, Joda T, Abou-Ayash S. Patient-reported outcome measures focusing on aesthetics of implant-and tooth-supported fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29:224-240.
- Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo MN, Lagana DC, Sesma N. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: A systematic review. *J Prosthet Dentistry.* 2018;119(2):214-219.
- Erdil D, Yildiz H, Bağış N. Evaluation of Patient Satisfaction About Implant Therapy. *Türkiye Klinikleri J Dent Sci.* 2019;25(1):43-49.
- Yi SW, Carlsson G, Ericsson I, Kim CK. Patient evaluation of treatment with fixed implant-supported partial dentures. *J Oral Rehabil.* 2001;28(11):998-1002.
- Papaspyridakos P, Bordin TB, Natto ZS, et al. Double full-arch fixed implant-supported prostheses: outcomes and complications after a mean follow-up of 5 years. *J Prosthodont.* 2019;28(4):387-397.
- Mijiritsky E, Lorean A, Mazor Z, Levin L. Implant tooth-supported removable partial denture with at least 15-year long-term follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(5):917-922.
- Snauwaert K, Duyck J, van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I. Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study. *Clin Oral Investig.* 2000;4:13-20.
- Hanif A, Qureshi S, Sheikh Z, Rashid H. Complications in implant dentistry. *Eur J Dent.* 2017;11(1):135-140.

39. Compagnoni MA, Gustavo Paleari A, Santana Rodriguez L, Giro G, Mendoza Marin DO, Pero AC. Impact of Replacing Conventional Complete Dentures with Implant-Supported Fixed Complete Dentures. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014;34(6):833-839.
40. Lang LA, Hansen SE, Olvera N, Teich S. A comparison of implant complications and failures between the maxilla and the mandible. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):611-617.
41. Raikar S, Talukdar P, Kumari S, Panda SK, Oommen VM, Prasad A. Factors affecting the survival rate of dental implants: A retrospective study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2017;7(6):351-355.
42. Vehemente VA, Chuang S-K, Daher S, Muftu A, Dodson TB. Risk factors affecting dental implant survival. *J Oral Implantol.* 2002;28(2):74-81.
43. Millen C, Brägger U, Wittneben J-G. Influence of prosthesis type and retention mechanism on complications with fixed implant-supported prostheses: a systematic review applying multivariate analyses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(1):110-124.
44. Papaspyridakos P, Bordin TB, Kim YJ, et al. Technical complications and prosthesis survival rates with implant-supported fixed complete dental prostheses: a retrospective study with 1-to 12-year follow-up. *J Prosthodont.* 2020;29(1):3-11.
45. Karlsson K, Derks J, Håkansson J, et al. Technical complications following implant-supported restorative therapy performed in Sweden. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(6):603-611.
46. De Freitas R, de Carvalho Dias K, da Fonte Porto Carreiro A, Barbosa G, Ferreira M. Mandibular implant-supported removable partial denture with distal extension: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 2012;39(10):791-798.

Yapay Yaşlandırma İşleminin Monolitik Zirkonyaların Renk Stabilitesi ve Transluserisi Özelliklerine Etkileri

Effects of Artificial Aging Process on Color Stability and Translucency of Monolithic Zirconia

Arzu Zeynep YILDIRIM^a, Aziz SÖNMEZ^b, Zeynep Yağmur KARAGÜLLEOĞLU^c, Ayşe Nurcan DUMAN^d

^aGazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

^aGazi University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Ankara, Türkiye

^bSultangazi Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, İstanbul, Türkiye

^bSultangazi Oral and Dental Health Center, İstanbul, Türkiye

^cYıldız Teknik Üniversitesi, İstatistik AD, İstanbul, Türkiye

^cYıldız Technical University, Department of Statistics, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Amaç: Çalışmanın amacı monolitik zirkonyaların optik özellikleri üzerine yaşlandırmanın ve polisajın etkisinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntemler: Üç farklı monolitik zirkonya materyalinden, 13 mm çapında ve 1 mm kalınlığında toplam 90 adet disk şeklinde örnek hazırlanmıştır. Elde edilen örnekler, polisaj kiti uygulanan grup polisaj kitini takiben polisaj patı uygulanan grup ve glaze uygulanan grup, olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Polisaj işlemleri sonrası örnekler ultrasonik banyoda 10 dk temizlendikten sonra örneklerin ilk renk ölçümleri spektrofotometre kullanılarak nötral gri arka fonda yapıldı. CIE L*a*b* renk sistemine göre örneklerin ortalama L*, a* ve b* değerleri hesaplandı. Transluserisi ölçümleri beyaz ve siyah arka fonlar üzerinde Transluserisi parametresi yöntemi kullanılarak yapıldı, ortalama Lw, aw, bw ve Lb, ab, bb değerleri hesaplandı. Tüm örnekler 134°C, 0,2 MPa'da 30 dk yaşlandırma işlemine tabi tutulduktan sonra ikinci renk ve transluserisi ölçümleri yapıldı. Tüm ölçümler her örnek için üç kez tekrarlandı.

Bulgular: İlk ve ikinci ölçümler arasında yapılan karşılaştırmalar sonrası, yaşlandırma ve polisaj sonrasında en fazla renk değişimi Katana monolitik zirkonya da gözlemlendi. Yaşlandırma sonrası lastik polisaj uygulanan Katana monolitik zirkonya örnekler, lastik polisaj pat ve glaze ile polisaj uygulanan Katana monolitik zirkonya örneklerinden daha fazla transluserisi değişimi gösterdi.

Sonuç: Elde edilen veriler doğrultusunda; Katana monolitik zirkonya için lastik polisaj uygulaması, Dental Direkt ve Upcera monolitik zirkonya için her üç polisaj yöntemi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: monolitik zirkonya, Renk değişimi, Transluserisi, Yapay yaşlandırma

GİRİŞ

Seramik restorasyonlar; yüksek estetik görünimleri, üstün mekanik özellikleri, aşınma dirençleri, biyouyumluluk ve renk stabilitesi gibi avantajları nedeniyle eksik dişlerin yerine konması ve/veya bozuk, hasar görmüş, yıpranmış dişlerin kuron ve köprü şeklinde onarılması amacıyla estetik restoratif materyal olarak diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır.^{1,2} Feldspatik ve cam seramik materyallerin doğal dişe yakın ışık geçirgenlikleri nedeniyle optik özellikleri iyi olsa da, mekanik özellikleri posterior bölgede kullanılmaları için yetersizdir.^{3,4} Bununla birlikte, çiğneme kuvvetlerinin fazla olduğu posterior bölgelerde zirkonya oksit seramikleri, tam seramik restorasyon yapımına olanak verirler.⁵

Zirkonya restorasyonlarda, doğal diş görünümü opak yapının feldspatik seramik ile veneerlenmesiyle elde edilebilir; ancak bu restorasyonlarda seramik porselen ve zirkonya arasında ayrılmalar görülebilir.^{6,8} Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) sistem teknolojisiyle, ışık geçirgenlikleri iyi ve renk seçenekleri daha fazla olan (polikromatik) monolitik zirkonya seramik restorasyonların üretilmesi ile veneer seramikte görülen ayrılma problemlerinin önüne geçilmiştir.⁹⁻¹²

ABSTRACT

Aim: The aim of the study is to evaluate the effect of aging and polishing on the optical properties of monolithic zirconias.

Methods: A total of 90 disk-shaped samples with a diameter of 13 mm and a thickness of 1 mm were prepared from three different monolithic zirconia. The obtained samples were divided into 3 different groups: the group to which a polishing kit was applied, the group to which polishing paste was applied following the polishing kit, and the group to which glaze was applied. All specimens were cleaned in an ultrasonic bath for 10 minutes after polishing. Color measurements of samples performed using the spectrophotometer. Color characteristics were measured according to the CIE L*a*b* color system, and the average L*, a* and b* values were calculated. Translucency Parameter (TP) method was used for translucency measurements. All samples were aged at 134°C 0.2 MPa for 30 min. Then, second color and translucency measurements were made.

Results: According to comparisons between the measurements, Katana monolithic zirconia had a more significant color change and translucent result than other two monolithic zirconias. Katana monolithic zirconia polishing by rubber gave a significantly more translucent result after aging than the polishing processes with paste and glaze.

Conclusion: Based on this study's findings, rubber polishing can be recommended for Katana monolithic zirconia. Rubber, paste and glaze polishing processes can be applied for these monolithic zirconias.

Keywords: Artificial aging, Color change, Monolithic zirconia, Translucency

Hızlandırılmış yaşlandırma, kapalı veya dış ortamda ısı, nem, ışık ve kuvvet uygulanarak dental materyallerin optik ve mekanik özelliklerini değerlendirebilmek için kullanılan yapay bir eskitme yöntemidir. Bu yöntem ile dental materyallerin ağız içi şartları otoklavda *in vitro* olarak taklit edilmiş olmaktadır.^{13,14}

Seramik restorasyonların ağıza uyumu sırasında seramik oklüzal yüzeyinde yapılan aşındırmalar, yüzeyin polisajını bozarak karışık dişlerde aşınmalara ve plak akümülyasyonuna sebep olabilmektedir. Restorasyon yüzeyinde meydana gelebilecek plak birikimi ile oluşabilecek dental çürük ve periodontal sorunları önlemek için farklı cila işlemleri uygulanarak kolay temizlenebilen ve doku uyumunun sağlandığı pürüzsüz bir yüzey elde edilebilir.¹⁵

Bu *in vitro* çalışmada, monolitik zirkonya seramik sistemlerin optik özellikleri üzerinde yapay yaşlandırma ve polisajın etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmamızın sıfır hipotezi, zirkonya materyallere uygulanacak yapay yaşlandırma ve farklı polisaj işlemlerinin materyallerin optik özelliklerini etkileyeceği yönündedir.

Gönderilme Tarihi/Received: 21 Mart, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 13 Ağustos, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atrif Bilgisi/Cite this article as: Yıldırım AZ, Sönmez A, Karagülleoğlu ZY, Duman AN. Yapay Yaşlandırma İşleminin Monolitik Zirkonyaların Renk Stabilitesi ve Transluserisi Özelliklerine Etkileri. Selcuk Dent J 2025;12(1): 48-53 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1455392](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1455392)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ayşe Nurcan DUMAN

E-mail: ayseduman@gazi.edu.tr

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1455392](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1455392)

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada kullanılan monolitik zirkonya materyalleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan monolitik zirkonya materyalleri

Marka Adı	Üretici Firma	Kompozisyonu	Blok Rengi
Katana HT Zr Kuraray Noritake	Kuraray Noritake Dental Inc, Japan	ZrO ₂ +HfO ₂ 90-95% Y ₂ O ₃ 5-8% Diğer 0-2%	A2
Dental Direkt Cube one Zr	Dental Direkt Spenge, Germany	ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ 99.0 Y ₂ O ₃ < 8 Al ₂ O ₃ < 0.15 Diğer oksitler < 1.0	A2
Upcera HT Zr	Shenzhen Upcera Dental Technology, China	ZrO ₂ + HfO ₂ %94 Al ₂ O ₃ < %0.5 Y ₂ O ₃ < 5.5	A2

Her bir monolitik zirkonya materyalinden ISO 6872 standartları doğrultusunda, 13 mm çapında ve 1 mm kalınlığında 30 adet olmak üzere, toplam 90 adet disk şeklinde örnek üretici firmaların önerilerine uygun olarak M30 (Camcube, Canada) milling cihazında hazırlanmış ve sinterlenmiştir.

Elde edilen örnekler, polisaj kiti uygulanan grup (Grup PK), polisaj kitini takiben polisaj patı uygulanan grup (Grup PP) ve glaze uygulanan grup (G), olmak üzere 9 alt gruba ayrılmıştır (n=10).

1. Polisaj Kiti Uygulanan Grup Örneklerinin Hazırlanması (Grup PK)

Bu gruptaki tüm örnekler polisaj, lastik disklerle hızı dakikada 10.000 rpm olacak şekilde ayarlanan laboratuvar piyasemeni (NSK Ultimate UM50TM + NSK UHR 50T, NSK, Kanuma, Japonya) kullanılarak yapılmıştır. Polisaj işlemi, aynı araştırmacı tarafından (A.S.) sabit basınç uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

2. Polisaj Kitini Takiben Polisaj Patı Uygulanan Grup Örneklerinin Hazırlanması (Grup PP)

Polisaj patı uygulanan gruptaki örnekler, lastik diklerle uygulanan polisaj kitini takiben polisaj patı Pearl Surface Z (Kuraray Noritake Dental Inc., Japan) bir fırça yardımıyla ve 60 sn süre ile 10.000 rpm hızda ayarlanan piyasemeni kullanılarak uygulanmıştır. Örnek yüzeylerine polisaj patı uygulama işlemi aynı araştırmacı tarafından (A. S.) gerçekleştirilmiştir.

3. Glaze İşlemi Uygulanan Grup Örneklerinin Hazırlanması (Grup G)

Üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygun miktardaki glaze tozu ve likidinin bir spatül ile karıştırılmasıyla macun kıvamında hazırlanan karışım, örneklerin yüzeyine fırça yardımıyla uygulanmıştır. Örnekler glaze işlemi, aynı kişi tarafından (A.S.) ve firma önerisine göre uygun ısı ve süreye göre ayarlanarak porselen fırını (Phoenix Quick Cool Dentsply USA) kullanılarak uygulanmıştır.

Örnek Yüzeylerinin Temizlenmesi

Farklı polisaj işlemi uygulanan tüm örnek yüzeyleri ultrasonik banyoda (Elmasonic Ultrasonic Cleaner Singen, Germany) distile su içinde 10 dk süreyle temizlenmiştir.

Renk Ölçüm Kutusunun Hazırlanması

Tüm renk ölçümleri, çevre koşullarını standart hale getirmek ve ortamdaki ışığın renk ölçümlerini olumsuz olarak etkilemesini önlemek amacıyla renk ölçüm kutusu içinde gerçekleştirilmiştir. Renk ölçüm kutusunun tavan kısmına, gün ışığını simüle eden, 6500°K renk ısısına ve CRI 85 renk sunum indeksine sahip olan bir Master TL-D Super 80 18W/865 1SL lamba (Philips, Eindhoven, Hollanda) takılmıştır. Bütün renk ölçümleri, karanlık ortamdaki ölçüm kutusunda sadece lamba yanarken gerçekleştirilmiştir.

Renk Ölçümlerinin Yapılması

Örneklerin renk ölçümleri, VITA Easyshade Advance spektrofotometre renk ölçüm cihazı kullanılarak, cihazın tooth single-tekk ölçüm modunda nötral gri arka fon üzerinde yapılmıştır. Her örnek için ölçümler üç kez tekrarlanmış ve CIE L*a*b*renk sistemine göre elde edilen ortalama L*a*b* renk değerleri kaydedilmiştir.

Translüsensi Ölçümlerinin Yapılması

Örneklerin translüsensi ölçümleri, aynı spektrofotometre cihazı ile CIE L*a*b*renk sistemine göre ancak beyaz (w) ve siyah (b) arka fonlar üzerinde yapılmıştır. Translüsensi ölçümlerinde Translüsensi

Parametresi (TP) yöntemi kullanılmıştır. Her örnek için ölçümler üç kez tekrarlanmış ve elde edilen ortalama Lw, aw, bw ve Lb, ab, bb translüsensi değerleri kaydedilmiştir.

Yaşlandırma İşleminin Uygulanması

Hızlandırılmış yapay yaşlandırma testi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Bölümü’nde B sınıfı buhar otoklavı (Anthos Imola Bologna, Italy) kullanılarak yapılmıştır. Örnekler 134°C’de 0,2 MPa basınç altında 30 dk boyunca yaşlandırılmıştır. Chevalier ve arkadaşları¹⁶ 1 saat süreyle otoklavda yaşlandırma protokolü (134°C; 0.2 MPa) uygulamasının yaklaşık *in vivo* olarak 2 yıla, 5 saat süreli uygulamanın ise 10 ila 20 yıla eşdeğer olduğunu belirtmişler; “1 yıllık yaşlanmayı simüle etmek için ise 30 dakikalık bir sürenin yeterli” olduğunu bildirmişlerdir.¹⁶

Çalışmada, farklı polisaj işlemi uygulanan tüm örneklerin yaşlandırma işlemine tabi tutulmadan önceki 1. ve yaşlandırma işlemi sonrası 2. renk ve translüsensi ölçümleri, her bir örnek için üç kez tekrarlanmıştır. Spektrofotometre, her ölçümden önce kalibre edilmiş ve ölçümlerin ortalaması alınarak elde edilen değerler kaydedilmiştir.

Örneklerin renk değişimi (ΔE);

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} \text{ formülü;}$$

Örneklerin Translüsensi Parametresi (TP) değerleri ise;

$$TP = [(L^*w - L^*b)^2 + (a^*w - a^*b)^2 + (b^*w - b^*b)^2]^{1/2} \text{ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.}$$

İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS (V21) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi tüm veriler için $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Monolitik zirkonya materyallerinin yaşlandırma işlemi sonrası renk değişimleri, veri grubu normal dağılım gösterdiği için One Way ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Materyaller arasında hangi grubun daha çok renk değişimi gösterdiğini belirlemek için post hoc testi yapılmıştır. Lastik polisaj ve pat polisaj uygulanan örneklerin translüsensite analizi, veri grupları normal dağılım gösterdiğinden One Way ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Ancak glaze polisaj uygulanan örnekler için veri grubu normal dağılım göstermediğinden non-parametrik Kruskal Wallis testi kullanılmış, sonrasında materyaller arasında karşılaştırmalar yapmak için Mann Whitney U testi uygulanmıştır.

BULGULAR

Tablo 2. Grupların Yaşlandırma Sonrası Renk Değişimlerinin Değerlendirilmesi

		Ort.	SS	T	df	p*
Katana	Lastik Polisaj	,28222	,58793	1,518	9	,163
	Pat Polisaj	,37778	,54668	2,185	9	,057
	Glaze	,33056	,49955	1,872	9	,103
Upcera	Lastik Polisaj	,05334	,29531	,571	9	,582
	Pat Polisaj	,39722	,51406	2,186	9	,065
	Glaze	,14111	,49366	,904	9	,39
Dental Direkt	Lastik Polisaj	,09111	,53502	,539	9	,603
	Pat Polisaj	,38665	,66662	,734	9	,482
	Glaze	,48604	,69775	2,090	9	,7

Yaşlandırmanın, farklı polisaj işlemi uygulanan monolitik zirkonya materyallerinin renk değişimi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$).

Tablo 3. Gruplar Arasında Yaşlandırma Sonrası Renk Değişimlerinin Değerlendirilmesi

	Kareler Toplamı	Df	Kareler ort.	F	P
Gruplar arası	38,082	2	19,041	17,612	,000*
Grup içi	94,058	87	1,081		
Toplam	132,14	89			

df=serbestlik derecesi *p<0,05.

Yaşlandırma işlemi sonrası monolitik zirkonya materyalleri arasında görülen renk değişimi istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Tablo 4. Gruplar Arasında Yaşlandırma Sonrası Renk Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Zirkonyalar(i)	Zirkonyalar(j)	Ort. Farklar	P
Katana Zirkon	Upcera	1,57880	,000*
	Dental Direkt	,97557	,001*
Upcera	Katana Zirkon	-1,5788	,000*
	Dental Direkt	-,60323	,082**
Dental Direkt	Upcera	-,60323	,082**
	Katana Zirkon	,97557	,001*

Post-hoc testi yapılmıştır.

Yaşlandırma işlemi sonrası renk değişimi incelendiğinde, Katana ile Upcera monolitik zirkonya materyalleri arasında yaşlandırma sonrası renk değişimi istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05). Katana zirkonun yaşlandırma sonrası renk değişimi Upcera monolitik zirkonya materyaline göre daha yüksektir. Katana ile Dental Direkt monolitik zirkonya materyalleri arasında gözlenen fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05). Katana zirkonun yaşlandırma sonrası renk değişimi Dental Direkt monolitik zirkonya materyaline göre daha yüksektir. Dental Direkt monolitik zirkonya ve Upcera monolitik zirkonyanın yaşlandırma sonrasında renk değişimi istatistiksel olarak önemli değildir (P>0,05).

Tablo 5. Grupların Yaşlandırma Sonrası Translüsensi Değişimi Değerlendirilmesi

		Ort.	SS	T	df	P*
Polisaj Katana Zirkon	Lastik	1,56123	,8076	6,113	9	,108
	Pat Polisaj	1,27041	,99156	4,052	9	,408
	Glaze	,95973	1,18874	2,553	9	,314
Polisaj Upcera Zirkon	Lastik	,89818	,59442	4,778	9	,181
	Pat Polisaj	,29232	,98775	,936	9	,374
	Glaze	,32813	3,25974	1,288	9	,23
Polisaj Katana Zirkon	Lastik	,58653	1,21722	1,524	9	,162
	Pat Polisaj	,37414	,91309	1,296	9	,227
	Glaze	1,05868	1,65549	2,022	9	,074

Yaşlandırma işleminin, farklı polisaj işlemi uygulanan monolitik zirkonya materyallerde translüsensi değişimi üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemlidir. (p>0,05).

Tablo 6. Farklı Polisaj İşlemlerinin Katana Monolitik Zirkonyanın Translüsens Değişimi Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Değişken	N	Sıra Ort.	df	X ²	*p	Fark
Polisaj	Lastik 10	21,60	2	310,274	,006	Lastik ~Pat
	Pat 10	15,90				Lastik > Glaze
	Glaze 10	9,00				Pat ~Glaze

Katana zirkonya üzerine uygulanan polisaj işlemlerinin, materyalin translüsensi değişimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Lastik polisaj uygulaması sonucunda elde edilen translüsensi değişim miktarı, glaze işlemi sonucunda elde edilen translüsenslik değişiminden daha yüksektir. Lastik polisaj ve glaze uygulamaları arasında gözlenen fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Lastik polisaj ve pat polisaj uygulamaları, pat polisaj ve glaze uygulamaları sonucunda elde edilen translüsensi değişim miktarları istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05). Söz konusu değerlendirmeler korelasyon analizinden hareketle yapılmıştır.

Tablo 7. Farklı Polisaj İşlemlerinin Upcera monolitik Zirkonyanın Translüsensi Değişimi Üzerine Etkisi

Değişken	N	Sıra Ort.	df	X ²	*p	Fark
Polisaj	Lastik 10	18,60	2	3,409	,182	Lastik ~Pat
	Pat 10	11,50				Lastik ~ Glaze
	Glaze 10	16,40				Pat ~Glaze

Polisaj işlemlerinin Upcera Monolitik Zirkonyanın translüsensi değişimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05). En yüksek translüsensi değişimi lastik polisaj sonucu elde edilirken, en düşük translüsensi değişimi pat polisaj sonucunda elde edilmiştir.

Tablo 8. Farklı Polisaj İşlemlerinin Dental Direkt Monolitik Zirkonyanın Translüsensi Değişimine Etkisinin Değerlendirilmesi

Değişken	N	Sıra Ort.	df	X ²	*p	Fark
Polisaj	Lastik 10	17,20	2	,591	,744	Lastik ~Pat
	Pat 10	14,30				Lastik > Glaze
	Glaze 10	15,00				Pat ~Glaze

Uygulanan polisaj işlemlerinin Dental Direkt monolitik zirkonyanın translüsensliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05). En yüksek translüsensi değişimi lastik polisaj sonucu elde edilirken, en düşük translüsensi değişimi pat polisaj işlemi sonucunda elde edilmiştir. Lastik polisaj işlemi sonucunda elde edilen translüsensi ölçümü Pat Polisaj ve Glaze'ye göre daha yüksektir.

Tablo 9. Monolitik Zirkonyaların Translüsens Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Değişken	N	Sıra Ort.	df	X ²	*p	Fark
Zirkonya	Katana 30	68,53	2	35,149	,000	Katana >Upcera
	Upcera 30	32,60				Upcera ~ Dental Direkt
	Dental Direkt 30	35,37				Dental Direkt <Katana

Monolitik zirkonya materyallerinin translüsensi değişim miktarı istatistiksel olarak önemlidir. (p<0,05).

Katana ile Upcera ve Katana ile Dental Direkt monolitik zirkonya materyalleri arasında gözlenen translüsensi değişimi istatistiksel olarak önemlidir. (p<0,05). Katana materyalinde diğer materyallerden daha fazla translüsensi değişimi elde edilmiştir. Katana materyalinin translüsensi değişimi Upcera ve Dental Direkt monolitik zirkondalarına göre daha yüksektir.

Dental Direkt ve Upcera monolitik zirkonyalar arasındaki translüsensi değişimi istatistiksel olarak önemlidir. (p>0,05).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, monolitik zirkonya materyallerinin optik özellikleri üzerine yapay yaşlandırma ve farklı polisaj işlemlerinin etkisi araştırılmıştır. Monolitik zirkonya materyallerinin optik özelliklerinin yapay yaşlandırma ve farklı polisaj işlemlerinden etkilendiği ve Katana zirkonyada, Upcera ve Dental Direkt zirkonyaya göre yaşlandırma sonrası daha yüksek renk değişimi gözlenmiştir. Upcera zirkonya ve Dental Direkt zirkonya arasındaki yaşlandırma sonrası renk değişiminde ise önemli bir farklılık olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Katana monolitik zirkonya materyalinde, lastik polisaj uygulaması sonucunda elde edilen translüsensi değişim miktarı, glaze işlemi sonucunda elde edilen translüsensi değişiminden daha yüksek bulunmuştur. Katana ile Upcera ve Katana ile Dental Direkt monolitik zirkonya materyalleri arasında gözlenen translüsensi değişimi önemli olup sıfır hipotezini destekler niteliktedir.

Diş hekimliğinde, daha estetik görünüme ve farklı fiziksel özelliklere sahip yüksek dayanımlı monolitik zirkonya materyalleri

geliştirilmiştir.^{17,18} Restorasyonların ağız içerisinde oklüzal uyumlamaları sırasında yüzeylerinde oluşabilecek pürüzler karşıt dişte aşınmaya sebep olabilmektedir.¹⁹ Bunun önlenmesi için etkili bir şekilde polisaj uygulanması önerilmektedir.²⁰ Aynı zamanda restorasyonda düşük ısı bozunması da oluşabilmektedir.¹⁹ Bu nedenle, monolitik zirkonya üzerinde yapılan aşındırmaların özel olarak elmas aşındırıcılarla ve su soğutması altında yapılması tavsiye edilmektedir.²¹ Literatürde seramik sistemlerin ağız içinde uzun ömürlü olarak kalmasını sağlayacak ideal polisaj yöntemi hakkında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur.²² Bu çalışmada, polisaj kiti, polisaj patı ve glaze ile yapılan polisaj işlemleri değerlendirilmiştir. Translüsensi parametresi değerlendirildiğinde Katana HT monolitik zirkonya materyali için lastik polisaj, Dental Direkt ve Upcera monolitik zirkonya materyalleri için de lastik polisaj, pat polisaj ve glaze uygulaması önerilebilir.

Seramik sistemlere uygulanan farklı polisaj yöntemleri, restorasyona gelen ışığın yansımaları değiştirdiği için restorasyonda translüsensi ve renk değişimlerine sebep olabilmektedir.²³ Dolayısıyla, polisaj yüzey pürüzlülüğü²², yüzey parlaklığı²⁴ ve yüzey sarılığı²⁵ etkilemektedir. Polisajlanmış zirkonyanın, glaze uygulanmış zirkonyaya benzer bir yüzey parlaklığı sağladığı bildirilmiştir.²⁶ Lee ve arkadaşları²⁷, polisaj ve glaze uygulamalarının monolitik zirkonyanın rengini etkilediğini, glaze uygulanan monolitik zirkonyalarda daha çok renk değişimi gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Kim ve arkadaşları²⁸ ise translüsensite parametresi değişimi açısından glaze ve polisaj uygulanmış monolitik zirkonyalar arasında bir fark olmadığını ve her iki grup örneklerde gözlenen renk değişiminin algılanabilir eşik altında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda farklı yüzey işlemleri uygulanmış her üç monolitik zirkonya materyalinde yaşlandırma sonrası renk değişimi gözlenmiştir.

Zirkonyanın optik özelliklerini arttırmak amacıyla, blokların üretim sürecinde sinterizasyon sıcaklıkları ve süreleri üzerinde de çeşitli modifikasyonlar yapılabilmektedir.^{9,29} Sinterizasyon koşullarının (sıcaklık- süre) monolitik zirkonyanın rengi ve translüsensisi üzerine etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda, sinterizasyon süresi ve sıcaklığı arttıkça monolitik zirkonyanın translüsensisinin arttığı ve istenen rengin elde etmenin kolaylaştığı bildirilmiştir.^{12,29,30} Ebeid ve arkadaşları³⁰, yüksek sıcaklıkta (1600°C), uzun süre sinterlemenin (4 saat) materyalin renk değişimini azalttığını ve translüsensiteyi arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, 1450 °C'ye kadar sıcaklıkları yükseltilecek örnekler 11 saat süreyle sinterlenmiştir. Uzun sinterleme süresi sonrası örneklerin renk stabilitesinin arttığı gözlemlenmiştir.

Ağız içi nem ve ısı değişimleri, restorasyonlarda bozulmalara yol açan ve görünümü etkileyen faktörlerdir.¹⁶ Zirkonya seramiklerin doğrudan oral ortamla teması yaşanmaya karşı hassas hale gelmesine sebep olabilmektedir.³¹ Hızlandırılmış yapay yaşlandırma yöntemi, farklı dental materyallerin klinik ömürlerinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir metottür. Bu yöntemle materyaller sürekli nem, ısı ve uv ışınlarına maruz bırakıldıkları için materyallerin renk stabiliteyi de değerlendirilebilmektedir.³² Hidrotermal yaşlandırma, en çok kullanılan hızlı yaşlandırma yöntemidir.³³ Yapılan çalışmalar hidrotermal yaşlandırmanın düşük ısı bozunmasını provake ederek t-m faz dönüşümüne neden olduğunu göstermiştir.^{31,34} Bu faz dönüşümünün de materyalin yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliğini ve kırılma dayanımını etkilediği bildirilmiştir.^{35,36} Literatürdeki güncel çalışmalar, yaşlandırmanın zirkonyanın translüsensisini azalttığını^{37,38} veya değişime uğramadığını göstermiştir.^{49,51} 30 dakikalık eskitme işleminin ISO standartlarına göre materyalin 1 yıl süreyle ağız içi kullanımına karşılık geldiği bildirilmiştir.¹⁶ Bu nedenle klinik olarak düşük ısı bozunmasını simüle etmek için çalışmamızda monolitik zirkonya materyaller 134 °C de 0,2 Mpa basınçla otoklavda 30 dk süre boyunca bekletilerek nem ve ısıya maruz bırakılmıştır. Literatüre uygun olarak buhar otoklavı kullanılarak ve sıcaklığı artırılarak t→m faz dönüşümü termal olarak aktive edilerek materyallere su varlığında yaşlandırma işlemi uygulanmıştır.^{38,40} Çalışmamızda elde edilen renk değişimlerinin klinik olarak kabul edilebilir seviyede olması nedeniyle, yaşlandırma işlemi sonrası zirkonyanın renk özelliklerini koruduğu ve 30 dakika yaşlandırma süresinin test edilen monolitik zirkonya örneklerin renklenme ve translüsensi değişimi üzerinde etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Yaşlanmanın translüsensiye etkisinin muhtemelen t-m faz dönüşümü ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir.⁴⁰ Monoklinik faz artışının zirkonya da mikroçatlak oluşumuna, yüzey pürüzlülüğüne, ışık saçılmasına ve yansımaya neden olduğu bildirilmiştir.⁴¹⁻⁴³ Tetragonal faz ile monoklinik fazın birlikte mevcut olmasının ise kırıcı indeks farklılığına ve materyalin translüsensinin azalmasına neden olduğu ifade edilmiştir.⁴⁴

Çalışmamızda farklı polisaj işlemlerinin ve yaşlandırma işleminin monolitik zirkonya materyaller üzerinde renk ve translüsensi değişimine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanan örnek kalınlıkları 1 mm olarak sabit tutulmuştur. Materyal kalınlığının da renk ve translüsensiteye özelliği üzerine etkisinin etkin olabileceği göz önüne alındığında, bu durum çalışmanın sınırlılığı olarak düşünülebilir. Farklı kalınlıklardaki monolitik zirkonya materyal örneklerin de değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kullanılan monolitik zirkonya restorasyonlar için uygun polisaj işlemlerinin tercih edilmesi ile materyalin renk değişimi ve translüsensiteyi çok fazla etkilemeyeceği öngörülmekte ve restorasyon uzun ömürlü olmasının sağlanacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma sınırlılıkları içinde sonuç olarak;

1. Yaşlandırma işleminin, farklı cila işlemi uygulanan monolitik zirkonya materyaller üzerinde renk ve translüsensi değişimine etkisi anlamlı bulunmamıştır. (p>0,05).
2. Yaşlandırma işlemi sonrası monolitik zirkonya materyalleri arasındaki renk değişimi anlamlı bulunmuştur. (p<0,05). Katana monolitik zirkonya materyalinde, Upcera ve Dental Direkt monolitik zirkonya materyallerinden daha fazla renk değişimi gözlenmiştir.
3. Lastik polisaj ve glaze cila uygulamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,05). Lastik polisaj uygulaması sonucunda elde edilen translüsensi değişim miktarı glaze işlemi sonucunda elde edilen translüsensi değişiminden daha yüksektir.
4. Farklı cila işleminin monolitik zirkonya materyallerinin translüsensiteye etkisi arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. (p<0,05). Cila işleminin Katana monolitik zirkonyada, Upcera ve Dental Direkt monolitik zirkonyalardan daha fazla translüsensiteyi etkilediği görülmüştür.

Katana ile Upcera ve Katana ile Dental Direkt monolitik zirkonyalar arasında translüsensi değişim miktarı bakımından şekilde anlamlı farklılıklar gözlenmiştir (p<0,05). Katana materyalinde diğer materyallerden daha fazla translüsensi değişimi gözlenmiştir.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışma, Prof. Dr. Arzu Zeynep Yıldırım danışmanlığında 30.09.2022 tarihinde sunduğumuz/tamamladığımız "Monolitik Zirkonyum Seramik Sistemlerinin Optik Özellikleri Üzerine Yaşlandırmanın Etkisi" başlıklı diş hekimliğinde uzmanlık tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This study has been prepared on the basis of the specialization thesis titled "Monolitik Zirkonyum Seramik Sistemlerinin Optik Özellikleri Üzerine Yaşlandırmanın Etkisi" which is submitted/completed on 30.09.2022 under the supervision of Prof. Dr. Arzu Zeynep Yıldırım.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Çalışma TDH-2021-7382 proje kodu ile Gazi Üniversitesi BAP birimi tarafından Diş hekimliğinde uzmanlık tezi projesi olarak desteklenmiştir.

The study was supported by Gazi University BAP unit with the project code TDH-2021-7382 as a specialty thesis project in dentistry.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: AZY (%70) AS(%30)
Veri Toplanması | Data Acquisition: AS (%60) AZY (%40)
Veri Analizi | Data Analysis: AS (%40) ZYK (%40) AZY (%20)
Makalenin Yazımı | Writing up: AZY (%80) AND (%20)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: AND (%70) AZY(%30)

KAYNAKÇA

- Zhang Y, Kelly JR. Dental ceramics for restoration and metal veneering. *Dent Clin North Am*. 2017; 61(4):797-819.
- Juntavee P, Kumchai H, Juntavee N, Nathanson D. Effect of ceramic surface treatment and adhesive systems on bond strength of metallic brackets. *Int J Dent*. 2020;7286528.
- Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2018;119(4):593-9.
- Matsuzaki F, Sekine H, Honma S, Takanashi T, Furuya K, Yajima Y, et al. Translucency and flexural strength of monolithic translucent zirconia and porcelain-layered zirconia. *Dent Mater J*. 2015;34(6):910-7.
- Harianawala HH, Kheur MG, Apte SK, Kale BB, Sethi TS, Kheur SM. Comparative analysis of transmittance for different types of commercially available zirconia and lithium disilicate materials. *J Adv Prosthodont*. 2014;6(6):456-61.
- Guess PC, Kuliš A, Witkowski S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dent Mater*. 2008;24(11):1556-67.
- Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings - A new fabrication mode for all-ceramic restorations. *Dent Mater*. 2009;25(1):121-8.
- Wolfart S, Harder S, Eschbach S, Lehmann F, Kern M. Four-year clinical results of fixed dental prostheses with zirconia substructures (Circon): end abutments vs. cantilever design. *Eur J Oral Sci*. 2009;117(6):741-9.
- Zhang Y, Lee JJW, Srikanth R, Lawn BR. Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dent Mater*. 2013;29(12):1201-8.
- Stober T, Bermejo JL, Rammelsberg P, Schmitter M. Enamel wear caused by monolithic zirconia crowns after 6 months of clinical use. *J Oral Rehabil*. 2014;41(4):314-22.
- Jiang L, Liao Y, Wan Q, Li W. Effects of sintering temperature and particle size on the translucency of zirconium dioxide dental ceramic. *J Mater Sci Mater Med*. 2011;22(11):2429-35.
- Hafezeqoran A, Sabanik P, Koodaryan R, Ghalili KM. Effect of sintering speed, aging processes, and different surface treatments on the optical and surface properties of monolithic zirconia restorations. *J Prosthet Dent*. 2023;130(6):917-926.
- Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater*. 2003;19(7):612-9.
- Çal E, Güneri P, Bıçakçı A. Dişhekimliğindeki estetik ikilem: Diş rengi. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2005; 26: 117-25.
- Atay A. Farklı yüzey işlemleri yapılmış feldspatic porselen örneklerine candida albicans yapışmasının incelenmesi. *HÜ Diş Hek Fak Derg*. 2008;32(1): 3-11.
- Chevalier J, Gremillard L, Deville S. Low-temperature degradation of zirconia and implications for biomedical implants. *Annu Rev Mater Res*. 2007;37(1):1-32.
- Salama AA, Shehab KA, Bushra SS, Hamza FS. The effect of aging on the translucency of contemporary zirconia generations: in-vitro study. *BMC Oral Health*. 2024;27:24(1):744.
- Beuer F, Stimmelmayer M, Gueth JF, Edelhoff D, Naumann M. In vitro performance of full-contour zirconia single crowns. *Dent Mater*. 2012;28(4):449-56.
- Pires-de-Souza Fde C, Casemiro LA, Garcia Lda F, Cruvinel DR. Color stability of dental ceramics submitted to artificial accelerated aging after repeated firings. *J Prosthet Dent*. 2009;101(1):13-8.
- Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials*, 11th Ed., Elsevier Science Ltd., St.Louis. China: 2013;231-473.
- Rinke S, Fischer C..Range of indications for translucent zirconia modifications: Clinical and technical aspects. *Quintessence Int*. 2013;44(8):557-66.
- Anusavice KJ. *Phillips' Science Dental Materials*. 10th Edition, WB Saunders, Philadelphia, 1996. 423-59.
- Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Ritter AV, Vallittu PK, Närhi TO, et al. Optical properties and light irradiance of monolithic zirconia at variable thicknesses. *Dent Mater*. 2015;31(10):1180-7.
- Kim HK, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS. Effect of polishing and glazing on the color and spectral distribution of monolithic zirconia. *J Adv Prosthodont*. 2013;5(3):296-304.
- Kim HK, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS. Effect of polishing and glazing on the color and spectral distribution of monolithic zirconia. *J Adv Prosthodont*. 2013;5(3):296-304.
- Huh YH, Park CJ, Cho LR. Evaluation of various polishing systems and the phase transformation of monolithic zirconia. *J Prosthet Dent*. 2016;116(3):440-9.
- Chavali R, Lin CP, Lawson NC. evaluation of different polishing systems and speeds for dental zirconia. *J Prosthodont*. 2017;26(5):410-8.
- Lee WF, Feng SW, Lu YJ, Wu HJ, Peng PW. Effects of two surface finishes on the color of cemented and colored anatomic-contour zirconia crowns. *J Prosthet Dent*. 2016;116(2):264-8.
- Kim HK, Kim SH, Lee JB, Ha SR. Effects of surface treatments on the translucency, opalescence, and surface texture of dental monolithic zirconia ceramics. *J Prosthet Dent*. 2016;115(6):773-9.
- Yousry M, Hammad I, Halawani ME, Aboushelib M. Translucency of recent zirconia materials and material-related variables affecting their translucency: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):309.
- Ebeid K, Wille S, Hamdy A, Salah T, El-Etreby A, Kern M. Effect of changes in sintering parameters on monolithic translucent zirconia. *Dent Mater*. 2014;30(12):e419-24.
- Lughi V, Sergo V. Low temperature degradation -aging- of zirconia: A critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent Mater*. 2010;26(8): 807-20.
- Silami FD, Tonani R, Alandia-Román CC, Pires-De-Souza Fde C. Influence of different types of resin luting agents on color stability of ceramic laminate veneers subjected to accelerated artificial aging. *Braz Dent J*. 2016;27(1):95-100.
- Papageorgiou-Kyranas A, Kokoti M, Kontonasaki E, Koidis P. Evaluation of color stability of preshaded and liquid-shaded monolithic zirconia. *J Prosthet Dent*. 2018;119(3):467-72.
- Pandoleon P, Kontonasaki E, Kantiranis N, Pliatsikas N, Patsalas P, Papadopolou L, et al. Aging of 3Y-TZP dental zirconia and yttrium depletion. *Dent Mater*. 2017;33(11):e385-92.
- Harada R, Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Oda Y, Kawada E. The influence of colored zirconia on the optical properties of all-ceramic restorations. *Dent Mater J*. 2015;34(6):918-24.
- Mota YA, Cotes C, Carvalho RF, Machado JPB, Leite FPP, Souza ROA, et al. Monoclinic phase transformation and mechanical durability of zirconia ceramic after fatigue and autoclave aging. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2017;105(7):1972-7.
- Putra A, Chung KH, Flinn BD, Kuykendall T, Zheng C, Harada K, et al. Effect of hydrothermal treatment on light transmission of translucent zirconias. *J Prosthet Dent*. 2017;118(3):422-9.
- Chevalier J, Cales B, Drouin JM. Low-temperature aging of Y-TZP Ceramics. *J Am Ceram Soc*. 1999; 82 (8), 2150-2154.
- Mascaro BA, Salomon JP, Demartine MS, Nicola TC, Dos Santos Nunes Reis JM. Evaluation of color and translucency of stained and glazed monolithic lithium disilicates and zirconia after toothbrushing with different dentifrices and thermocycling. *Int J Prosthodont*. 2023 21;0(0):1-29.
- Nakamura K, Harada A, Ono M, Shibasaki H, Kanno T, Niwano Y, et al. Effect of low-temperature degradation on the mechanical and microstructural properties of tooth-colored 3Y-TZP ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016;53:301-11.
- Walczak K, Meißner H, Range U, Sakkas A, Boening K, Wieckiewicz M, et al. Translucency of zirconia ceramics before and after artificial aging. *J Prosthodont*. 2019;28(1):e319-24.
- Fathy SM, El-Fallal AA, El-Negoly SA, El Bedawy AB. Translucency of monolithic and core zirconia after hydrothermal aging. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2015;1(2-4):86-92.
- Inokoshi M, Vanmeensel K, Zhang F, De Munck J, Eliades G, Minakuchi S, et al. Aging resistance of surface-treated dental zirconia. *Dent Mater*. 2015;31(2):182-94.
- Zhang Y. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. *Dent Mater*. 2014;30(10):1195-203.

İnternet Ortamındaki Gülüş Tasarımı ile ilgili Bilgilerin Okunabilirlik Değerlendirmesi

Readability Assessment of Information on Smile Design on the Internet

Murat KEÇECİ^a, Gamze BÜYÜKTURHAN^a^aKaramanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Karaman, Türkiye^aKaramanoğlu Mehmetbey University, Ahmet Keleşoğlu Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Karaman, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Türkçe internet sitelerinde bulunan gülüş tasarımı ile ilgili metinleri okunabilirlik açısından değerlendirmektir.

Gereç ve yöntemler: 'GÜLÜŞ TASARIMI' anahtar sözcükleri kullanılarak yapılan google (GOOGLE LLC, Mountain View, California, ABD) aramasında ilk çıkan 100 web sitesi ele alınmıştır. Elde edilen veriler Ateşman okunabilirlik indeksi'ne göre değerlendirilmiştir.

Bulgular: Taranan sitelerinin %56,7'si özel poliklinik ait iken, %23,3'ü muayenehane web sitesi, %15'i özel hastane web sitesidir, %5'i ise özel tıp merkezi web sitesidir. Elde edilen verilere göre; web sitelerinin %83,3'ü orta zorlukta, %11,7'si zor ve %5' ise kolay düzeyde bulunmuştur. Metinlerin okunabilirlik seviyeleri incelendiğinde; metinlerin %48,3'ünün 11.-12. sınıf okunabilirlik düzeyinde, %36,7'sinin 9.-10. sınıf, %10'unun 13.-14. sınıf okunabilirlik düzeyinde, %3,3'ünün 7.-8. sınıf okunabilirlik düzeyinde, %1,7'sinin ise lisans mezunu okunabilirlik düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Bu araştırmanın bulgularına göre, Türkçe web sitelerindeki "gülüş tasarımı" konulu hasta bilgilendirme metinlerinin orta derecede okuma zorluğu içerdiği belirlenmiştir. Metinler yeterli bilgi sağlamakla birlikte, hastalar tarafından anlaşılamazsa istenilen etkiyi yaratamayacaktır. Bu sebeple, hasta eğitimi ve bilgilendirme metinlerinin yayınlanmadan önce okunabilirlik araçları ile değerlendirilmesinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dental Estetik, İnternet, Okunabilirlik

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to examine the texts related to smile design found on Turkish websites from a readability perspective.

Materials and Methods: The first 100 websites that came up in the Google (GOOGLE LLC, Mountain View, California, USA) search using the keyword 'SMILE DESIGN' were considered. The obtained data were evaluated according to the Ateşman readability index.

Results: While 56,7% of the scanned websites belonged to private polyclinics, 23,3% were clinic websites, 15% were private hospital websites, and 5% were private medical center websites. According to the results; 83,3% of the websites were at medium difficulty, 11,7% were at difficult and 5% were at easy levels. Adjusting the readability levels of the texts; 48,3% of the texts were 11th-12th grades. class readability level of 36,7% was determined as 9th-10th grade, 10% as 13th-14th grade readability level, 3,3% as 7th-8th grade readability level, and 1,7% as undergraduate readability level.

Conclusion: According to this mathematical training, the medium level reading struggle of patient information texts containing "smile design" on Turkish websites was determined. Although the texts provide sufficient information, if they cannot be understood by the prices, they will not create the desired effect. Therefore, it was concluded that it would be useful to evaluate patient education and information texts with readability tools before publication.

Keywords: Dental aesthetics, Internet, Readability

1. Giriş

Giderek artan internet kullanımı, birçok sektörde olduğu gibi sağlık sektöründe de bilgi edinme, farkındalık yaratma ve bilinçlendirme açısından en kolay ve etkili kaynaklardan biri olmuştur.¹ İnternette bulunan sağlık ile ilgili bilgiler, insanların daha iyi şekilde bilgilendirilmesine, sağlık hizmetlerinin daha verimli kullanılmasına ve daha sağlam bir hasta-hekim ilişkisi kurulmasına katkı sağlayabilir.² Bu bilgilerin doğruluğu tam anlamı ile kontrol edilmemekte ve bu durum hastalar için yanıltıcı ve yanlış yorumlara yol açabilmektedir.

Gülümseme; bireyin dişler, dudakların konumu ve hareketiyle meydana getirdiği çeşitli duyguların dışa yansımasıdır ve sözsüz iletişimin en önemli yüz ifadelerinden birisi olarak kabul edilmektedir.³ Estetik bir gülüş; eski zamanlardan bugüne, sosyal bir çevrede kişinin yer edinmesinde önemli bir role sahiptir. Her birey için geçerli standart bir gülüşten bahsetmek mümkün değildir. Bunun yerine; bireyin fikirleri, kültürel ve dönemsel değişkenler de göz önünde bulundurularak yapılabilecek olan gülüş tasarımı, daha etkili ve kabul edilebilirliği yüksek bir gülümsemenin elde edilmesine olanak sağlayabilir.⁴ Gülüş tasarımı; birçok sebeple estetik olarak görüntüsü bozulan dişlerin ve diş etlerinin hastaların yüz hatları ve ihtiyaçları de düşünülerek mümkün olduğunca doğala yakın ve güzel bir görüntüye kavuşturulmasına verilen isimdir. Multidisipliner bir tedavi olan gülüş tasarımı, birden çok işlemin birbiriyle uyumlu olacak şekilde hastaya uygulanmasıyla gerçekleştirilmektedir.⁵

İnternet kullanımının hızla yaygınlaştığını göz önünde bulundurduğumuzda, hastaların bu tür tedaviler hakkında merak ettiklerini araştırmak için interneti kullanmaları mantıklı bir seçenek olacaktır. İnternette yapılan araştırmalar neticesinde birçok bilgilendirme metni yer aldığı görülmüştür; ancak, farklı eğitim

seviyelerinde insanları bir arada bulunduran toplumlarda, anlaşılma düzeyi daha zor olan metinlerden herkesin eşit seviyede faydalanması mümkün olmayacaktır. Bu nedenle, topluma sunulan metinlerin okunabilirlik seviyelerinin, tüm bireyler için eşit seviyede yararlı olması bakımından önemi oldukça büyüktür.

Okunabilirlik, bir bilgilendirme metninin ulaşmak istediği kitleye uygunluğunu belirleyen bir terimdir. Yazılı metinlerin okuyan kitle tarafından ne kadarının anlaşılabilirdiği, okunabilirlik düzeyi bakımından değerlendirilir ve bu düzey bazı matematiksel formüller kullanılarak ölçülebilir.⁶ Okunabilirlik analizi için çeşitli ölçüm yöntemleri, formüller, indeksler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları *Smog-Simple ölçümü*, *Gunning-Fog indeksi*, *Flesch-Kincaid değeri* ve *ARI* gibi formüllerdir. Türkçe metinler için ise, Türkçe'nin dil bilgisine uygun olacak şekilde ayarlanmış olan Ateşman okunabilirlik indeksi kullanılmaktadır.⁶

Bu çalışma, internet ortamında bulunan gülüş tasarımı ile ilgili Türkçe metinlerin okunabilirlik düzeyi bakımından değerlendirilmesini hedeflemektedir.

2. Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmada kullanılan bilgilerin tamamı kamuya açık olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir. Temmuz 2024'te "GÜLÜŞ TASARIMI" ifadesi ile yapılan bir Google (Google LLC, Mountain View, California, ABD) taramasında listelenen 100 web sitesi incelemeye alınmıştır. 20 cümleden daha kısa bilgilendirme yazıları, Türkçe dışındaki dillerde yazılmış metinler, akademik makaleler, forumlar, sağlıkçılar için hazırlanmış siteler ve ticari amaç güden siteler çalışmanın dışında tutulmuştur. Hastalar için yeterli eğitici düzeyde olduğu kanaatine varılan 60 metin bu sitelerden kopyalanarak Microsoft Excel'e (Microsoft

Gönderilme Tarihi/Received: 30 Ekim, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 9 Aralık, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Keçeci M, Büyükturhan G. İnternet Ortamındaki Gülüş Tasarımı ile ilgili Bilgilerin Okunabilirlik Değerlendirmesi. Selcuk Dent J 2025;12(1): 54-57 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1576385](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1576385)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Murat KEÇECİ

E-mail: mkececi13@gmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1576385](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1576385)

Corporation, Redmond, Washington, ABD) aktarılmıştır. Dahil edilen web sitelerinin tasarımcıları ile adres bilgileri de not alınmıştır.

Okunabilirlik Ölçümü

Bu çalışmada, Ateşman ve arkadaşlarının geliştirdiği bir formül kullanılmıştır.⁷ Ateşman okunabilirlik indeksi, sözcük ve cümlelerin uzunluklarını esas alan bir hesaplama. Ateşman'a göre, bir cümlede ortalama olarak 9-10 sözcük, bir kelime ise ortalama olarak 2-6 hece olması gerekmektedir. Ateşman formülü referans alındığında, metinlerdeki okunabilirlik düzeyi 100'e yaklaştıkça kolay, 0 ise en zor olarak değerlendirilmektedir.

Formülü: $198,825 - (40,175 \times \text{ortalama sözcük uzunluğu}) - (2,610 \times \text{ortalama cümle uzunluğu})$.

Verilerin İstatistik Analizi

Verilerin analizi için SPSS 26.0 istatistik programından yararlanılmıştır. Çalışma dahilinde verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ile hesaplanmıştır (Tablo 1). Ulaşılan sonuçlara göre; verilerin büyük çoğunluğu normal bir dağılım göstermemektedir. Verilerin ortalama, standart sapma ve minimum-maksimum değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 1. Normalite testi sonuçları

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p
Sözcük Sayısı	0.797	59	0.001
Karakter Sayısı	0.787	59	0.001
Zor Sözcük Sayısı	0.794	59	0.001
Benzersiz Sözcük Sayısı	0.894	59	0.001
Benzersiz Sözcük Sayısı (%)	0.952	59	0.020
Kısa Sözcük Sayısı (<5 karakter)	0.766	59	0.001
Kısa Sözcük Sayısı (<5 karakter) (%)	0.117	59	0.001
Boşluksuz Karakter Sayısı	0.786	59	0.001
Cümle Sayısı	0.810	59	0.001
Paragraf Sayısı	0.844	59	0.001
Ortalama sözcük uzunluğu	0.978	59	0.348
Ortalama cümle uzunluğu	0.981	59	0.499
Ateşman okunabilirlik indeksi	0.986	59	0.707

3. Bulgular

100 web sitesinden yapılan incelemelerin sonucunda 60 site dahil edilme kriterlerini sağlamaktadır. Çalışmada ilk olarak Ateşman okunabilirlik sınıflaması kullanılarak (Tablo 2) incelenen web siteleri sınıflandırılmıştır. Elde edilen verilere göre; web sitelerinin %5'i kolay, %83,3'ü orta zorlukta ve %11,7'si zor seviyede bulunmuştur.

Tablo 2. Ateşman okunabilirlik sınıflaması

	Ateşman Okunabilirlik İndeksi Aralığı
Çok Kolay	90-100
Kolay	70-89
Orta Zor	50-69
Zor	30-49
Çok Zor	1-29

İncelenen kaynakların %23,3'ü muayenehane sayfası olup, %15'i özel hastane, %56,7'si poliklinik, %5'i ise tıp merkezi sayfasıdır.

Tablo 3. Kaynakların dağılımı

Kaynak	f	%
Muayenehane	14	23.3
Özel Hastane	9	15.0
Poliklinik	34	56.7
Tıp Merkezi	3	5.0
Total	60	100

Metinlerin dilsel istatistikleri Tablo 4'te sunulmaktadır. Ortalama kelime sayısı 818.3±594'tür. Ortalama karakter sayısı 6482.6±4737.1'dir. Ortalama zor kelime sayısı 807.5±587.5'tir. Ortalama benzersiz kelime sayısı 431.2±223.4'tür. Ortalama benzersiz kelime yüzdesi 59.1±9'dur. Ortalama kısa kelime sayısı 148.9±115.2'dir. Ortalama kısa kelime yüzdesi 18.1±2.4'tür. Ortalama boşluksuz karakter sayısı 5626.1±4139.3'tür. Ortalama cümle sayısı 74.4±51.7'dir. Ortalama paragraf sayısı 37.8±25.5'tir. Ortalama kelime uzunluğu 2.8±0.1'dir. Ortalama cümle uzunluğu 11.1±2.4'tür. Ortalama Ateşman okunabilirlik indeksi 57.7±7.2'dir.

Tablo 4. Metinlerin dilsel istatistikleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
Sözcük Sayısı	60	195	3130	818.3	594.0
Karakter Sayısı	60	1577	25578	6482.6	4737.1
Zor Sözcük Sayısı	60	195	3105	807.5	587.5
Benzersiz Sözcük Sayısı	59	118	1063	431.2	223.4
Benzersiz Sözcük Sayısı (%)	59	29.0%	77.0%	59.1%	9.0%
Kısa Sözcük Sayısı (<5 karakter)	60	36	673	148.9	115.2
Kısa Sözcük Sayısı (<5 karakter) (%)	60	13.0%	25.0%	18.1%	2.4%
Boşluksuz Karakter Sayısı	60	1377	22398	5626.1	4139.3
Cümle Sayısı	60	22	279	74.4	51.7
Paragraf Sayısı	60	10	137	37.8	25.5
Ortalama sözcük uzunluğu	60	2.56	3.01	2.8	0.1
Ortalama cümle uzunluğu	60	6.1	17.9	11.1	2.4
Ateşman okunabilirlik indeksi	60	38.3	72	57.7	7.2
Okunabilirlik düzeyi	60	7.-8. Sınıf	Lisans mezunu	11.- 12. sınıf	

Metinlerin sınıflara göre okunabilirlik seviyelerine bakıldığında; metinlerin %3,3'ünün 7-8 sınıf seviyesinde, %36,7'sinin 9.-10. Sınıf seviyesinde %48,3'ünün 11.- 12. sınıf seviyesinde, %10'unun 13.- 14. sınıf seviyesinde ve %1,7'sinin lisans mezunu seviyesinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Okunabilirlik düzeyi

Okunabilirlik Düzeyi	f	%
7.-8. sınıf	2	3.3
9.-10. sınıf	22	36.7
11.-12. sınıf	29	48.3
13.-14. sınıf	6	10.0
Lisans Mezunu	1	1.7

4. Tartışma

İnternet kullanıcılarının sayısının gün geçtikçe artması ve internet aracılığıyla bilgiye ulaşımın kolaylaşması, hastaların sağlık bilgilerine erişiminin daha kolaylaştığı bilinen bir gerçektir. İnternet üzerinden ulaşılan bilgiler sesli ve görüntülü olabildiği gibi, metin olarak da sıklıkla görülmektedir. Bilgilendirme metinlerinin okunabilirliği okuyucular tarafından anlaşılabilirliği nedeniyle önemlidir.

Herhangi bir sebepten sağlık problemi yaşayan hastaların, hastalıkla ve hastalığın tedavisi için profesyonel yardım almadan bilgiye ilk olarak internet üzerinden ulaşmaya çalıştıkları düşünülmektedir. Magnezi ve ark. yaptığı çalışmada bu düşüncüyü desteklemektedir.¹ İnternet ortamında elde edilecek bilgilerin hastalar tarafından tam anlaşılmadığı düşünülmektedir. Buna neden olarak bilgilerin çeşitli kaynaklarda birbiri ile çelişmesi ve kaynaklardaki anlatımın her sosyo-kültürel seviyedeki insan tarafından anlaşılabilmesi gösterilebilir. Söz konusu metinlerin anlaşılabilirliği okunabilirlik kavramı ile incelenebilir. Bu kavramla ilgili ilk araştırmalar 1800'lü yıllarda Amerika'da yapılmıştır ancak kullanılan dilin İngilizce olması ve Türkçe dil yapısı ile ilgili farklılıkları olması Ateşman'ın geliştirdiği okunabilirlik indeksinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Estetik restorasyonların tamamı için hastalara ticari olarak güleş

tasarımı terimi kullanıldığı için araştırmamızda arama kelimesi olarak “GÜLÜŞ TASARIMI” ifadesi kullanılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre Türkçe web sitelerin büyük çoğunluğunun (%83,3) okunabilirliği orta zorlukta çıkmıştır. Bu sonuç yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.^{8,9} Bilgilerin daha anlaşılabilir olması için okunabilirlik seviyesinin kolay olması tavsiye edilmiştir.

Daha önce yapılan okunabilirlik çalışmalarında listelenen ilk elli web sitesi incelense de “GÜLÜŞ TASARIMI” ifadesinin popüler ve ticari oluşu nedeniyle araştırmanın daha doğru olabilmesi adına çalışmamıza listelenen ilk yüz web sitesi dahil edilmiştir.¹⁰

İnternet üzerindeki eğitim içerikli metinlerin anlaşılabilirliği için okunabilirliğinin 9-10. sınıf seviyesinden düşük olması önerilmektedir.⁸ Yapılan çalışmada gülüş tasarımı ile ilgili metinlerin sadece %3,33’ün bu seviyeden düşük okunabilir düzeyinde olduğu bulunmuştur. Bu bilgilere göre Türkçe web sitelerindeki gülüş tasarımı ile ilgili bilgilerin önemli bir miktarı halkın tamamına hitap etmemektedir. İnternet ortamındaki diğ ağırsına yönelik metinlerin okunabilirlik düzeyinin incelendiği bir çalışmada da metinlerin okunabilirlik düzeyinin orta zorlukta olduğu sonucuna varılmıştır.¹¹ Diğ protezleri hakkında bilgi sunan metinlerin incelendiği benzer bir çalışmada da yapılan çalışmanın bulgularına benzer olarak Ateşman okunabilirlik düzeyini 66,48±9,69 olarak bulmuştur.¹²

Ateşman 1997 yılındaki çalışmasında okunabilirlik düzeyi için Tablo 4’te bazı parametreler belirlemiştir.⁷ Buna göre Türkçedeki ortalama hece uzunluğu 2,6’dır. Çalışmamızdaki hece uzunlukları bu verilerle uyumludur. Ancak incelediğimiz metinlerde tüm parametreler göz önüne alındığında okunabilirlik düzeyinin ortalama 11-12. sınıf düzeyinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu veriler gülüş tasarımı ifadesinin halkın çoğunluğu tarafından tam olarak anlaşılamadığı anlamına gelebilir.

Okunabilirlik çalışmaları herhangi bir alanda bilgi vermeyi amaçlayan internet ortamındaki sitelerin anlaşılabilirliği konusuna eğilmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalar, internet sitelerindeki okunabilirlik düzeyinin kolay olmadığını ve bu durumun metnin anlaşılabilmesine dair endişeler barındırdığını göstermiştir. Daha önce Avusturalya’da yapılan bir okunabilirlik çalışması da dental bilgilendirme içeren çevrimiçi sitelerin o ülkenin sağlık okuryazarlık düzeyinin üzerinde olduğunu göstermektedir.¹³ Başka bir çalışmada, Amerikadaki web sitelerinin sigara bıraktırmaya dair bilgi içeren metinlerinin okunabilirlik göstergesinin standart düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır.¹⁴ Bu durum çevrimiçi sitelerdeki metinlerin anlaşılabilme sorunun küresel olduğunu göstermektedir. İnsanların sağlıkla ilgili bilgi edinme çabaları, sağlıkla ilgili etkilediği düşünülmektedir.¹⁵ Bu bilgilerin kolay anlaşılabilir ve doğru olması bu etkiyi artıracaktır. Sağlık gibi önemli konularda hazırlanan metinlerin çevrimiçi olarak yayınlanmadan önce, o ülkedeki sağlık kuruluşları tarafından denetlenmesi ve kolay anlaşılabilir sitelere sertifika verilmesi hastaların bilgi edinme sürecine yardımcı olabilir.

Arama motorlarında daha önce yapılan aramalar yeni aramaları etkilediğinden bu çalışma yapılırken tarayıcı geçmişi silinmiştir.

Hastaların arama yaparken gülüş tasarımı ifadesini bitişik yazabileceği, yazım hatası ile arama yapabileceği ya da gülüş tasarımı ifadesinin önüne veya arkasına başka kelimeler ekleyebileceği tahmin edilmektedir. Bu durum listelenen web sitelerini değiştirecektir. Yine listelenen birçok web sitesinin poliklinik, muayenehane ve hastane web sitesi olması bu bilgilerin reklam amaçlı yapıldığı izlenimi vermektedir. Bu web sitelerinin asıl amacının ticari olduğu hasta bilgilendirmesinin ikinci planda olduğu düşünülmektedir. Yukarıda belirtilen durumlar bu çalışmanın limitasyonları olarak sıralanabilir.

Bu çalışmada arama motoru olarak tek bir site kullanılmıştır. Yahoo® (Yahoo, Kaliforniya, ABD), Yandex® (Yandex, Moskova, Rusya) gibi diğer arama motorlarında “GÜLÜŞ TASARIMI” ifadesi aramalarında çalışmamıza dahil edilen siteler yeniden fakat farklı sırayla çıktığı için çalışmaya diğer arama motorları dahil edilmemiştir.

5. Sonuç

Yapılan araştırma sonucunda gülüş tasarımı için arama motorunda listelenen web sitelerinin okunabilirlik düzeyi orta zorlukta çıkmıştır. Bu seviyenin Türkiye ortalamasının üzerinde bir seviye olduğu düşünülmektedir. Bu durum aktarılan bilgilerin ve yapılan

yönlendirmelerin hastalar tarafından açıkça anlaşılamayacağı anlamına gelmektedir. Verilen bilgilerin hastalar tarafından tam olarak anlaşılabilmesi için web sayfa yazarlarının okunabilirlik değerlerine göre daha anlaşılır metin hazırlamaları yararlı olacaktır.

Hastaların klinisyenler ile görüşmeden önce bu metinlerden bilgi edinmeye çalışacağı düşünülmektedir. Bu nedenle hastaların işlem öncesi “GÜLÜŞ TASARIMI” ile ilgili edindiği bilgilerin yanlış veya eksik olabileceği klinisyenler tarafından değerlendirilip, işlem öncesi her hastanın anlayacağı şekilde bilgilendirme yapılması tavsiye edilmektedir.

Teşekkür / Acknowledgements

Çalışma boyunca desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Nalan BOZOĞULLARI hocamıza teşekkür ederiz.

We would like to thank Assoc. Prof. Dr. Nalan BOZOĞULLARI for her unwavering support throughout the study.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: MK (%50) GB(%50)
Veri Toplanması | Data Acquisition: MK (%50) GB (%50)
Veri Analizi | Data Analysis: MK(%50) GB (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: MK (%80) GB (%20)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: MK (%50) GB (%50)

KAYNAKLAR

1. Magnezi R, Grosberg D, Novikov I, Ziv A, Shani M, Freedman LS. Characteristics of patients seeking health information online via social health networks versus General Internet sites: a comparative study. *Inform Health Soc Care [Internet]*. 2015 Apr 3 [cited 2023 Sep 30];
2. Murray E, Lo B, Pollack L, Donelan K, Catania J, Lee K, et al. The impact of health information on the Internet on health care and the physician-patient relationship: national U.S. survey among 1.050 U.S. physicians. *J Med Internet Res*. 2003 Aug 29;5(3): e17.
3. Aktan E, Şen N. Diş Hekimliğinde Dijital Gülüş Tasarımı Uygulamaları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2023;12(3):474-9.
4. Nold SL, Horvath SD, Stampf S, Blatz MB. Analysis of select facial and dental esthetic parameters. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2014; 34:623-9.
5. Bozkurt İSUKM. 2020-LGS Türkçe sorularının okunabilirlik açısından incelenmesi. *Int J Lang Acad*. 2021;36(36):321-33.
6. Taşdemir, İsmail. "İnternet Ortamındaki Dişeti Hastalığı ile İlgili Bilgilerin Okunabilirlik Analizi." *Selcuk Dental Journal* 10.1 (2023): 89-93.
7. Ateşman E. Measuring readability in Turkish. *AU Tömer Language Journal*. 1997;58(2):171-74.
8. Al-Ak'hali MS, Fageeh HN, Halboub E, Alhajj MN, Ariffin Z. Quality and readability of web-based Arabic health information on periodontal disease. *BMC medical informatics and decision making*. 2021;21(1):1-8.
9. Badarudeen S, Sabharwal S. Assessing readability of patient education materials: current role in orthopaedics. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2010;468(10):2572-80
10. McMorro SM, Millett DT. Adult orthodontics: a quality assessment of Internet information. *Journal of orthodontics*. 2016;43(3):186-92
11. Abat, V. H. (2024). İnternet Ortamındaki Diş Ağrısına İlişkin Türkçe Metinlerin Okunabilirlik Analizlerinin ve İçeriklerinin Değerlendirilmesi. *European Journal of Research in Dentistry*, 8(1), 1-7.
12. Değirmenci, K. (2022). Diş Protezi Hakkında Bilgi Sunan Türkçe İnternet Sitelerinin Okunabilirlik Düzeylerinin Değerlendirilmesi: Nitel Araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 28(4).
13. Cheng C, Dunn M. Health literacy and the Internet: a study on the readability of Australian online health information. *Aust N Z J Public Health* 2015; 39:309-314.
14. Avinash BR, Chengappa K, Shenoy R, Rao A, Pai M, Rajesh G. Analysis of internet educational websites on tobacco cessation: A content analysis. *F1000Res*. 2024 Nov 22; 13:822.
15. Jayaratne YS, Anderson NK, Zwahlen RA. Readability of websites containing information on dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2014;25(12):1319-24.

Evaluation of Crestal Mucosa Thickness and Alveolar Hard Tissue Measurements in CBCT Images Before Implant Placement

İmplant Yerleştirilmesinden Önce KIBT Görüntülerinde Krestal Mukoza Kalınlığının ve Alveolar Sert Doku Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Özlem SARAÇ ATAGÜN^a, Savaş ÖZARSLANTÜRK^b, Seval CEYLAN ŞEN^a, Şeyma ÇARDAKCI BAHAR^a

^aHealth Sciences University, Gülhane Faculty of Dentistry, Department of Periodontics, Ankara, Türkiye

^aSağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji AD, Ankara, Türkiye

^bDepartment of Oral and Maxillofacial Radiology, Gülhane Faculty of Dentistry, University of Health Sciences, Ankara, Türkiye

^bSağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Ankara, Türkiye

ABSTRACT

Background: This study aimed to evaluate crestal mucosa thickness, alveolar cortical bone thickness, crest height, and width on CBCT images and compare these measurements across various patient groups and edentulous locations.

Methods: A total of 318 edentulous sites from 100 patients (50 females and 50 males) scheduled for dental implantation were assessed. CBCT images were evaluated using One Volume Viewer Software, and measurements were taken from vertical cross-sectional views aligned with the alveolar ridge. Crestal mucosa thickness (CMT), cortical bone thickness (CBT) at the alveolar crest, alveolar ridge width at 5 mm apical to the crest, buccal and lingual/palatal CBT and alveolar bone height were measured. Statistical analysis was conducted using SPSS software.

Results: Mucosa thickness in the alveolar crest did not significantly differ across regions ($p>0.05$). Patients aged ≥ 65 years exhibited significantly reduced alveolar crest height and buccal, lingual, and palatal CBT. Alveolar ridge width and lingual/palatal CBT were lower in females than males ($p<0.001$ and $p=0.013$, respectively).

Conclusion: This study highlights the utility of CBCT in assessing both surrounding soft and hard tissues, facilitating treatment planning for dental implant procedures

Keywords: Alveolar bone thickness, Cone beam computed tomography, Crestal mucosa thickness, Dental implantology, Dental implant treatment planning

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, KIBT görüntülerinde krestal mukoza kalınlığını, alveolar kortikal kemik kalınlığını, kret yüksekliğini ve genişliğini değerlendirmek ve bu ölçümleri çeşitli hasta grupları ve dişsiz konumlar arasında karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntemler: Dental implantasyon planlanan 100 hastanın (50 kadın ve 50 erkek) toplam 318 dişsiz bölgesi değerlendirilmiştir. KIBT görüntüleri One Volume Viewer Yazılımı kullanılarak değerlendirilmiş ve ölçümler, alveolar sırtla hizalanmış dikey kesit görünümünden alınmıştır. Krestal mukoza doku kalınlığı (KMK), alveolar krestin kortikal kemik kalınlığı (KKK), bukkal ve lingual/palatal KKK, kretin 5 mm apikalindeki alveolar kret genişliği ve alveolar kemik yüksekliği ölçülmüştür. İstatistiksel analiz SPSS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Alveolar kretteki mukoza kalınlığı, bölgelere göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). 65 yaş üstü hastalarda alveolar kret yüksekliği ve bukkal, lingual ve palatal KKK anlamlı derecede azalmıştır. Alveolar kret genişliği ve lingual/palatal KKK erkeklerde kadınlardan daha yüksektir (sırasıyla $p<0.001$ ve $p=0.013$).

Sonuçlar: Bu çalışma, dental implant prosedürleri için tedavi planlamasını kolaylaştıran çevredeki hem sert hem de yumuşak dokuları değerlendirmede KIBT'nin yararlılığını vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alveolar kemik kalınlığı, Dental implantoloji, Dental implant tedavi planlaması, Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, Krestal mukoza yüksekliği

Introduction

Dental implants are a commonly used, highly successful, and predictable therapeutic option for supporting prostheses.¹ Implant lifespan is contingent upon the preservation of healthy peri-implant tissues.² Expectable peri-implant crestal bone stability has been found to depend on several variables, including soft tissue size and amount of keratinized tissue, abutment height, platform switching, implant insertion depth, occlusal load, and implant design and surface configuration.³ The crestal mucosa's initial thickness is one of these factors.

Marginal bone levels typically stabilize within the first year of functional loading, with annual crestal bone loss (CBL) exceeding 0.2 mm deemed undesirable thereafter.^{1,4} However, some studies suggest that a CBL of 1.5-2 mm in the first year may be considered a physiological process.^{5,6} A CBL associated with a "biological width" during wound healing can result from a thin mucosa during implant placement.⁷

An animal study conducted by Berglundh and Lindhe in 1996 demonstrated the importance of maintaining a consistent soft tissue connection around dental implants, which necessitates a minimal peri-implant mucosa thickness.⁸ Systematic reviews and recent clinical investigations have shown that thick original mucosa (>2 mm) around the implants is linked to considerably reduced changes in crestal bone in short-term.^{3,9} Despite various methods proposed for measuring Crestal Mucosa Thickness (CMT), they are often invasive and not universally

suitable.^{9,10} Cone Beam Computed Tomography (CBCT) offers an accurate assessment of tissues with reduced radiation exposure, shorter exposure time and lower output.¹¹ Particularly in recent years, CBCT has been employed reliably and successfully in evaluating dentogingival soft tissues.¹²

This study aimed to examine CMT, crest height and width, and alveolar CBT on CBCT images and compare different patient groups and edentulous regions.

Material and Methods

The research protocol of this study received approval from the Health Sciences University, Gülhane Scientific Research Ethics Committee (2024-76).

CBCT scans from 100 patients who visited the Gülhane Faculty of Dentistry Periodontology Clinic for implant treatment between January 2023 and January 2024 were retrospectively examined.

The inclusion criterion was the clear visualization of all hard and soft tissue borders in the edentulous crests where implant planning was conducted. Exclusion criteria for CBCT images included inadequate image clarity for precise measurement. Additionally, patients with any of the specified criteria were excluded from the study: history of soft tissue grafting surgery at the implant site prior to CBCT, age under 18 years, total tooth loss, presence of medical conditions affecting soft

Gönderilme Tarihi/Received: 10 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 24 Eylül, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Saraç Atagün Ö, Özarslantürk S, Ceylan Şen S, Çardaklı Bahar Ş. Evaluation of Crestal Mucosa Thickness and Alveolar Hard Tissue Measurements in CBCT Images Before Implant Placement. Selcuk Dent J 2025;12(1): 58-63 [Doi: 10.15311/selcukdenti.1481735](https://doi.org/10.15311/selcukdenti.1481735)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Özlem SARAÇ ATAGÜN

E-mail: ozlemsarac2806@hotmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdenti.1481735](https://doi.org/10.15311/selcukdenti.1481735)

tissue or bone wound healing (including osteoporosis or uncontrolled diabetes mellitus), current use of bisphosphonates, previous bone grafting procedures or history of socket preservation surgery before CBCT imaging.

Evaluation of CBCT images

Measurements were conducted using a 30-inch Dell™ 3008WFP desktop computer with a resolution of 1920 x 1200 pixels and a 32-bit display, equipped with a 12th Gen Intel (R) Core (TM) i5-1240P processor running at 1.70 GHz (Dell Inc, Round Rock, Tx, USA).

One Volume Viewer Software (i-Dixel 2.0, J. Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japan) was utilized for image analysis and measurements. Vertical cross-sectional views in the middle of each edentulous area were examined, and measurements were corroborated in sagittal sections.

The following parameters were assessed on CBCT images: (a) Crestal bone thickness at the alveolar crest (CBT); (b) Crestal mucosa thickness at the alveolar crest (CMT); (c) Buccal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest; (d) Lingual/palatal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest; (e) Width of the alveolar ridge at 5 mm apical to the alveolar crest; and (f) Alveolar crest height (implantable bone height). All measurements were recorded in millimeters.

An experienced periodontologist (Ö.S.A.) conducted the assessment of CBCT scans, measuring the aforementioned parameters. To ensure the feasibility, standardization, and reproducibility of the data collection process, a pilot test was conducted, involving the measurement of 15 images. Subsequently, after a 15-day interval, the entire measurement process was repeated. Intraobserver agreement was evaluated using the inter-class correlation coefficient (ICC). The obtained ICC values, ranging from 0.96 to 0.99, indicate highly consistent results, demonstrating the robustness of the measurements.

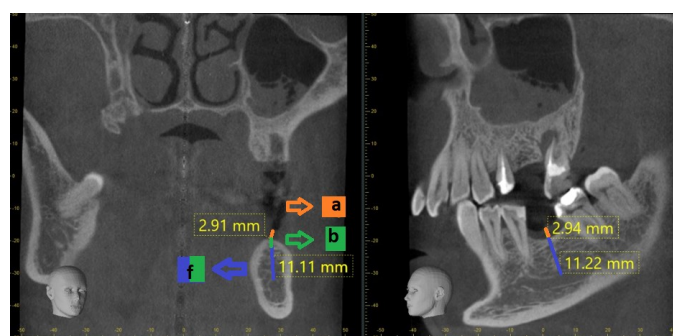


Figure 1. (a) crestal soft tissue thickness at the alveolar crest (orange zone); (b) cortical bone thickness at the alveolar crest (green zone); (f) alveolar crest height (green zone+blue zone)

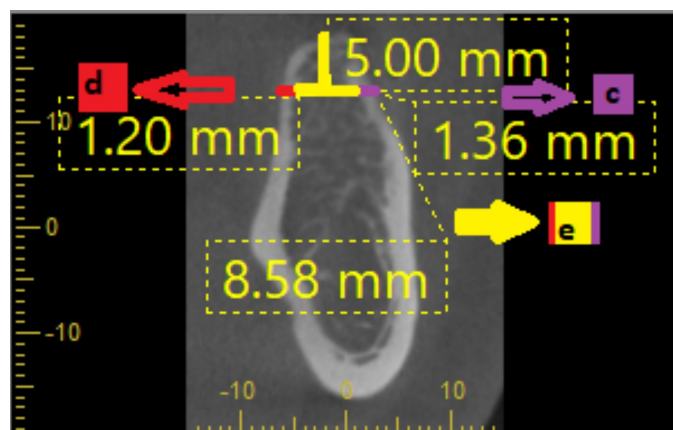


Figure 2. (c) buccal cortical bone thickness at 5 mm apical to the alveolar crest (purple zone), (d) lingual/palatal cortical bone thickness at 5 mm apical to the alveolar crest (red zone), and (e) width of the alveolar ridge at 5 mm apical to the alveolar crest (red zone+yellow zone+purple zone)

Statistical analysis

The data were analyzed using descriptive statistics, including number, mean, percentage, median and standard deviation. The reliability of the measurement scale was assessed. The normality assumption was evaluated using the Shapiro-Wilk test at the outset of the statistical analysis. The Independent Sample T-test was employed to compare two independent groups with normal distribution. The Mann-Whitney U test was utilized in cases where the normality assumption was not met. When comparing three or more independent groups with a normal distribution, the ANOVA test was applied, while the Kruskal-Wallis test was used when the normality assumption was violated. Post Hoc Bonferroni and Adjusted Bonferroni tests were subsequently conducted to pinpoint the group or groups contributing to observed differences. Spearman's correlation was utilized to evaluate the relationship between continuous variables that did not adhere to the criteria for normal distribution. All statistical analyses were performed using the IBM SPSS 25 software.

Results

In Table 1, descriptive statistics calculated for the demographic characteristics of the respondents are given.

Table 1. Distribution of participants according to their demographic characteristics

		n	%
Gender	Female	177	55.8
	Male	140	44.2
Age groups	≤40	75	23.7
	41-64	191	60.3
	≥65	51	16.1
Region	Maxillary anterior	34	10.7
	Mandibular anterior	5	1.6
	Maxillary premolar	71	22.4
	Mandibular premolar	48	15.1
	Maxillary molar	51	16.1
	Mandibular molar	108	34.1
		Min.-Max.	Mean ± S.D.(M.)
Age		13-75	50.15±14.98(54)

Mann-Whitney U and Independent Sample T tests were used to compare CBCT measurements according to gender (Table 2). As a result of the analyses, statistically significant differences were determined between the lingual/palatal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest and alveolar ridge width at 5 mm apical to the alveolar crest according to gender ($p<0.05$).

No statistically significant differences were found between the soft tissue thickness in the alveolar crest, CBT in the alveolar crest, buccal CBT at 5 mm apical of the alveolar crest, and crest height according to gender ($p>0.05$).

Table 2. Distribution and comparison of CBCT measurements according to gender

	Gender	Mean±S.D.(M.)	Test Statistic	p
Crestal soft tissue thickness	Female	2.47±0.80(2.34)	11246.0	0.158
	Male	2.60±0.83(2.45)		
Crestal cortical bone thickness	Female	1.57±0.96(1.28)	12360.5	0.971
	Male	1.53±0.99(1.43)		
Buccal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	Female	1.51±0.97(1.32)	11507.0	0.276
	Male	1.61±0.94(1.41)		
Lingual/palatal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	Female	1.67±0.80(1.48)	10371.0	0.013*
	Male	2.03±1.62(1.80)		
Alveolar ridge width 5 mm apical to the alveolar crest	Female	6.75±2.71(6.28)	9273.0	<0.001*
	Male	7.88±2.61(7.70)		
Crestal height	Female	14.00±3.81(14.04)	0.189#	0.850
	Male	13.91±4.20(14.20)		

* $p<0.05$ and #: Independent Sample T test

Kruskal-Wallis and ANOVA tests were used to compare CBCT measurements based on age (Table 3). The analyses revealed statistically significant differences in buccal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest, lingual/palatal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest, and crest height according to age ($p<0.05$).

Bonferroni tests indicated a statistically significant difference in buccal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest between the ≤ 40 and ≥ 65 age groups ($p=0.023$). In a similar way, significant differences were observed in lingual/palatal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest between the ≥ 40 and ≤ 40 , and 41-64 age groups ($p=0.005$ and $p=0.001$, respectively). Additionally, crest height showed a significant difference between the 41-64 and ≥ 65 age groups ($p=0.002$).

However, no statistically significant differences were found in the soft tissue thickness in the alveolar crest, cortical bone thickness in the alveolar crest, and alveolar ridge width at 5 mm apical to the alveolar crest based on age ($p>0.05$).

Table 3. Distribution and comparison of CBTC measurements according to age

	Age	Mean $\pm$ S.D.(M.)	Test Statistic	P
Crestal soft tissue thickness	≤ 40	2.52 $\pm$ 0.76(2.52)	4746	0.093
	41-64	2.58 $\pm$ 0.84(2.40)		
	≥ 65	2.34 $\pm$ 0.80(2.29)		
Crestal cortical bone thickness	≤ 40	1.38 $\pm$ 0.83(1.33)	2876	0.237
	41-64	1.64 $\pm$ 1.01(1.34)		
	≥ 65	1.47 $\pm$ 1.01(1.23)		
Buccal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	≤ 40	1.68 $\pm$ 0.82(1.54) ^a	7158	0.028*
	41-64	1.55 $\pm$ 0.90(1.28) ^{ab}		
	≥ 65	1.40 $\pm$ 1.28(1.23) ^b		
Lingual/palatal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	≤ 40	1.90 $\pm$ 1.07(1.69) ^b	14165	0.001*
	41-64	1.93 $\pm$ 1.38(1.67) ^b		
	≥ 65	1.34 $\pm$ 0.69(1.38) ^a		
Alveolar ridge width 5 mm apical to the alveolar crest	≤ 40	7.58 $\pm$ 2.72(7.57)	4799	0.091
	41-64	7.32 $\pm$ 2.75(6.74)		
	≥ 65	6.50 $\pm$ 2.54(6.35)		
Crestal height	≤ 40	14.07 $\pm$ 3.75(14.61) ^{ab}	5.942†	0.003*
	41-64	13.48 $\pm$ 4.03(13.44) ^a		
	≥ 65	15.60 $\pm$ 3.75(16.15) ^b		

* $p<0.05$ and †: ANOVA test

ANOVA and Kruskal-Wallis tests were applied to compare CBCT images according to different regions of the mouth (Table 4). The analyses revealed statistically significant differences in the CBT in the alveolar crest, buccal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest, lingual/palatal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest, alveolar ridge width at 5 mm apical to the alveolar crest, and crest height ($p<0.05$).

Regarding CBT in the alveolar crest, significant differences were observed between the maxillary molar and maxillary anterior, mandibular molar and mandibular premolar groups, as well as between the maxillary premolar and mandibular molar and mandibular premolar groups ($p=0.007$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, and $p<0.001$). Similarly, significant differences were found in buccal CBT at 5 mm apical to the alveolar crest between the mandibular molar and mandibular premolar, maxillary molar, maxillary anterior, and maxillary premolar groups ($p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, and $p<0.001$).

Analyses for lingual/palatal CBT at 5 mm apical of the alveolar ridge revealed statistically significant differences between the mandibular molar and mandibular premolar, maxillary molar, maxillary anterior, and maxillary premolar groups ($p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, and $p<0.001$). Regarding the alveolar ridge width at 5 mm apical to the alveolar crest, significant differences were found between the maxillary anterior and mandibular premolar, maxillary molar and mandibular molar groups, as well as between the mandibular molar, maxillary molar and maxillary premolar groups, and between the mandibular molar and mandibular premolar groups ($p=0.001$,

$p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, and $p=0.033$). Regarding crest height, significant differences were observed between the maxillary premolar and mandibular molar, mandibular premolar, maxillary premolar, and maxillary anterior groups, as well as between the mandibular molar and maxillary anterior and mandibular anterior groups, and between maxillary premolar and maxillary anterior groups ($p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p=0.001$, $p=0.001$, $p=0.040$, and $p=0.05$).

However, no statistically significant difference was found in the soft tissue thickness in the alveolar crest across regions ($p>0.05$).

Table 4. Distribution and comparison of CBTC measurements by dental region

	Dental region	Mean $\pm$ S.D.(M.)	Test Statistic	p
Crestal soft tissue	Maxillary anterior	2.72 $\pm$ 1.02(2.53)	4311	0.506
	Mandibular anterior	2.22 $\pm$ 0.99(2.14)		
	Maxillary premolar	2.59 $\pm$ 0.78(2.46)		
	Mandibular premolar	2.42 $\pm$ 0.79(2.26)		
	Maxillary molar	2.65 $\pm$ 0.95(2.43)		
	Mandibular molar	2.43 $\pm$ 0.69(2.32)		
Crestal cortical bone thickness	Maxillary anterior	1.56 $\pm$ 1.01(1.28)	85133	<0.001*
	Mandibular anterior	1.79 $\pm$ 0.48(1.90)		
	Maxillary premolar	1.09 $\pm$ 0.60(1.06)		
	Mandibular premolar	1.86 $\pm$ 0.93(1.69)		
	Maxillary molar	0.88 $\pm$ 0.45(0.96)		
	Mandibular molar	2.02 $\pm$ 1.07(1.92)		
Buccal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	Maxillary anterior	1.18 $\pm$ 1.42(1.02)	148979	<0.001*
	Mandibular anterior	1.91 $\pm$ 0.95(1.45)		
	Maxillary premolar	1.04 $\pm$ 0.46(1.08)		
	Mandibular premolar	1.76 $\pm$ 0.67(1.70)		
	Maxillary molar	0.92 $\pm$ 0.36(0.94)		
	Mandibular molar	2.20 $\pm$ 0.88(2.13)		
Lingual/palatal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	Maxillary anterior	1.24 $\pm$ 0.54(1.16)	119677	<0.001*
	Mandibular anterior	1.89 $\pm$ 0.56(1.91)		
	Maxillary premolar	1.38 $\pm$ 0.57(1.38)		
	Mandibular premolar	2.11 $\pm$ 0.78(2.12)		
	Maxillary molar	1.15 $\pm$ 0.42(1.11)		
	Mandibular molar	2.50 $\pm$ 1.71(2.28)		
Alveolar ridge width 5 mm apical to the alveolar crest	Maxillary anterior	4.75 $\pm$ 1.73(4.49)	74362	<0.001*
	Mandibular anterior	6.54 $\pm$ 2.94(6.34)		
	Maxillary premolar	6.11 $\pm$ 2.24(5.95)		
	Mandibular premolar	6.90 $\pm$ 2.12(6.61)		
	Maxillary molar	8.15 $\pm$ 2.34(8.04)		
	Mandibular molar	8.55 $\pm$ 2.80(8.29)		
Crestal height	Maxillary anterior	17.25 $\pm$ 3.19(17.24)	82526	<0.001*
	Mandibular anterior	20.16 $\pm$ 3.17(19.24)		
	Maxillary premolar	14.28 $\pm$ 3.95(14.25)		
	Mandibular premolar	14.69 $\pm$ 2.87(15.41)		
	Maxillary molar	9.78 $\pm$ 3.86(8.91)		
	Mandibular molar	14.08 $\pm$ 2.94(14.17)		

* $p<0.05$

Spearman correlations were employed to investigate the relationship between CBCT measurements and age (Table 5). The analysis revealed a statistically negative, significant, and weak correlation between the width of the alveolar ridge 5 mm apical to the alveolar crest and age, with a correlation coefficient of -0.149.

Table 5. Relationships between CBCT measurements and age of participants

	Age
Crestal soft tissue thickness	-0.062
Crestal cortical bone thickness	0.049
Buccal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	-0.093
Lingual / palatal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	-0.063
Alveolar ridge width 5 mm apical to the alveolar crest	-0.149**
Crestal height	0.042

**p<0.001

Additionally, Spearman correlations were used to assess the relationships between CBCT measurements (Table 6). The analyses showed statistically significant, positive, and moderate relationships between the CBT in the alveolar crest and the buccal CBT 5 mm apical to the alveolar crest (correlation coefficient of 0.512), and between the lingual/palatal CBT 5 mm apical to the alveolar crest (correlation coefficient of 0.540). Similarly, statistically significant, positive, and weak relationships were found between the crest height (correlation coefficient of 0.135) ($p<0.05$). Moreover, statistically high-level, positive, and significant relationships were observed between the buccal CBT at 5 mm apical of the alveolar crest and the lingual/palatal CBT at 5 mm apical of the alveolar crest (correlation coefficient of 0.791), as well as between the alveolar ridge width at 5 mm apical of the alveolar crest (correlation coefficient of 0.427) ($p<0.05$).

Furthermore, statistically significant, positive, and moderate relationships were found between the lingual/palatal CBT at 5 mm apical of the alveolar crest and the alveolar ridge width at 5 mm apical of the alveolar crest, with a correlation coefficient of 0.385 ($p<0.05$).

Finally, a significant, negative, and weak statistical correlation coefficient of -0.161 was observed between the alveolar ridge width at 5 mm apical of the alveolar crest and the crest height ($p<0.05$).

Table 6. Relationships between CBCT measurements of participants

	Crestal cortical bone thickness	Buccal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	Lingual / palatal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest	Alveolar ridge width 5 mm apical to the alveolar crest	Crestal height
Crestal soft tissue thickness	-0.080	-0.040	-0.014	0.024	-0.022
Crestal cortical bone thickness		0.512**	0.540**	-0.006	0.135*
Buccal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest			0.791**	0.427**	0.082
Lingual / palatal cortical bone thickness 5 mm apical to the alveolar crest				0.385**	0.106
Alveolar ridge width 5 mm apical to the alveolar crest					-0.161**

**p<0.001

Discussion

We evaluated 318 sites in 100 patients who were scheduled for implant placement in this study.

CBCT is a widely used imaging technique in dentistry before implant placement. It offers detailed three-dimensional images of oral and maxillofacial structures, providing essential information about bone density, volume, and anatomical features.¹³ This imaging modality plays a crucial role in treatment planning for dental implant placement by allowing dentists to assess available bone, anticipate potential challenges, and determine the optimal implant position.¹⁴ Moreover, CBCT is invaluable for screening oral soft tissues, as it provides comprehensive three-dimensional images that facilitate the assessment of soft-tissue structures such as gums, nerves, and blood vessels.¹⁵ In our study, we measured both soft and hard tissues on CBCT images and evaluated their relationships.

CBCT images and evaluated their relationships.

Various methods exist for measuring the thickness of intraoral soft tissues. For instance, Schwarz et al. found magnetic resonance imaging to have a comparable accuracy rate with CBCT in their study assessing anterior gingival thickness.¹⁶ Gkogkos et al. demonstrated that CBCT-derived gingival thickness measurements are highly reproducible and comparable to those obtained using ultrasound devices.¹⁷ Conversely, Bezerra et al. concluded that infrared thermography is not a reliable method for determining gingival phenotype.¹⁸ In our study, we found that CBCT can effectively measure CSTT. Despite concerns about radiation exposure and cost, CBCT remains a logical choice for soft tissue measurement, given its necessity for detecting hard tissues and anatomical landmarks during implant planning.

In our study, we noted a decrease in alveolar crest height and buccal and lingual cortical bone thickness (CBT) with age. This finding aligns with the results of Damanaki et al., who observed a decrease in alveolar crest height with age in a study conducted on mice.¹⁹ However, Farnsworth et al. found that cortical bone thickness generally increased in adults compared to adolescents, likely due to the increased functional capacity of adults.²⁰

Interestingly, we found no significant changes in crest width or crest soft tissue thickness with age in our study. It's worth noting that thickness in the buccolingual direction may be higher in more resorbed crests. In contrast, Escobar-Correa et al. reported a decrease in bone width 6 mm apical to the enamel-cement junction at age.²¹ This discrepancy could stem from variations in functional loads between edentulous crests and toothed regions.

Ling et al. reported that females generally exhibit greater bone width and slightly thicker cortical bone width than males in toothed regions.²² However, studies by Farnsworth et al. and Escobar-Correa et al. found no significant differences in bone thickness or cortical bone thickness (CBT) between genders.^{20,21} Similarly, our study found no statistically significant difference in CBT according to gender. Interestingly, both buccal and lingual/palatal CBT were higher in males than in females in our study.

Implants initially placed with thicker peri-implant soft tissue tend to experience less radiographic marginal bone loss in short-term.^{3,9,23,24} However, excessive vertical soft tissue thickness around implants may negatively impact peri-implant tissue health in patients with a history of periodontitis, as reported by Zhang et al.²⁵ In our study, the mean crestal mucosa thickness (CMT) was 2.53 ± 0.82 mm, with no statistically significant difference observed among intraoral regions. The highest values were observed in the maxillary anterior region, while the lowest values were found in the mandibular anterior region. Additionally, CMT did not correlate with any of the hard tissue parameters measured. These findings are consistent with the study by Liu et al., which also reported a weak correlation between hard tissue measurements and soft tissue thickness.³

The crestal bone height, which refers to the bone surrounding the neck of a dental implant, is pivotal for implant success. Insufficient bone height can result in complications like implant instability, peri-implantitis, and potential implant failure.²⁶ Hence, it's essential to monitor and assess crestal bone health preoperatively for long-term implant success. In our study, cortical bone thickness (CBT) in the alveolar crest exhibited no statistically significant differences based on age and gender. Interestingly, the mandibular molar regions demonstrated the highest thickness, whereas the maxillary molar regions showed the lowest values.

One significant limitation encountered in this study is the lack of information regarding the duration of edentulism in the evaluated regions, despite excluding regions with recent tooth extractions. Additionally, a notable limitation is the inclusion of posterior edentulous areas that were higher in number compared to anterior edentulous areas.

Future studies employing a larger sample size should encompass the analysis of both hard and soft tissue dimensions in both pre and post-implant surgical procedures. This comprehensive approach would provide a more robust understanding of the factors influencing implant success and guide better treatment planning strategies.

Conclusions

Over- or under-embedding of dental implants in bone can result in various complications. The use of CBCT has significantly improved the success and precision of dental implant procedures. While CBCT is primarily utilized for assessing bony structures, our study highlights its value in treatment planning by offering insights into surrounding soft tissues.

Our findings indicate that while soft tissue thickness at the alveolar crest remains relatively consistent across different regions, ages, and genders, there are notable variations. Specifically, soft tissue thickness tends to be lower in the mandibular anterior region, among individuals over 65 years old, and in females. Additionally, the statistically significant differences observed in the width of the alveolar ridge and the thickness of the lingual/palatal cortical bone 5 mm apical to the alveolar crest between genders underscore the importance of considering such factors in implant planning.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ÖSA (%70), SÖ (%30)
Veri Toplanması | Data Acquisition: SÖ (%40), ŞÇB (%40), SCŞ (%20)
Veri Analizi | Data Analysis: ÖSA (%40), SCŞ (%35), ŞÇB (%25)
Makalenin Yazımı | Writing up: ÖSA (%90), SÖ (%10)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ÖSA (%90), SÖ (%10)

REFERENCES

- Albrektsson T, Buser D, Sennerby L. Crestal bone loss and oral implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14(6):783-791.
- Renvert S, Quirynen M. Risk indicators for peri-implantitis. A narrative review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26 Suppl 11:15-44.
- Cui X, Reason T, Pardi V, Wu Q, Martinez Luna AA. CBCT analysis of crestal soft tissue thickness before implant placement and its relationship with cortical bone thickness. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):593.
- Misch CE, Perel ML, Wang HL, et al. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dent*. 2008;17(1):5-15.
- Papaspnyridakos P, Chen CJ, Singh M, Weber HP, Gallucci GO. Success criteria in implant dentistry: a systematic review. *J Dent Res*. 2012;91(3):242-248.
- Akcalı A, Trullenque-Eriksson A, Sun C, Petrie A, Nibali L, Donos N. What is the effect of soft tissue thickness on crestal bone loss around dental implants? A systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28(9):1046-1053.
- Baffone GM, Botticelli D, Pereira FP, Favero G, Schweikert M, Lang NP. Influence of buccal bony crest width on marginal dimensions of peri-implant hard and soft tissues after implant installation. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(3):250-254.
- Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol*. 1996;23(10):971-973.
- Linkevicius T, Linkevicius R, Alkimavicius J, Linkeviciene L, Andrijauskas P, Puisys A. Influence of titanium base, lithium disilicate restoration and vertical soft tissue thickness on bone stability around triangular-shaped implants: A prospective clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(7):716-724.
- Jeong SM, Choi BH, Kim J, et al. A 1-year prospective clinical study of soft tissue conditions and marginal bone changes around dental implants after flapless implant surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;111(1):41-46.
- Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(1):10-17.
- Karadag I, Yilmaz HG. Palatal mucosa thickness and palatal neurovascular bundle position evaluation by cone-beam computed tomography-retrospective study on relationships with palatal vault anatomy. *PeerJ*. 2021;9:e12699.
- Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*. 2008;52(4):707-730, v.
- Rajan RSS, Kumar HSK, Sekhar A, Nadakkavukaran D, Feroz SMA, Gangadharappa P. Evaluating the Role of AI in Predicting the Success of Dental Implants Based on Preoperative CBCT Images: A Randomized Controlled Trial. *J Pharm Bioallied Sci*. 2024;16(Suppl 1):S886-s888.
- Farronato M, Cenzato N, Crispino R, et al. Divergence between CBCT and Optical Scans for Soft Tissue Analysis and Cephalometry in Facial Imaging: A cross-sectional study on healthy adults. *Int Orthod*. 2024;22(2):100845.
- Schwarz L, Unger E, Gahleitner A, Rausch-Fan X, Jonke E. A novel approach for gingiva thickness measurements around lower anterior teeth by means of dental magnetic resonance imaging. *Clin Oral Investig*. 2023;28(1):18.
- Gkogkos A, Kloukos D, Koukos G, Liapis G, Sculean A, Katsaros C. Clinical and Radiographic Gingival Thickness Assessment at Mandibular Incisors: an Ex Vivo Study. *Oral Health Prev Dent*. 2020;18:607-617.
- Bezerra de Melo N, Sobreira Duarte LN, Maia Vieira Pereira C, et al. Thermographic examination of gingival phenotypes: correlation between morphological and thermal parameters. *Clin Oral Investig*. 2023;27(12):7705-7714.
- Damanaki A, Memmert S, Nokhbehsaim M, et al. Impact of obesity and aging on crestal alveolar bone height in mice. *Ann Anat*. 2018;218:227-235.
- Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(4):495-503.
- Escobar-Correa N, Ramírez-Bustamante MA, Sánchez-Urbe LA, Upegui-Zea JC, Vergara-Villarreal P, Ramírez-Ossa DM. Evaluation of mandibular buccal shelf characteristics in the Colombian population: A cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod*. 2021;51(1):23-31.
- Ling C, Shen Y, Zhang X, Ding X. A Cone Beam Computed Tomography Analysis of Bone Volume Variations of Extra-alveolar Region Based on Sex, Age, Vertical and Sagittal Facial Patterns. *J Craniofac Surg*. 2023;34(7):e660-e664.
- Suárez-López Del Amo F, Lin GH, Monje A, Galindo-Moreno P, Wang HL. Influence of Soft Tissue Thickness on Peri-Implant Marginal Bone Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Periodontol*. 2016;87(6):690-699.
- Díaz-Sánchez M, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diogo M. Influence of supracrestal tissue attachment thickness on radiographic bone level around dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol Res*. 2019;54(6):573-588.
- Zhang Z, Shi D, Meng H, Han J, Zhang L, Li W. Influence of vertical soft tissue thickness on occurrence of peri-implantitis in patients with periodontitis: a prospective cohort study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2020;22(3):292-300.
- Kasabreh NS, Khurshid H, Khan MQ, Malaikah S, Wang HL. Marginal Bone Loss in Posterior Implants Placed at Different Levels and Different Prosthetic Designs: A Retrospective Study." *J Oral Implantol*. 2024.

The Classification of Impacted Third Molar and Their Relationship with Distal Caries on the Second Molar

Gömülü Üçüncü Azı Dişlerinin Sınıflandırılması ve İkinci Azı Dişindeki Distal Çürüklerle İlişkisi

Halil AYYILDIZ^a, Selinay SARI KURT^a

^aKütahya Health Sciences University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Kütahya, Türkiye

^aKütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Kütahya, Türkiye

ABSTRACT

Background: Teeth are referred to as impacted/mucosa retention impacted when they cannot reach the expected coronal level in occlusion within the expected eruption period due to adjacent teeth on the eruption path, surrounding bone or soft tissue, or different anomalies. They are directly or indirectly linked to various disorders in the dentomaxillofacial region, including caries. The aims of this study are to assess the frequency of impacted third molars and to examine their association with caries formation on the distal surface of adjacent second molars.

Methods: Panoramic radiographs of 705 patients meeting inclusion criteria were analyzed to assess the prevalence and positioning of impacted third molars. The study employed Pell & Gregory (for classify depth of impacted third molar and retromandibular space to anterior border of mandibular ramus) and Winter (impacted third molar relative to second molar) classification systems to classify impacted teeth. Chi square and Z tests were used to evaluate the obtained data.

Results: While vertical angulation has highest rate among angulation types, position C and class 2 were most prevalent types according to Pell & Gregory classification. Statistical analysis revealed a significant association between horizontal angulation and position A with caries occurrence on the distal surface of second molars.

Conclusion: In terms of preventive dentistry, it may be recommended to extract horizontally or mesioangularly positioned third molars, and also those in A position, to prevent the formation of caries in the second molars.

Keywords: Dental caries, Impacted teeth, Panoramic radiography, Third molar

ÖZ

Amaç: Sürme yolundaki komşu dişler, çevredeki kemik veya yumuşak doku veya farklı anomaliler nedeniyle beklenen sürme süresi içerisinde oklüzyonda beklenen koronal seviyeye ulaşamayan dişler, gömülü/mukoza retansiyonlu gömülü diş olarak anılır. Gömülü dişler, diş çürükleri de dahil olmak üzere dentomaksillofasial bölgedeki çeşitli bozukluklarla doğrudan veya dolaylı olarak bağlantılıdır. Bu çalışmanın amacı, gömülü üçüncü azı dişlerinin sıklığını değerlendirmek ve bunların komşu ikinci azı dişlerinin distal yüzeyindeki çürük oluşumu ile ilişkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntemler: Dahil etme kriterlerini karşılayan 705 hastanın panoramik radyografileri, gömülü üçüncü azı dişlerinin prevalansını ve konumunu değerlendirmek için analiz edildi. Bu çalışmada gömülü dişleri sınıflandırmak için, Pell & Gregory (gömülü üçüncü molar gömülülik derinliğini ve mandibular ramusun ön sınırına kadar olan retromandibular boşluğu sınıflandırmak için) ve Winter (gömülü üçüncü moların ikinci molarla göre açılanması) sınıflandırma sistemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ki kare ve Z testleri kullanılmıştır.

Bulgular: Açılanma türleri arasında vertikal açılanma en yüksek orana sahipken, Pell & Gregory sınıflamasına göre pozisyon C ve sınıf 2 en sık görülen türlerdir. İstatistiksel analiz, yatay açılanma ve A konumu ile ikinci azı dişlerinin distal yüzeyinde çürük oluşumu arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Sonuç: Korumacı diş hekimliği açısından, ikinci büyük azı dişlerinde çürük oluşumunu önlemek amacıyla, pozisyon sınıflaması içinde, özellikle A pozisyonundakiler olmak üzere horizontal ve mezioangular gömülü üçüncü azı dişlerinin çekimi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Diş çürükleri, Gömülü diş, Panoramik radyografi, Üçüncü azı diş

1. Introduction

In healthy individuals, while primary dentition is expected to be completed between the 30th and 36th months age; permanent dentition, including the eruption of the wisdom teeth, generally completes between the ages of 17 to 20.¹ Teeth are referred to as impacted/mucosa retention impacted when they cannot reach the expected coronal level in occlusion within the expected eruption period due to adjacent teeth on the eruption path, surrounding bone or soft tissue, or different anomalies.²⁻⁴ The third molars, also can be named as wisdom teeth, showed the highest incidence of impaction. The world-wide incidence of third molar impaction has reported rates ranging from 30.3% to 68.6%. The reason for this wide variable range can be considered as differences in race and ethnicity that affect the epidemiological characteristics of third molar impaction.⁴⁻⁷ Impacted third molars (ITM) are caused by obstructions in the eruption path due to insufficient space, abnormal positioning, or obstruction caused by adjacent anatomical structures.⁸ They can be directly or indirectly linked to various disorders in the dentomaxillofacial region such as pain, infection, cyst, tumor, jaw fractures, misalignment of mandibular anterior teeth, caries, pericoronitis, periodontitis, or root resorption. Furthermore, some impacted teeth may not exhibit symptoms.⁹⁻¹³

Pericoronitis is related with mucosa retention impacted teeth,

associated with the presence of operculum, inadequate oral hygiene and limited self-cleaning capacity, and caries may occur as a result of the accumulation of food particles and cumulative microorganisms and plaque that resist removal by regular brushing and flossing.⁶ Several classification systems have been introduced in dental literature to categorize ITMs. These classification systems consider factors such as the angle of impacted teeth, depth of impaction within the bone, and proximity to the anterior border of the mandibular ramus. Winter and Pell&Gregory classifications are the most common classification methods used to classify ITMs in the literature.^{9, 14, 15}

Radiographic imaging examinations play a crucial role in dentistry, serving as fundamental tools for diagnosis, treatment planning, and patient follow-up.¹⁶ The primary radiographs utilized in dentistry are periapical and panoramic radiographs.^{15, 17} One of the advantages periapical radiography over panoramic radiography is higher image resolution.¹⁸ Periapical X-rays, due to their limited size, frequently pose a challenge for practitioners when imaging deeply positioned third molars in the jaws. This can result in discomfort for the patient or limiting the visualization of dental anatomy. In contrast, panoramic radiography offers a quicker, and more comfortable method for visualizing third molars, benefiting both the patient and the practitioner.¹⁵ Furthermore, panoramic radiography enables the evaluate of the relationship between maxillary wisdom teeth and the

Gönderilme Tarihi/Received: 23 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 13 Ekim, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Ayyıldız H, Sarı Kurt S. The Classification of Impacted Third Molar and Their Relationship with Distal Caries on the Second Molar. Selcuk Dent J 2025;12(1): 64-70 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1488671](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1488671)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Halil AYYILDIZ

E-mail: halil.ayyildiz@ksbu.edu.tr

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1488671](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1488671)

maxillary sinus, as well as the proximity of mandibular wisdom teeth to the inferior alveolar canal, although this is limited to a two-dimensional imaging.^{17,18} Panoramic radiographs are widely accepted as the preferred method for evaluating the maxillo-mandibular complex, the entire dento-alveolar area and adjacent anatomical structures, as well as assisting in the analysis and classification of wisdom teeth.^{16,19} Panoramic radiography is often used as the primary method for wisdom teeth detection; however, when there is limited space between mandibular ITMs and the mandibular canal, cone beam computed tomography (CBCT) is recommended for a higher level of detail. Nonetheless, it's important to bear in mind that CBCT exposes patients to a higher radiation dose compared to panoramic radiography.^{17,20}

This study aims to evaluate the frequency of ITM positions and assess the connection between the types of ITMs and the prevalence of caries on the distal aspect of second molars (SM) by using panoramic radiography.

2. Material and Method

Approval for this study was received from the Kütahya University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee, dated February 13, 2024, with protocol number 2024/02-27. Panoramic radiographs of 3320 patients who applied to the Oral and Maxillofacial Radiology department of Kütahya University Faculty of Dentistry between April 2022 and December 2022 were evaluated and 705 panoramic radiographs were included in the study. All digital panoramic radiographs were taken with the Carestream Dental CS 8100 (Carestream Health, Canada) device operating at 65-90 kVp and 6-10 mA. The images obtained were examined on the Acer Veriton VZ4880G (23.8-inch, 1920 X 1080 resolution) model screen.

2.1. Inclusion and Exclusion Criteria

Panoramic radiographs with excessive superposition preventing caries detection or poor image quality, panoramic radiographs of patients with systemic or craniofacial syndromic diseases, under 20 years of age and over 44 years of age, partially ITMs with mucosal retention and those missing SM adjacent to the ITMs were excluded from the study. All panoramic radiographs that could not be excluded with these criteria were included in the study.

The sample size was estimated assuming an alpha error of 5%, effect-size of 0.18 and study power of 95% by means of relation between distal caries presence and third tooth impaction from the previous study.²¹ Based on these results, the minimum total sample size was calculated as 611 (G*Power: Statistical Power Analyses for Windows; Dusseldorf, Germany).

2.2. Impacted Tooth Classification

With this study, it was explored the association between the positions of impacted mandibular and maxillary third molars and the presence of caries on the distal surface of the SMs. The classification systems of Pell & Gregory²² and Winter²³ were utilized to categorize maxillary and mandibular ITMs. Mandibular third molars were classified into vertical and horizontal positions based on the Pell & Gregory system, whereas maxillary third molars were classified exclusively by vertical position.

a. Vertical position according to Pell & Gregory classification (Figure 1):

Position A indicates that the imaginary line passing through the occlusal plane of the ITM aligns with or is superior to the occlusal plane of the adjacent SM.

Position B signifies that the imaginary line is situated between the occlusal plane of the ITM and the cemento-enamel junction of the adjacent SM.

Position C denotes that the imaginary line is at or inferior to the cemento-enamel junction of the adjacent SM.

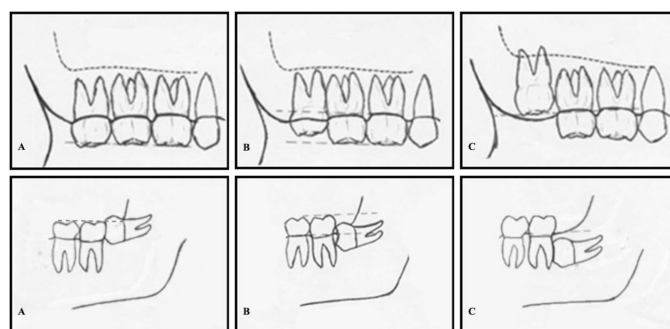


Figure 1. Vertical classification of maxillary and mandibular ITMs according to the Pell and Gregory classification. A: Position A, B: Position B, C: Position C.

b. Horizontal position according to Pell & Gregory classification (Figure 2):

Class 1: The distance from the ramus to the distal aspect of the SM is equal to or greater than the mesiodistal length of the third molar.

Class 2: The distance from the ramus to the distal aspect of the SM is less than the mesiodistal length of the third molar.

Class 3: These cases involve the third molar being entirely or mostly within the mandibular ramus.

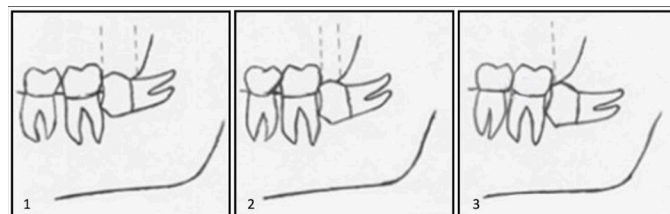


Figure 2. Classification of mandibular ITMs in horizontal directions according to the Pell and Gregory classification. 1: Class 1, 2: Class 2, 3: Class 3.

c. Winter classification

Impacted teeth are divided into six classes: vertical, mesioangular, horizontal, distoangular, buccolingual, and inversion, determined by the angle formed between the long axis of ITM and that of the adjacent SM (Figure 3).

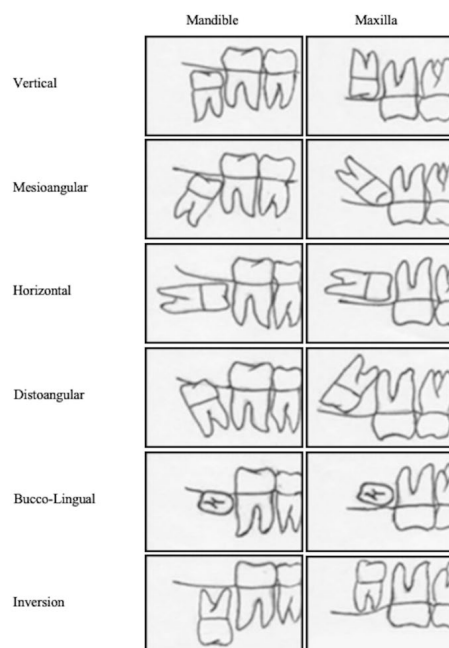


Figure 3. Classification of ITMs in the maxilla and mandible according to the Winter Classification

All ITMs were classified according to their position and angulation using the Winter and Pell & Gregory classifications. Only the classes of the mandibular ITMs were categorized according to the Pell & Gregory classification.

2.3. Detection of the Distal Caries on the Adjacent Second Molar

Only caries on the distal surfaces of maxillary and mandibular SM were evaluated. The caries assessments on the panoramic radiographs of all patients were completed using brightness, contrast and magnifying tools, provided by the radiography imaging program with a monitor (23.8-inch, 1920 X 1080 resolution) in a dark and silent environment. Detection of distal caries on SM and classification of the ITMs were performed by a research assistant in Oral and Maxillofacial Radiology with 3 years of experience.

2.4. Statistical Analysis

The study was conducted by examining the demographic data and radiographic data of the patients and recording them in the Microsoft Excel program. Evaluations were repeated 2 weeks later. Intraobserver agreement was examined with the Goodman - Kruskal tau coefficient. After all examinations were completed and recorded, the data were imported into the statistical program (SPSS version 26, for Mac, Chicago, IL). Frequency analysis was performed on all data examined. Statistical relationships between categorical data were examined with chi-square tests. Z test was applied for data with a statistically significant relationship. The significance level was 0.05 ($p < 0.05$) and the confidence level was 95%.

3. Results

The correlation between the two different evaluations was excellent (>0.90). The second observation was used for statistical analysis. 705 of the 3320 panoramic radiographs examined were included in the study. A total of 1493 ITMs were classified. 554 of the ITMs were in the maxilla and 939 in the mandible. 434 of the patients were women and 271 were men. ITMs were observed mostly in one quadrant in female patients and in two quadrants in male patients. The number of patients with ITMs in all four quadrants was lowest in both genders (Table 1).

Table 1. Gender, age group and number of quadrants with ITMs

		Number of quadrant				
		1	2	3	4	Total
Gender	Female	145	135	86	68	434 (61.56)
	Male	95	105	41	30	271 (38.44)
	Total	240	240	127	98	705 (100)
Age group	20-24	54	104	63	70	291 (41.28)
	25-29	70	57	31	18	176 (24.96)
	30-34	48	43	18	4	113 (16.03)
	35-39	58	29	13	5	105 (14.90)
	40-44	10	7	2	1	20 (2.83)
	Total	240	240	127	98	705

Patients between the ages of 20 and 44 (mean age 27.89) were divided into five equal age groups: Group 1 (20-24 years), Group 2 (25-29 years), Group 3 (30-34 years), Group 4 (35-39 years) and Group 5 (40-44 years old). The highest ITMs frequency was observed in Group 1, and the groups showing frequency values from high to low were found in Group 2, Group 3, Group 4 and Group 5, respectively. The age range with the highest rate of ITM in a single quadrant was 25-29 years of age; the rate of ITMs detected in two, three and four quadrants were highest in the 20-24 age range (Table 1).

Among all the ITMs seen in our study, the three most common angulation types were vertical, mesioangular and horizontal, respectively. The least common type was inversion. No distal caries was observed in any of the SMs adjacent to the ITMs with inversion type (Table 2). The relationship between the angulation and position of all ITMs and the distal surface caries of the SM was found statistically significant. It was observed that distal caries was found statistically significantly more frequently in the horizontal type of angulation than in all angulation types except inversion. In

comparison between horizontal and inversion type angulations was not statistically significant. Furthermore, it was observed that distal caries was found statistically significantly more frequently in the mesioangular type of angulation than in the distoangular and buccolingual types. When the position situations are examined, the most common distal caries was in position A, positions B and C respectively. And the relationship between positions was statistically significant (Table 3).

Table 2. Frequency of ITM according to Winter and Pell & Gregory classifications

		Mandible	Maxilla	Total
		(n (%))	(n (%))	(n (%))
Angulation	Vertical	391 (41.6)	333 (60.1)	724 (48.5)
	Horizontal	210 (22.4)	5 (0.9)	215 (14.4)
	Mesioangular	301 (32.1)	46 (8.3)	347 (23.2)
	Distoangular	7 (0.7)	139 (25.1)	146 (3.1)
	Bucco-lingual	18 (1.9)	28 (5.1)	46 (3.1)
	Inversion	12 (1.3)	3 (0.5)	15 (1.0)
Position	Position A	228 (24.3)	2 (0.4)	230 (15.4)
	Position B	536 (57.1)	85 (15.3)	621 (41.6)
	Position C	175 (18.6)	467 (84.3)	642 (43.0)
Class	1	127 (13.5)	-	-
	2	658 (70.1)		
	3	154 (16.4)		

Table 3. Relationship between the positions and angulations of maxillary and mandibular of ITMs and caries formation on the distal surface of the SM

		Caries			P value
		Absence	Presence	Total	
		(n (%))	(n (%))	(n (%))	
Angulation	Vertical ^{a,b}	662 (91.4)	62 (8.6)	724 (100)	0.000*
	Horizontal ^c	171 (79.5)	44 (20.5)	215 (100)	
	Mesioangular ^b	306 (88.2)	41 (11.8)	347 (100)	
	Distoangular ^a	140 (95.6)	6 (4.4)	146 (100)	
	Bucco-lingual ^a	45 (97.8)	1 (2.2)	46 (100)	
	Inversion ^{a,b,c}	15 (100)	0 (0)	15 (100)	
Position	Position A ^a	186 (80.9)	44 (19.1)	230 (100)	0.000*
	Position B ^b	541 (87.1)	80 (12.9)	621 (100)	
	Position C ^c	612 (95.3)	30 (4.7)	642 (100)	

Chi-Square and Z tests are used. * $p < 0.05$ was considered statistically significant. There is no statistically significant difference between groups with the same superscripts.

The relationship between different angulation groups of the mandibular ITM and distal surface caries of the SM was shown in Table 4. The relationship between the types of angulations and position in the mandible and the frequency of caries on the distal surface of the SM was found statistically significant. The most common type of angulation in the mandible was vertical. It was observed that distal caries was found statistically significantly more frequently in the horizontal type of angulation than in the vertical and mesioangular types. Additionally, distal caries was observed more frequently in positions A and B than in position C. There was no statistically significant relationship between Position A and Position B in terms of distal caries frequency. According to statistical results, there was not statistically significant relationship between the horizontal classification of the ITMs in the mandible and the caries on the distal surface of the SM.

The relationship between the position and angulation types of the maxillary ITMs and the caries on the distal surface of the SMs was not statistically significant (Table 5).

Table 4. Relationship between the angulations, positions and classes of mandibular ITMs and caries formation on the distal surface of the SM

		Caries			P value
		Absence (n (%))	Presence (n (%))	Total (n (%))	
Angulation	Vertical ^a	348 (89)	43 (11)	391 (100)	0.015*
	Horizontal ^b	166 (79)	44 (21)	210 (100)	
	Mesioangular ^a	261 (86.7)	40 (13.3)	301 (100)	
	Distoangular ^{a,b}	6 (85.7)	1 (14.3)	7 (100)	
	Bucco-lingual ^{a,b}	17 (94.4)	1 (5.6)	18 (100)	
	Inversion ^{a,b}	12 (100)	0 (0)	12 (100)	
Position	Position A ^a	185 (81.1)	43 (18.9)	228 (100)	0.01*
	Position B ^a	460 (85.8)	76 (14.2)	536 (100)	
	Position C ^b	165 (94.3)	10 (5.7)	175 (100)	
Class	1	108 (85)	19 (15)	127 (100)	0.064
	2	560 (85.1)	98 (14.9)	658 (100)	
	3	142 (92.2)	12 (7.8)	154 (100)	

Chi-Square and Z tests are used. * $p < 0.05$ was considered statistically significant. There is no statistically significant difference between groups with the same superscripts.

Table 5. Relationship between the positions and angulations of maxillary ITMs and caries formation on the distal surface of the SM

		Caries			P value
		Absence (n (%))	Presence (n (%))	Total (n (%))	
Angulation	Vertical	314 (94.3)	19 (5.7)	333 (100)	0.679
	Horizontal	5 (100)	0 (0)	5 (100)	
	Mesioangular	45 (97.8)	1 (2.2)	46 (100)	
	Distoangular	134 (96.4)	5 (3.6)	139 (100)	
	Bucco-lingual	28 (100)	0 (0)	28 (100)	
	Inversion	3 (100)	0 (0)	3 (100)	
Position	Position A	1 (50)	1 (50)	2 (100)	0.106
	Position B	81 (95.3)	4 (4.7)	85 (100)	
	Position C	447 (95.7)	20 (4.3)	467 (100)	

Chi-Square and Z tests are used. * $p < 0.05$ was considered statistically significant.

4. Discussion

Impacted teeth can often lead to adverse outcomes.¹¹ Some authors advocate for the extraction of third molars if they are likely to cause such pathologies, aiming to simplify surgical procedures and reduce morbidity.²⁴ It is believed that the findings of this study may aid in understanding the relationship between the location and impaction level of ITMs and the occurrence of decay in adjacent SMs. It is also thought that the result of this study may help to decide extraction or follow up of the impacted tooth.

Radiographs are regarded as the gold standard for the assessment of the location and position of ITMs. Two-dimensional radiographs are the most commonly used type of radiographs.²⁵ Panoramic radiography is a crucial radiographic technique that is considered a standard diagnostic tool for scheduling and planning tooth extraction. It provides a general view of the depth and angulation of the ITMs, which is useful for evaluating the various difficulties associated with the extraction of third molars.^{26, 27} In this study, panoramic radiography was used, as it is the most commonly used type of two-dimensional radiograph in our clinic.

In the literature, the prevalence of ITMs ranges from 22% to 57%.^{11, 28} In our study, the prevalence of ITM was found to be 21% among 3320 patients, which is close to this range reported in the literature. In our study, the prevalence of ITM was found to be highest in women, accounting for 61.56% of the cases. Variations in the prevalence of ITMs and the frequency of distal caries formation in SMs across studies can be attributed to several factors. These differences may arise from variations in jaw and tooth sizes influenced by factors such as race, individual eating habits, use of oral appliances, dental hygiene practices, and genetic factors. Furthermore, discrepancies in study outcomes may stem from differences in sample sizes, the application

of various statistical methods, and variances in diagnostic and exclusion criteria.²⁹

In the study conducted by Alsaegh et al.,² the relationship between the ITM pattern and distal caries in the SM was examined. The majority of the ITMs examined were in female patients (63.1%). In a similar study conducted by Yıldırım et al.,¹² the frequency of ITM was higher in females. In our study, 63.3% of the ITMs were in females. This situation can be explained by the fact that while jaw development in females is generally completed when the third molars begin to erupt, in males, the jaw bones continue to grow while the third molars erupt, resulting in the female jaw being smaller compared to males.

In the study conducted by Yıldırım et al.,¹² the prevalence of ITMs and their potential to induce distal caries in adjacent teeth were investigated using panoramic radiographs. The relationship between angulation of ITMs in the mandibular jaw and the distal caries presence on the SM was found to be statistically significant. Furthermore, it was also reported that the most common distal caries prevalence in impaction positioning was vertical angulation. Despite variations in prevalence across studies, the most prevalent angulation type remained consistent. In addition, in our study, women had more ITMs. Similar with their work, our study highlighted a statistically significant association between angulation and distal caries formation. The disparities in prevalence rates between studies could be attributed to regional differences and variations in patient histories that were not accounted for in the analyses.

In the study conducted by Alsaegh et al.,² the most prevalent angulation type was mesioangular, the position type was B, and the class type was 2. The prevalence of distal caries in the SM was found to be statistically significantly higher in mesioangular angulation and position B and class II. In the present study, ITMs were most frequently observed in the vertical angulation, position C, and class 2 groups. The next most prevalent angulation type was mesioangular. The prevalence of distal caries in the SM was found to be statistically significantly higher in the horizontal angulation and position A groups. Furthermore, no correlation was identified between the horizontal classification and distal surface caries in the SM in the present study. The notable correlation between horizontal angulation and distal caries observed in our study, in comparison to other study, may be attributed to the larger number of teeth examined. Furthermore, it is important to consider the ethnic origin and genetic differences of the patients.

In a study evaluating ITMs on panoramic radiographs in orthodontic patients,²⁹ mesioangular angulation was found to be the most common type and vertical angulation was found to be the second most common impaction angulation. In addition, findings in this study reported that the rate of ITM teeth in women and in the mandible was statistically higher. Additionally, caries was predominantly observed on the distal surface of the SM in cases of mesioangular and horizontal positions. In a study conducted by Falci et al.²¹ on mandibular ITMs, it was found that distal caries formation was more likely to occur in horizontal and mesioangular types. In these studies, no statistical relationship was reported between mesioangular and horizontal types of angulations. In our study, vertical angulation was shown to be the most common angulation type for ITMs in both the mandible and maxilla. In addition to that, distal caries on the SM seen most in horizontal angulation type. Our findings were generally consistent with these studies. Differences in the demographic characteristics or oral health profiles of the study populations could contribute to contrasting observations regarding ITMs and their associated dental pathologies.

In a study investigating the relationship between the positions of ITMs in the mandible and the occurrence of distal surface caries on adjacent SMs, researchers observed a higher frequency of ITMs among men.³⁰ Their findings indicated that mesioangular angulation was the most prevalent among ITMs, with a corresponding higher incidence of distal caries in SMs observed in the mesioangular position. Notably, this study exclusively utilized bite-wing radiographs and focused specifically on mucosa-retained ITMs in the mandible. The primary difference in our study's results likely stems from these methodological distinctions. The focus on mucosa-retained ITMs and the utilization of bite-wing radiographs could influence the observed prevalence rates and associations between tooth angulation and

and distal caries occurrence.

In a study investigating pathologies associated with mandibular ITMs affecting SMs, researchers identified position C as the most common impaction position, with mesioangular angulation being predominant.³¹ Furthermore, the study revealed a statistically significant incidence of caries on the distal surface of SMs in cases of mesioangular impaction. Another study by Hashemipour et al.¹¹ examined the locations of ITMs in both the maxilla and mandible, reporting a prevalence rate of 57%. Their findings indicated that mesioangular angulation was the most common type, followed by vertical angulation. Additionally, they observed a higher impaction rate of third molars among women and noted a predilection for mandibular impaction. These differences between studies may be attributed to genetic and racial factors, which can influence variations in dental anatomy and eruption patterns. The diverse genetic backgrounds and racial compositions of study populations can contribute to discrepancies in prevalence rates, impaction patterns, and associated dental pathologies across different studies.

Chen et al.³² examined the correlation between the angulation of the mandibular ITM and the prevalence of distal caries on the SMs through the use of CBCT. In their study, the prevalence of distal caries was found to be 31.6%. The relationship between being impacted in the mesioangular and caries on the distal surface of the SM was found to be statistically significant. In our study, the prevalence of distal caries in relation to the ITM in the mandible was 13.7%. Although this rate was consistent with similar studies in the literature (13.4-18%),^{2, 30, 31} it differed from that reported by Chen et al. Additionally, the angulation type most associated with distal caries on the SM in our study was horizontal. This discrepancy is believed to be attributable to the fact that Chen et al. limited their investigation to mesioangular ITMs. It is also important to consider that the choice of imaging method may influence the prevalence of detected caries.

Claudia et al.³³ sought to ascertain the relationship between the angulation of the mandibular third molar and the incidence of distal surface caries of the SM. The study revealed that third molars exhibiting mesioangular, horizontal, and vertical angulation were associated with distal caries of the SM. However, the statistical relationship between angulation types in terms of caries frequency differences was not addressed in their study. In the present study, the relationship between angulation type and distal caries frequency was investigated, as well as the statistical relationship between position and class with the distal caries frequency. Moreover, a statistical analysis was performed to ascertain which types exhibited a higher prevalence of distal caries within these groups. The lack of examination of the relationship between angulation types in their study may have been due to the limited data available.

In a CBCT study conducted by Tunç et al.,³⁴ no statistically significant relationship was identified between the angulation of the mandibular third molar and distal caries in the adjacent SM. Similarly, the prevalence of distal caries on the SM was found to be statistically higher in horizontal and mesioangular types than in other types in the study conducted by Polat et al.¹³ Our study yielded similar results to those observed in the studies conducted by Polat et al., namely that distal caries was more frequently detected on the distal surface of the SM adjacent to the mesioangular ITM, with the horizontal type being the most prevalent. The aforementioned studies were conducted on individuals of the same racial group, albeit with a limited population sample. It is believed that the discrepancies in the study outcomes may be attributed to various factors, including oral hygiene, dietary habits, and socioeconomic status of the patients under examination.

In the study conducted by Kang et al.,³⁵ the frequency of distal caries in Position A was found to be statistically significantly higher than in Position B and C. The statistical significance rate between Position A and the frequency of distal caries was approximately 2 times higher than in Position B and 3.5 times higher than in Position C. In our study, distal caries in the SM were most frequently observed in Position A, followed by Positions B and C, respectively. Dental plaque is the primary etiological factor in the formation of distal caries. Position A facilitates the accumulation of dental plaque by creating a retention zone in contact with the adjacent tooth. Furthermore, this retention zone is more likely to occur in Position A than in Positions B and C. It is therefore plausible that the higher frequency of distal caries in

may be attributed to this phenomenon.

In the study by Marques et al.,³⁶ in which the authors examined the mandibular ITM and distal caries in adjacent SM on panoramic radiographs, a statistically significant relationship was found. In the mesioangular type, a statistically significant higher prevalence of distal caries was observed in the adjacent SM in comparison to the other types. In our study, this relationship was observed predominantly in the horizontal type, followed by the mesioangular type. This phenomenon may be attributed to the fact that the angulation observed in the horizontal and mesioangular types creates a greater retention area compared to the other types. The investigation did not yield statistically significant findings regarding the relationship between the distance between the SM and the ramus and the incidence of distal caries in the SM. Furthermore, our study yielded no statistically significant correlation between the distance between the SM and the ramus and the incidence of distal caries in the SM.

One limitation of this study was the reliance solely on panoramic radiographs for assessing the presence of caries. The most accurate method for diagnosing caries involves a comprehensive evaluation that combines clinical examination with radiographic findings. This approach enables the detection of early carious lesions that may not be visible on radiographs alone. Additionally, the retrospective nature of the study posed another limitation. Since the study looked back at past data, it was not possible to ascertain any treatments or interventions that may have been performed on the ITMs of the patients. This lack of information about potential interventions could influence the interpretation of the study's findings and their implications. Overall, while the study provided valuable insights into the relationship between ITMs and caries formation in adjacent teeth, these limitations should be considered when interpreting the results and drawing conclusions. Future studies may benefit from employing a combination of clinical and radiographic assessments and incorporating prospective data collection to address these limitations.

5. Conclusion

In our research, we categorized ITMs in both the maxilla and mandible, examining their relationship with caries on the distal surface of the SM. We observed that vertical angulation was the most frequently encountered type, and position C being the most prevalent among the position types. Additionally, we explored the relationship between ITMs and caries formation on the distal surface of SM. Our analysis revealed that horizontal type in Winter classification, and position A in the Pell & Gregory classification, showed the highest correlation with caries occurrence on the distal surface of the SM.

In summary, our findings highlight the relationship between the angulation type and eruption status of ITMs with complications such as caries. Prophylactic removal of horizontally or mesioangularly positioned third molars, and those at the eruption level in position A, may be recommended to minimize the risk of caries development on adjacent SM.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın tasarlanması | Design of Study: HA (%50), SSK (%50)

Veri Toplanması | Data Acquisition: HA (%50), SSK (%50)

Veri Analizi | Data Analysis: HA (%50), SSK (%50)

Makalenin Yazımı | Writing up: HA (%50), SSK (%50)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: HA (%60), SSK (%40)

REFERENCES

- Yesiltepe S, Kılıcı G. Evaluation the relationship between the position and impaction level of the impacted maxillary third molar teeth and marginal bone loss, caries and resorption findings of the second molar teeth with CBCT scans. *Oral Radiol.* 2022;38(2):269-277. doi:10.1007/s11282-021-00554-2
- Alsaegh MA, Abushweme DA, Ahmed KO, et al. The pattern of mandibular third molar impaction and its relationship with the development of distal caries in adjacent second molars among Emiratis: a retrospective study. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):306. Published 2022 Jul 24. doi:10.1186/s12903-022-02338-4
- Al-Zoubi H, Alharbi AA, Ferguson DJ, et al. Frequency of impacted teeth and categorization of impacted canines: A retrospective radiographic study using orthopantomograms. *Eur J Dent.* 2017;11(1):117-121. doi: 10.4103/ejd.ejd_308_16
- Khawaja NA, Khalil H, Parveen K, et al. A Retrospective Radiographic Survey of Pathology Associated with Impacted Third Molars among Patients Seen in Oral & Maxillofacial Surgery Clinic of College of Dentistry, Riyadh. *J Int Oral Health.* 2015;7(4):13-17.
- Al-Dajani M, Abouonq AO, Almohammadi TA, et al. A Cohort Study of the Patterns of Third Molar Impaction in Panoramic Radiographs in Saudi Population. *Open Dent J.* 2017; 11:648-660. Published 2017 Dec 26. doi:10.2174/1874210601711010648
- Prajapati VK, Mitra R, Vinayak KM. Pattern of mandibular third molar impaction and its association to caries in mandibular second molar: A clinical variant. *Dent Res J (Isfahan).* 2017;14(2):137-142.
- Quek SL, Tay CK, Tay KH, et al. Pattern of third molar impaction in a Singapore Chinese population: a retrospective radiographic survey. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2003;32(5):548-552.
- Dodson TB, Susarla SM. Impacted wisdom teeth. *BMJ Clin Evid.* 2014; 2014:1302. Published 2014 Aug 29.
- Zaman MU, Almutairi NS, Abdulrahman AM, et al. Pattern of Mandibular Third Molar Impaction in Nonsyndromic 17760 Patients: A Retrospective Study among Saudi Population in Central Region, Saudi Arabia. *Biomed Res Int.* 2021; 2021:1880750. Published 2021 Aug 26. doi:10.1155/2021/1880750
- Chou YH, Ho PS, Ho KY, et al. Association between the eruption of the third molar and caries and periodontitis distal to the second molars in elderly patients. *Kaohsiung J Med Sci.* 2017;33(5):246-251. doi: 10.1016/j.kjms.2017.03.001
- Hashemipour MA, Tahmasbi-Arashlow M, Fahimi-Hanzaee F. Incidence of impacted mandibular and maxillary third molars: a radiographic study in a Southeast Iran population. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013;18(1):e140-e145. Published 2013 Jan 1. doi:10.4317/medoral.18028
- Yıldırım H, Büyükgöze-Dindar M. Investigation of the prevalence of impacted third molars and the effects of eruption level and angulation on caries development by panoramic radiographs. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2022;27(2):e106-e112. Published 2022 Mar 1. doi:10.4317/medoral.25013
- Polat HB, Ozan F, Kara I, et al. Prevalence of commonly found pathoses associated with mandibular impacted third molars based on panoramic radiographs in Turkish population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(6):e41-e47. doi: 10.1016/j.tripleo.2008.02.013
- Xavier CRG, Dias-Ribeiro E, Ferreira-Rocha J, et al. Avaliação das posições dos terceiros molares impactados de acordo com as classificações de Winter e Pell & Gregory em radiografias panorâmicas. *Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial.* 2010;10(2):83-90.
- Khoury C, Aoun G, Khoury C, et al. Evaluation of Third Molar Impaction Distribution and Patterns in a Sample of Lebanese Population. *J Maxillofac Oral Surg.* 2022;21(2):599-607. doi:10.1007/s12663-020-01415-x
- Santos KK, Lages FS, Maciel CAB, et al. Prevalence of Mandibular Third Molars According to the Pell & Gregory and Winter Classifications. *J Maxillofac Oral Surg.* 2022;21(2):627-633. doi:10.1007/s12663-020-01473-1
- Nakamori K, Tomihara K, Noguchi M. Clinical significance of computed tomography assessment for third molar surgery. *World J Radiol.* 2014;6(7):417-423. doi:10.4329/wjr.v6.i7.417
- Synan W, Stein K. Management of Impacted Third Molars. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020;32(4):519-559. doi: 10.1016/j.coms.2020.07.002
- Matzen LH, Schropp L, Spin-Neto R, et al. Radiographic signs of pathology determining removal of an impacted mandibular third molar assessed in a panoramic image or CBCT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017;46(1):20160330. doi:10.1259/dmfr.20160330
- Matzen LH, Wenzel A. Efficacy of CBCT for assessment of impacted mandibular third molars: a review - based on a hierarchical model of evidence. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140189. doi:10.1259/dmfr.20140189
- Falci SG, de Castro CR, Santos RC, et al. Association between the presence of a partially erupted mandibular third molar and the existence of caries in the distal of the second molars. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(10):1270-1274. doi: 10.1016/j.ijom.2012.03.003
- Pell GJ, Gregory BT. Impacted mandibular third molars: classification and modified techniques for removal. *Dent Digest.* 1933; 39:330-8.
- Winter GB. Impacted mandibular third molars. St Louis: American Medical Book Co. 1926:241-279.
- Tulloch JF, Antczak-Bouckoms AA, Ung N. Evaluation of the costs and relative effectiveness of alternative strategies for the removal of mandibular third molars. *Int J Technol Assess Health Care.* 1990;6(4):505-515. doi:10.1017/s0266462300004177
- Ateş Yıldırım E, Türker N, Göller Bulut D, et al. The relationship of the position of mandibular third molar impaction with the development of dental and periodontal lesions in adjacent second molars. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2024;125(1):101610. doi: 10.1016/j.jormas.2023.101610
- Ghaemini H, Meijer GJ, Soehardi A, et al. Position of the impacted third molar in relation to the mandibular canal. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography compared with panoramic radiography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38(9):964-971. doi: 10.1016/j.ijom.2009.06.007
- Jacques E, Ebogo M, Eng YC, et al. Radiographic Evaluation of Impacted Third Mandibular Molar According to the Classification of Winter, Pell and Gregory in a Sample of Cameroonian Population. *Ethiop J Health Sci.* 2023;33(5):851-858. doi:10.4314/ejhs.v33i5.15
- Salam S, Bary A, Sayed A. Prevalence of Impacted Teeth and Pattern of Third Molar Impaction among Kerala Population a Cross Sectional Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2023;15(Suppl 1): S354-S357. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_618_22
- Celikoglu M, Miloglu O, Kazanci F. Frequency of agenesis, impaction, angulation, and related pathologic changes of third molar teeth in orthodontic patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(5):990-995. doi: 10.1016/j.joms.2009.07.063
- Toedtling V, Forouzanfar T, Brand HS. Parameters associated with radiographic distal surface caries in the mandibular second molar adjacent to an impacted third molar. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):125. Published 2023 Feb 24. doi:10.1186/s12903-023-02766-w
- Prasanna Kumar D, Sharma M, Vijaya Lakshmi G, et al. Pathologies Associated with Second Mandibular Molar Due to Various Types of Impacted Third Molar: A Comparative Clinical Study. *J Maxillofac Oral Surg.* 2022;21(4):1126-1139. doi:10.1007/s12663-021-01517-0
- Chen Y, Zheng J, Li D, et al. Three-dimensional position of mandibular third molars and its association with distal caries in mandibular second molars: a cone beam computed tomographic study. *Clin Oral Investig.* 2020;24(9):3265-3273. doi:10.1007/s00784-020-03203-w
- Claudia A, Barbu HM, Adi L, et al. Relationship Between Third Mandibular Molar Angulation and Distal Cervical Caries in the Second Molar. *J Craniofac Surg.* 2018;29(8):2267-2271. doi:10.1097/SCS.00000000000004505
- Keskin Tunç S, Koc A. Evaluation of Risk Factors for External Root Resorption and Dental Caries of Second Molars Associated with Impacted Third Molars. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020;78(9):1467-1477. doi: 10.1016/j.joms.2020.04.041
- Kang F, Huang C, Sah MK, et al. Effect of Eruption Status of the Mandibular Third Molar on Distal Caries in the Adjacent Second Molar. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(4):684-692. doi: 10.1016/j.joms.2015.11.024
- Marques J, Montserrat-Bosch M, Figueiredo R, et al. Impacted lower third molars and distal caries in the mandibular second molar. Is prophylactic removal of lower third molars justified? *J Clin Exp Dent.* 2017;9(6): e794-e798. Published 2017 Jun 1. doi:10.4317/jced.53919

Effects of Surface Finishing Methods, Zirconia Brands, and Bleaching Techniques on Color Change and Translucency of Monolithic Zirconia Restorations: A Comparative Study

Yüzey İşlem Yöntemleri, Zirkonya Tipleri ve Beyazlatma Tekniklerinin Monolitik Zirkonya Restorasyonların Renk Değişimi ve Translansensi Üzerine Etkileri: Karşılaştırmalı Bir Çalışma

Emel ARSLAN^a, Kübra DEĞİRMENCI^a

^aBolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry, Bolu Türkiye

^aBolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Bolu Türkiye

ABSTRACT

Background: This study aimed to investigate the effects of different surface finishing methods (glaze and polishing), various zirconia brands (multilayer, ultra translucent, and super translucent), and different bleaching methods (office and home bleaching) on the color change, whiteness change, and translucency parameters of different monolithic zirconia.

Methods: The researchers prepared 180 samples using three types of monolithic zirconia blocks with different translucent properties. The samples were divided into groups based on surface treatments (glaze and polishing) and bleaching methods (office and home bleaching). Color measurements were taken before and after the surface treatments and bleaching procedures using a spectrophotometer. The color change ($\Delta E00$), whiteness change (ΔWI), and translucency parameters were calculated based on the measurements.

Results: The statistical analysis revealed that zirconia brands, surface finishing methods, and bleaching procedures significantly affected the color change, whiteness change, and translucency parameters of the monolithic zirconia samples. In terms of bleaching methods, the $\Delta E00$ and ΔWI values of office bleaching were significantly higher than home bleaching in the MLG group ($p < 0.05$). However, there was no significant difference between office and home bleaching in other zirconia groups ($p > 0.05$).

Conclusion: The results of the study indicate that zirconia brands, surface finishing methods, and bleaching procedures have an impact on the color change, whiteness change, and translucency parameters of monolithic zirconia restorations. The study suggests that careful consideration should be given to the selection of zirconia brands, surface treatments, and bleaching methods to achieve optimal aesthetic outcomes in prosthetic restorations.

Keywords: Zirconia brands; Finishing; Bleaching Agents; Color Change; Whiteness change

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı yüzey bitirme yöntemlerinin (glaze ve polisaj), çeşitli zirkonya çeşitlerinin (çok katmanlı, ultra translusent ve süper translusent) ve farklı beyazlatma yöntemlerinin (ofis ve ev tipi ağartma) farklı monolitik zirkonyaların renk değişimi, beyazlık değişimi ve translansensi parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntemler: Farklı translusent özelliklere sahip üç tip monolitik zirkonya blok kullanarak 180 örnek hazırlandı. Örnekler yüzey işlemlerine (glaze ve cilalama) ve beyazlatma yöntemlerine (ofis ve ev tipi ağartma) göre gruplara ayrılmıştır. Renk ölçümleri, yüzey işlemleri ve beyazlatma prosedürlerinden önce ve sonra spektrofotometre kullanılarak alınmıştır. Ölçümlere dayanarak renk değişimi ($\Delta E00$), beyazlık değişimi (ΔWI) ve translansensi parametreleri hesaplanmıştır.

Bulgular: İstatistiksel analiz, zirkonya çeşitlerinin, yüzey bitirme yöntemlerinin ve beyazlatma prosedürlerinin monolitik zirkonya örneklerinin renk değişimini, beyazlık değişimini ve yarı saydırlık parametrelerini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Beyazlatma yöntemleri açısından, MLG grubunda ofis ağartmasının $\Delta E00$ ve ΔWI değerleri ev tipi ağartmasına göre anlamlı derecede yüksektir ($p < 0.05$). Ancak, diğer zirkonya gruplarında ofis ve ev tipi beyazlatma arasında anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$).

Sonuç: Çalışmanın sonuçları, zirkonya çeşitlerinin, yüzey bitirme yöntemlerinin ve beyazlatma prosedürlerinin monolitik zirkonya restorasyonların renk değişimi, beyazlık değişimi ve translansensi parametreleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Çalışma, protetik restorasyonlarda optimum estetik sonuçlar elde etmek için zirkonya çeşitlerinin, yüzey işlemlerinin ve beyazlatma yöntemlerinin seçimine dikkat edilmesi gerektiğini önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Zirkonya çeşitleri; Bitirme İşlemleri; Beyazlatma Ajanları; Renk değişimi

1. INTRODUCTION

The development of prosthetic materials in dentistry aims to provide the patient with the best function, phonation, and aesthetics while ensuring their integrity with natural dental tissues. A natural appearance can be achieved with prosthetic restorations that are biocompatible with dental tissues, meet patients' aesthetic expectations, and are resistant to masticatory forces.¹ All-ceramic materials have become a popular alternative to metal-ceramic restorations to achieve a more natural appearance in fixed prosthetic restorations, which represent most dental prosthetic treatments.² Due to its durability, zirconia, in particular, can be used in various prosthetic restorations. Although zirconia has high mechanical properties due to its high opacity, restorations with improved aesthetic properties can be prepared by applying a veneer layer of translucent ceramics. Therefore, new techniques are being developed to produce monolithic zirconia restorations that do not require a veneer.

After reviewing the literature, it has been observed that monolithic zirconia, which is intended for aesthetics, has compatibility problems with adjacent teeth after prolonged glazing or polishing^{3,4}. In addition to the material type, the surface finish is also important for the

restoration's aesthetic appearance. Therefore, the surface of dental restorations is smoothed via glazing and polishing processes for optimal esthetics. In addition to the roughness of the shade of restorations, surface texture, ceramic type and brand, cubic content, thickness, surface treatment protocol, and exposure to food and beverages have also been observed to be affected.⁵⁻⁸ The final polishing process applied can affect the final color of the restoration.

Various bleaching products and techniques have been introduced to achieve color change. Bleaching techniques can be classified according to whether the bleaching is performed in the dental office, at home, or both. While 30-35% hydrogen peroxide (HP) or carbamide peroxide (CP) can be used for 15-60 minutes of in-office bleaching, 10-16% CP can be used at home for 1-4 weeks of bleaching.⁹ The deterioration of the structural and superficial properties of restorative materials due to the action of chemical agents may affect the clinical longevity of aesthetic restorations.² Türkün et al.¹⁰ concluded that bleaching does not have a significant impact on restorative materials. The effect of hydrogen peroxide-based bleaching agents on the physical properties of various restorative materials, including surface roughness, gloss, shade, and microhardness properties, has been evaluated¹¹. While studies have shown that bleaching agents have adverse effects on materials such as

Gönderilme Tarihi/Received: 24 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 23 Ekim, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Arslan E, Değirmenci K. Effects of Surface Finishing Methods, Zirconia Brands, and Bleaching Techniques on Color Change and Translucency of Monolithic Zirconia Restorations: A Comparative Study. Selcuk Dent J 2025;12(1): 71-79 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1489127

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Emel ARSLAN

E-mail: emel.arslan08@outlook.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1489127

glass ionomers, resin-modified glass ionomers, and polyacid-modified composites, there is limited information on the changes that may occur depending on the type and surface properties of monolithic zirconia.^{12,13}

Color stability is one of the most important factors in the aesthetic success of dental restorations. The (ΔE) formula is used to determine the color stability of restorations and numerically express the perceived color difference between two measurements.¹⁴ The CIELAB color space, ΔE_{00} total color difference, and TP 00 translucency formulas are widely used in dentistry.^{15,16} However, the material's whiteness is determined by a special whiteness index (WID) for dental studies, which focuses on CIELAB.¹⁷ The main differences between a material after it has been modified in the mouth and before it has been modified are measured and calculated using a spectrophotometer.

This study aims to investigate the effect of two different surface finishing methods (glaze, polish), different zirconia brands (multilayer, ultra translucent, and super translucent) and different bleaching methods (office and home bleaching) on the color change, whiteness change and translucency parameters (TP) of different monolithic zirconia. The null hypothesis (H0) tested is that the zirconia brand, surface treatment, and bleaching method have no effect on color change and TP.

MATERIAL AND METHODS

The materials used in the study, the manufacturers, and the contents of the materials are listed in Table 1.

Table 1. Materials and surface finishing methods used in the study.

Material	Code	Manufacturer	Composition
Multilayer	ML	Kuraray, Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan	$ZrO_2 + HfO_2 + Y_2O_3$ >99%, (Y_2O_3) 4%, (HfO_2) ≤5%, other oxides ≤1%
Supertranslucent	ST	Kuraray, Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan	$(ZrO_2 + HfO_2 + Y_2O_3)$ >99%, (Y_2O_3) 5.3%, (HfO_2) ≤5%, other oxides ≤1%
Ultraslucent	UT	Kuraray, Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan	$(ZrO_2 + HfO_2 + Y_2O_3)$ >99%, (Y_2O_3) 5.4%, (HfO_2) ≤5%, other oxides ≤1%
Surface Finishing Methods	Code	Manufacturer	Procedures
Glaze	G	IPS Ivocolor Glaze Paste	The samples were placed in the glaze in a thin layer once more.
Polishing	P	EVE Diacera (EVA Ernst, Vetter GmbH)	The polishing kit 3000 rpm pressure was applied for 20 seconds
Bleaching Methods	Code	Manufacturer	Procedures
Office	O	SDI, Bayswater, Victoria, Australia	The bleaching process was applied for a total of 24 minutes
Home	H	SDI, Bayswater, Victoria, Australia	The treated surfaces of the monolithic zirconia samples for 45 minutes a day every week

2.1. Preparation of Samples

Using three types of monolithic zirconia blocks with different translucency properties (Katana Zirconia Multi-Layered [ML], Katana Zirconia SuperTranslucent Multi-Layered [ST], Katana Zirconia Ultra SuperTranslucent Multi-Layered [UT; Kuraray, NoritakeDentalInc., Tokyo, Japan]) and a CAD/CAM system (Yenadent D43, Yenadent Ltd, Istanbul, Turkey), 180 specimens were prepared, 60 from each group, with a diameter of 15 mm and a thickness of 1 mm. The thickness of the specimens was checked using a digital caliper (TorQ 150 x 0.01 mm Digital Caliper, China).

2.2. Application of Surface Treatments to Samples

Two different surface treatments—glaze (G) and polish (P) — were applied to the prepared zirconia specimens. Each zirconia group was divided into two subgroups based on their surface treatments.

The monolithic zirconia samples (Katana ML, ST, UT) separated for glazing were placed in the oven (Vacumat 6000 MP, VitaZahnfabrik) for glazing by applying a thin layer of glaze (IPS, Ivocolor Glaze Paste, Ivoclar Vivadent) on only one surface according to the manufacturer's recommendation.

The other half of the monolithic zirconia groups were polished. Using

a three-stage zirconia polishing kit micromotor (Ti-Max X600L; NSK, Tochigiken, Japan), zirconia specimens (Katana ML, ST, UT) were polished according to the manufacturer's instructions using the EVE Diacera polishing kit (EVA Ernst, Vetter GmbH) at 3000 rpm for 20 seconds. After polishing, the samples were ultrasonically cleaned (Bandelin Sonorex, Bandelin Electronic GmbH&Co, Berlin, Germany) in distilled water for 1 minute and air dried.

2.3. Application of Bleaching Agents to Specimens

The prepared samples were randomly divided into two groups (n=15) to apply different bleaching agents.

2.3.1. Office Type Bleaching Agent Group

In this study group, the monolithic zirconia group specimens were bleached with 37.5 % HP Pola Office+ (SDI, Bayswater, Victoria, Australia). According to the manufacturer's recommendations, the bleach was applied to the treated surfaces at 8-minute intervals and washed with distilled water at each intermediate step to renew the bleach on the surface. The bleaching process was applied for 24 minutes. One week later, the same procedures were applied to the monolithic zirconia samples, as recommended by the manufacturer. During this one-week waiting period, all samples were stored in distilled water.

2.3.2. Home Bleaching Agent Group

A home-bleaching agent, 22 % CP Pola Night (SDI, Bayswater, Victoria, Australia), was used on monolithic zirconia samples in this group. In line with the manufacturer's recommendations, a bleaching agent was applied to the treated surfaces of the monolithic zirconia samples for 45 minutes every day for a week. Afterward, the surfaces were washed with distilled water and kept in distilled water for the duration of the waiting period for the treatment.

2.4. Color Parameters of Monolithic Zirconia Samples

After the monolithic zirconia samples were numbered respectively, color measurements were made with a spectrophotometer (VITA Easyshade V, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) in white, grey, and black special moldings with a 3 mm diameter hole in the middle of prepared 10x10x4 size and the L_0 , a_0 and b_0 values were recorded. Then, after applying surface treatments and bleaching agents, the L, a, and b values of monolithic zirconia samples were measured again in moldings with gray, black, and white backgrounds. Care was taken to ensure that the measurements were made by the same observer, at the same time of day, and in the same measuring room. Standard D65 was used as the illumination during the measurements. Each measurement was taken three times from the center of the sample, and the values were averaged. After each measurement, the spectrophotometer was calibrated.

2.5. Calculation of Color Change, Translucency, and Parameters of Monolithic Zirconia Samples

The ΔE_{00} values were calculated using the CIEDE2000 formula below, using the color values (L_0 , a_0 , and b_0) of the samples prepared after the surface treatments on the specially prepared gray background and the color values obtained from the measurements on the gray background after the application of the bleaching agents (L, a and b). ΔE_{00} formula (1):

$$\Delta E_{90}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C^*}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H}$$

$$\Delta L' = L_2^* - L_1^*$$

$$\bar{L} = \frac{L_1^* + L_2^*}{2} \quad \bar{C} = \frac{C_1^* + C_2^*}{2}$$

$$a_1' = a_1^* + \frac{a_1^*}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\bar{C}^*}{\bar{C}^* + 25^2}}\right) \quad a_2' = a_2^* + \frac{a_2^*}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\bar{C}^*}{\bar{C}^* + 25^2}}\right)$$

$$\bar{C}^* = \frac{C_1^* + C_2^*}{2} \text{ and } \Delta C^* = C_2^* - C_1^* \text{ where } C_1^* = \sqrt{a_1'^2 + b_1'^2} \quad C_2^* = \sqrt{a_2'^2 + b_2'^2}$$

$$h_1' = \text{atan2}(b_1', a_1') \bmod 360^\circ, \quad h_2' = \text{atan2}(b_2', a_2') \bmod 360^\circ$$

$$\Delta H' = \begin{cases} h_2' - h_1' & |h_1' - h_2'| \leq 180^\circ \\ h_2' - h_1' + 360^\circ & |h_1' - h_2'| > 180^\circ, h_2' \leq h_1' \\ h_2' - h_1' - 360^\circ & |h_1' - h_2'| > 180^\circ, h_2' > h_1' \end{cases}$$

$$\Delta H' = 2\sqrt{C_1^* C_2^*} \sin(\Delta H'/2), \quad \bar{H}' = \begin{cases} (h_1' + h_2' + 360^\circ)/2 & |h_1' - h_2'| > 180^\circ \\ (h_1' + h_2')/2 & |h_1' - h_2'| \leq 180^\circ \end{cases}$$

$$T = 1 - 0.17 \cos(\bar{H}' - 30^\circ) + 0.24 \cos(2\bar{H}') + 0.32 \cos(3\bar{H}' + 6^\circ) - 0.20 \cos(4\bar{H}' - 63^\circ)$$

$$S_L = 1 + \frac{0.015(L - 50)^2}{\sqrt{20 + (L - 50)^2}} \quad S_C = 1 + 0.045\bar{C}^* \quad S_H = 1 + 0.015\bar{C}'T$$

$$R_T = -2\sqrt{\frac{\bar{C}^*}{\bar{C}^* + 25^2}} \sin\left[60^\circ \cdot \exp\left(-\left[\frac{\bar{H}' - 275^\circ}{25^\circ}\right]^2\right)\right]$$

To evaluate the TP of the samples, the color values (L_b , a_b , and b_b) measured on a black background and the color values measured on a white background (L_w , a_w , and b_w) were calculated using the following formula. Similarly, the TP of the zirconia samples were calculated using the color values measured on a black background (L_b , a_b , and b_b) and the color values measured on a white background (L_w , a_w , and b_w) after applying bleaching agents. TP formula (II):

$$(II) \quad TP = [(LB-LW) \cdot 2 + (aB-aW) \cdot 2 + (bB-bW) \cdot 2]^{1/2}.$$

The WID was obtained using the L^* , a^* , b^* coordinate values in the CIE $L^*a^*b^*$ system. The dental whiteness index formula is shown below. Whiteness index formula (III):

$$(III) \quad WID = 0.511L^* - 0.324a^* - 1.100b^*$$

2.6. Scanning Electron Microscopy (SEM) Evaluations

Additional samples were prepared for each test group, and the gold-coated samples were analyzed with a scanning electron microscope (JSM-6610, Jeol) at $\times 20,000$ magnification at 20 kV. The images were analyzed for typical surface features to indicate the source or cause of the failure.¹⁸

2.7. X-Ray Diffractometer Analysis

The bioactivity of the X-ray diffractometer was tested using a 40 kV, 30 mA power supply. The X-ray diffraction device parameters were set as follows: a scanning range of 10° - 35° , a scanning speed of $2^\circ/\text{min}$, and a thin film incidence angle of 1° .

2.8. Power Analysis

Power and sample size were analyzed in G*Power v3.1.9.7 (www.psychologie.hhu.de) for "fixed effects, special main effects, and interactions". The required sample size per group to detect a medium effect size of $f=0.25$ with alpha 0.05, power 0.80, number of groups 12, numerator df 2, and number of samples 158 resulted in 13,16 samples per group. Therefore, it was decided to prepare 15 samples per zirconia group.

2.9. Statistical Analysis

Data were statistically analyzed using statistical software (IBM SPSS Statistics for Windows v14.0; IBM Corp). The Shapiro-Wilk test ($p < 0.05$) was used to test for normal data distribution. Box plots were also examined for outliers. Three-way measures ANOVA tests were used to evaluate the interaction of the three independent variables (zirconia brand, surface finishing procedure, and bleaching method) and the effects of each tested variable on the color change, whiteness change, and translucency parameters. Mean values were evaluated using Bonferroni-adjusted post hoc tests ($\alpha = 0.05$) when

significant differences were defined.

3. RESULTS

The three-way ANOVA tests (Table 2) revealed a difference in the mean value of ΔE_{00} that was significantly influenced by zirconia brands and surface finishing and bleaching procedures ($p < .001$). Likewise, the three-way ANOVA test (Table 2) revealed a difference in the mean value of ΔWI that was significantly affected by zirconia brands and surface finishing and bleaching procedures ($p = 0.006$). Moreover, the three-way ANOVA test (Table 3) revealed a difference in the mean value of TP that was significantly affected by zirconia brands and surface finishes and bleaching procedures ($p = 0.001$). Regarding the MLG group, it was observed that the ΔE_{00} and ΔWI values of office bleaching were significantly higher than those of home bleaching ($p < 0.05$). Furthermore, it was observed that there was no significant difference between office and home bleaching in terms of ΔE_{00} and ΔWI values in other zirconia groups ($p > 0.05$).

Table 2. Three-way ANOVA test for the influence of zirconia brand, surface finishing methods, and bleaching methods on ΔE_{00} and ΔWI .

Source	Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	ΔE_{00}	55.388 ^a	11	5.035	7.899	<.001
	ΔWI	415.984 ^b	11	37.817	8.619	<.001
Intercept	ΔE_{00}	657.843	1	657.843	1032.026	<.001
	ΔWI	3277.397	1	3277.397	746.945	<.001
Zirconia brand	ΔE_{00}	12.772	2	6.386	10.018	<.001
	ΔWI	76.916	2	38.458	8.765	<.001
Surface finishing methods	ΔE_{00}	.255	1	.255	.399	.528
	ΔWI	11.781	1	11.781	2.685	.103
Bleaching methods	ΔE_{00}	21.945	1	21.945	34.428	<.001
	ΔWI	186.966	1	186.966	42.611	<.001
Zirconia brand* surface finishing methods	ΔE_{00}	2.785	2	1.393	2.185	.116
	ΔWI	76.454	2	38.227	8.712	<.001
Zirconia brand* bleaching methods	ΔE_{00}	4.067	2	2.034	3.190	.044
	ΔWI	16.894	2	8.447	1.925	.149
Surface finishing methods* bleaching methods	ΔE_{00}	.807	1	.807	1.266	.262
	ΔWI	.447	1	.447	.102	.750
Zirconia brands* surface finishing methods* bleaching methods	ΔE_{00}	12.757	2	6.378	10.006	<.001
	ΔWI	46.526	2	23.263	5.302	.006
Error	ΔE_{00}	107.088	168	.637		
	ΔWI	737.140	168	4.388		
Total	ΔE_{00}	820.319	180			
	ΔWI	443.0521	180			
Corrected Total	ΔE_{00}	162.476	179			
	ΔWI	115.3124	179			

^aR Squared = .341 (Adjusted R Squared = .298)

^bR Squared = .361 (Adjusted R Squared = .319)

Table 3 compares the effect of different surface treatments (glaze and polish) applied to the same zirconia group in the same bleaching process in the vertical direction. When comparing all zirconia groups within themselves, it was observed that there was no significant difference between the ΔE_{00} values of the glazed and polished samples ($p > 0.05$). Furthermore, when comparing all zirconia groups within themselves, it was observed that the ΔWI values obtained in the glazed groups of the samples that underwent glaze and polish

processes were significantly higher than the ΔWI values obtained in the polished groups ($p < 0.05$).

Table 3. Three-way repeated ANOVA test for the influence of zirconia brand, surface finishing methods, and bleaching procedure on TP values.

Parameter	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig ^a
TP	Bleaching procedure	5.182	1.000	5.182	4.228
	Bleaching procedure * Zirconia	2.079	2.000	1.039	.848
	Bleaching procedure * Surface	3.064	.1000	3.064	2.500
	Bleaching procedure * Zirconia * Surface	18.251	2.000	9.126	7.446

^aTests of Within-Subjects Effects Huynh-Feldt significant values. It was determined that the sphericity assumption was not met, $p < .001$ and Greenhouse-Geisser adjustment was higher than 0.75, therefore, Huynh-Feldt values were considered.

The mean values and SD of the $\Delta E00$, ΔWI , and TP zirconia brands after the glazing and polishing procedure and the application of different bleaching procedures are presented in Tables 4, 5, and 6. Table 5 compares $\Delta E00$ and ΔWI values between the zirconia groups to which the same surface and bleaching treatments were applied.

Table 4. Mean and standard deviation $\Delta E00$ and ΔWI values of three different zirconia with two different bleaching procedures after two different surface finishing procedures.

Parameter	Zirconia Brand	Surface Finishing Procedure	Bleaching Procedure	
			OFFICE	HOME
$\Delta E00$	Multilayer	Glaze	3.17±0.90a,x	1.86±0.82b,x
		Polishing	2.26±1.08a,x	1.32±1.05a,x
	Supertranslucent	Glaze	1.95±1.04a,x	1.81±0.66a,x
		Polishing	1.88±0.83a,x	1.48±0.52a,x
	Ultratranslucent	Glaze	1.73±0.52a,x	1.19±0.28a,x
		Polishing	1.98±0.81a,x	1.25±0.56a,x
ΔWI	Multilayer	Glaze	-7.20±0.75a,x	-4.26±1.16b,x
		Polishing	-5.69±1.86a,y	-3.09±1.50a,y
	Supertranslucent	Glaze	-5.76±1.68a,x	-4.86±1.81a,x
		Polishing	-3.28±1.57a,y	-3.34±1.47 a,y
	Ultratranslucent	Glaze	-5.50±1.19a,x	-4.23±1.18 a,x
		Polishing	-3.36±1.30a,y	-2.38±1.33 a,y

a, b. Different letters indicate a significant difference in the same group in a horizontal direction ($p < 0.05$ statistically significant) (OFFICE- HOME DIFFERENCE)
x,y different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) within the same zirconia group according to different surface treatments for the same bleaching process in the vertical direction (Glaze- Polish DIFFERENCE).

Table 5. Mean and standard deviation $\Delta E00$ and ΔWI values of three different zirconia with two different bleaching procedures after two different surface finishing procedures.

Parameter	Surface Finishing Procedure	Bleaching Procedure	Zirconia Brand		
			Multilayer	Supertranslucent	Ultratranslucent
$\Delta E00$	Glaze	OFFICE	3.17±0.90a	1.95±1.04b	1.73±0.52b
		HOME	1.86±0.82a	1.81±0.66a	
	Polishing	OFFICE	2.26±1.08a	1.48±0.52 b	1.25±0.56 b
		HOME	1.32±1.05a	1.88±0.83a	
ΔWI	Glaze	OFFICE	-7.20±0.75a	-5.76±1.68b	-5.50±1.19 b
		HOME	-4.26±1.16a	-4.86±1.81a	
	Polishing	OFFICE	-5.69±1.86a	-3.28±1.57b	-3.36±1.30b
		HOME	-3.09±1.50a	-3.34±1.47a	

a, b, c different letters indicate significant differences between zirconias in the same surface treatment group and in the same bleaching process in the horizontal direction (0.05/3= 0.016, padj. sig. <0.016)

Table 6. Mean and standard deviation TP values of three different zirconia with two different surface finishing procedures before and after two bleaching procedures. Bonferroni adjustment test $p < 0.05$ statistically significant.

Zirconia Brand	Surface Finishing Procedure	Bleaching Procedure	Translucency Parameters		P value
			TP1	TP2	
Multilayer	Glaze	OFFICE	7.91±0.48 ^a	6.30±0.87 ^b	<.001
		HOME		7.99±0.97 ^a	.133
	Polishing	OFFICE	8.75±0.86 ^a	7.80±0.91 ^b	.008.
		HOME		7.73±0.97 ^a	.524
Supertranslucent	Glaze	OFFICE	8.19±1.35 ^a	7.62±1.98 ^a	.192
		HOME	6.19±1.01 ^a	6.21±1.67 ^a	.951
	Polishing	OFFICE	7.93±1.25 ^a	7.57±1.60 ^a	.418
		HOME	8.06±1.27 ^a	7.76±1.08 ^a	.240
Ultratranslucent	Glaze	OFFICE	7.67±1.05 ^a	7.08±1.49 ^b	.184
		HOME		6.40±0.77 ^a	.099
	Polishing	OFFICE	7.13±1.01 ^a	6.87±0.96 ^b	.972
		HOME		6.26±1.07 ^a	.488

Different letters a and b in the horizontal direction indicate a significant difference between the translucency values measured before and after the bleaching agent.

When in-office bleaching was performed, MLG showed a significantly higher $\Delta E00$ value than STG and UTG (padj. sig.<0.016), while no significant difference was observed between the $\Delta E00$ values of the STG and UTG groups (padj. sig.>0.016). Similarly, MLP showed a significantly higher $\Delta E00$ value than STP and UTP when in-office bleaching was performed (padj. sig.<0.016). At the same time, there was no significant difference between the $\Delta E00$ values of the STP and UTP groups (padj. sig.>0.016). Table 6 compares the initial translucency value (TP1) and the translucency value after the bleaching process (TP2) in zirconia that were subjected to the same surface treatment and bleaching treatment. According to the table, the TP1 value obtained before in-office bleaching in the MLG group was significantly higher than the TP2 value obtained after the procedure ($p < .001$). Similarly, the TP1 value obtained before in-office bleaching in the MLP group was significantly higher than the TP2 value obtained after the procedure ($p = .008$). In the other groups, although there was a decrease in the translucency values of the samples after bleaching, this difference was not statistically significant ($p > 0.05$).

The effects of home and office bleaching agents were compared side by side in SEM images (Figures 1, 2, 3, 4, 5, and 6). It was observed that office-type bleaches roughened the surface more than home-type bleaches. Figure 1 shows ML samples with glaze applied. The glazed samples showed a rougher surface compared to the polished samples in Figure 2. STG samples are shown in Figure 3. As with ML, the ST samples with polishing show a rougher surface compared to Figure 4. UT samples are shown in Figures 5-6. The UTG samples in Figure 5 show a rougher texture compared to the UTP samples in Figure 6.

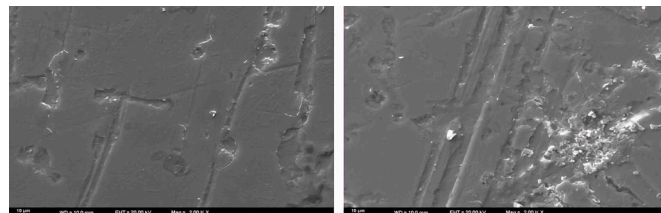


Figure 1. SEM images of MLG samples a. Home Bleaching b. Office Bleaching.

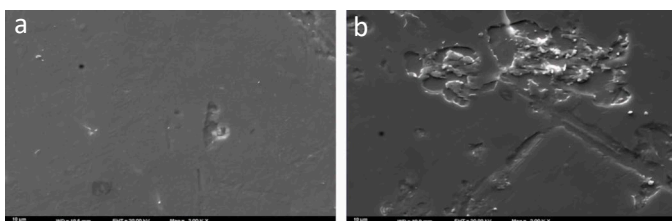


Figure 2. SEM images of MLP samples a. Home Bleaching b. Office Bleaching.

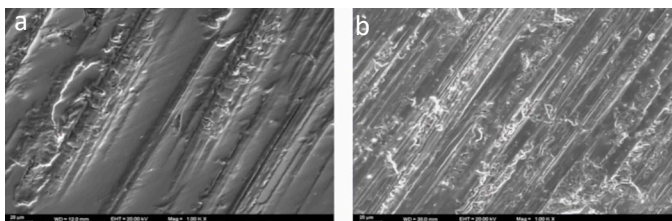


Figure 3. SEM images of STG samples a. Home Bleaching b. Office Bleaching.

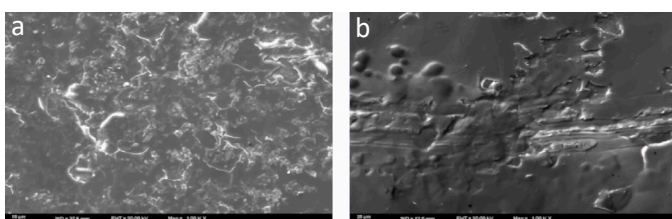


Figure 4. SEM images of STG samples a. Home Bleaching b. Office Bleaching.

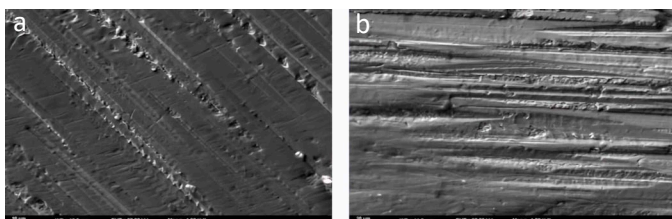


Figure 5. SEM images of UTP samples a. Home Bleaching b. Office Bleaching.

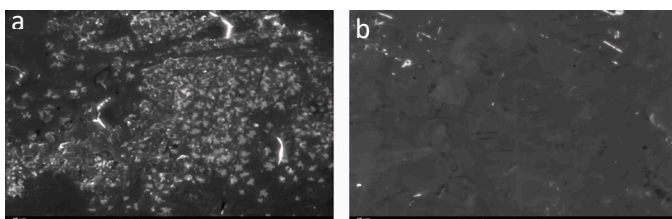


Figure 6. SEM images of UTG samples a. Home Bleaching b. Office Bleaching.

The elemental analysis of the materials was conducted according to the EDX results, and elements such as Al, Ba, Ca, Si, S, Zn, K, Na, K, and Na were observed on the surface of the glazed samples, except for the elements Zr, O, and C on the polished surfaces. In the graphs obtained, the Zr value is higher in ML samples compared to other monolithic zirconia samples (Figures 7, 8, 9).

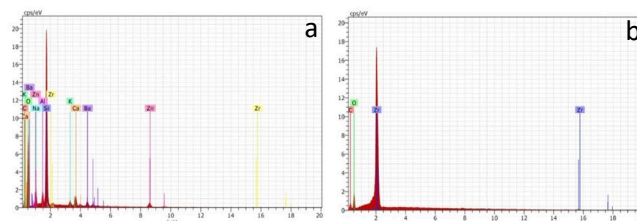


Figure 7. EDX images of a. MLG samples b. MLP samples.

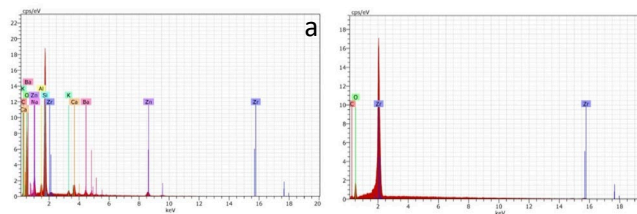


Figure 8. EDX images of a. STG samples b. STP samples.

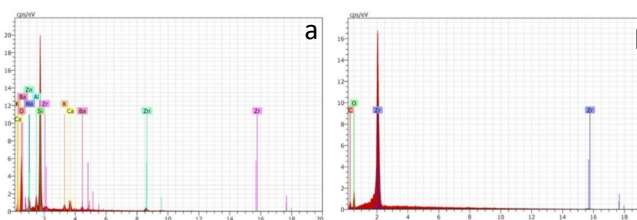


Figure 9. EDX images of a. UTG samples b. UTP samples.

4. DISCUSSIONS

When the data obtained from the study were evaluated, Hypothesis H01, which stated that the zirconia material and the bleaching agent used would not affect the material's color and translucency, was rejected. Hypothesis H02, which stated that the surface treatments applied after the bleaching agents would cause a difference color, was accepted in accordance with the data obtained.

The study examined CIEDE2000, translucency, and whiteness thresholds to measure color changes after bleach application. Paravina et al.¹⁹ found that the CIEDE2000 formula better reflects human color perception. They used the ΔE_{00} formula to determine the color change.^{15,20} The formula was postulated as $\Delta E_{00} = 0.8$, 50:50 AT is $\Delta E_{00} = 1.8$.²¹ The TP 00 formula was used to determine the translucency of the materials. For 50:50 TPT, TPT 00 = 0.62 units, and 50:50% TAT, TAT 00 = 2.62 units.¹⁶ At the same time, color and whiteness were evaluated using another specialized formula –the WID formula. According to the studies conducted by Perez et al.¹⁷, 50:50% WPT was accepted as WID = 0.72 units and WID = 2.60 units. The formulas showed that was a color change after bleaching the zirconia, there was a change after bleaching the zirconia. The most noticeable color change was observed in the MLG group in the specimens in which the office bleach was applied (3.17 ± 0.90). This shade change was higher than the acceptable shade change value. It was observed that there were more than $\Delta E_{00} = 1.8$ color changes in the samples with office bleaching in the MLP group (2.26 ± 1.08). In other zirconia samples (ST and UT), color change values below the acceptable value were obtained. This difference is related to the presence of translucent cubic ZrO_2 crystals among the materials.^{22,23} The result will give the dentist an idea of which monolithic zirconia to use for bleaching. ML bleaching showed more than a visible shade change. This clinical failure may lead to the replacement of the restoration.

Harada et al.²⁴ found that Katana HTML contained 5.6 % by weight of Y_2O_3 , Katana ST contained 8.15 % by weight of Y_2O_3 , and Katana UT contained 9.32 % by weight of Y_2O_3 and showed a cubic phase in proportion to the increase. In addition, ST and UT zirconia have a higher sintering temperature, which affects grain size and translucency.²⁵ Comparing the materials used in the study, ML (1500 °C, 2 hours) is sintered at a lower degree than ST and UT (1550°C, 2 hours). According to the study results, the difference in the structure

of ML zirconia may affected the color change, transparency, and whiteness index. The previous study, a difference in colour change was obtained between two materials (IPS E.max and IPS E.max Press) with the same content. This was attributed to the difference in the size and length of the crystals.²⁶ In another study, it was reported that sintering above 1600°C affected the grain size.²⁷ In the SEM images obtained, noticeably smoother areas were observed on the ML surfaces. SEM images do not correlate with color change. The difference between the surfaces can only be attributed to the difference in sintering temperature. SEM images obtained as a result of surface treatments are similar.

Translucency, a state between complete opacity and transparency, is an essential factor in the proper selection of ceramic materials that control natural aesthetics. As an intrinsic property of a material, translucency can be expressed as "absolute translucency", which measures the percentage of transmitted light, or as "relative translucency", using either the contrast ratio (CR) or the TP, which is calculated as the difference in luminance or color, respectively, when the material is evaluated on an ideal black and white background.²⁸ In their study, Alkurt et al.²⁹ applied home bleaching agents to monolithic zirconia specimens. While the highest translucency value was observed in UT samples, the lowest value was obtained in ML samples.

On the contrary, in this study, the highest translucency value was determined in ML samples, and the lowest value was determined in UT samples. This difference can be attributed to the difference in the HP ratios of the bleaching agents. Since the HP and CP percentages of the office and home bleaching agents used in our study are high, they may affect the surface of the material's glaze and provide higher translucency values. For home bleaching protocols, a 10% CP concentration is equivalent to 3.5% HP.³⁰ In a study examining the effects of prolonged exposure to bleaching agents on ceramic materials, it was found that such contact can lead to surface degradation similar to that observed in resin composites. The presence of free radicals, including H⁺ and H₂O⁺ generated by alkaline ions, infiltrates the material matrix, resulting in the dissolution of the ceramic glass network. This process contributes to the breakdown of SiO₂ and K₂O₂ components, as well as surface abrasion and the degradation of chromogens, ultimately leading to a decrease in surface light reflectivity.³¹ The data indicated a reduction in translucency across all samples. In another study, polishing and glazing processes were applied to zirconia samples.³² In the study in which colour changes were examined, the highest colour change was observed in the polished groups. The difference in this study may be due to the bleaching agent applied to the surface.

Murat et al.³³ aimed to investigate the effects of 16% carbamide peroxide (CP) on the relative translucency parameter and color stability of glazed and mechanically polished CAD-CAM glass ceramics. The study evaluated feldspathic ceramics (Vitablocs Mark II; Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), lithium disilicate (IPS e.max CAD), and zirconia-reinforced lithium silicate ceramics (Vita Suprinity). The results demonstrated that lithium disilicate ceramics (IPS e.max CAD) exhibited significantly lower translucency and ΔE_{00} values for both glazed and mechanically polished surfaces ($P < 0.05$). Additionally, glazed surfaces of zirconia-doped ceramics (Vita Suprinity) showed greater color stability compared to mechanically polished surfaces ($P < 0.05$). These findings and the present study suggest that the type of zirconia used significantly affects the ΔE_{00} values.

The bleaching procedure used in the current study was performed according to the manufacturer's recommended patient protocol. While seven days of bleaching is sufficient to achieve visible results with CP home bleaching products, other studies have used longer bleaching times.^{3,34,35} The effect of the bleaching agent may be related to the penetration depth in the restorative material's surface. Kawamoto et al.³⁶ reported that the number of free radicals in the peroxide solution was related to the concentration. They stated that office bleaching gels of different concentrations are not only concentration dependent^{37,38} and that the time and duration of application are as effective as concentration.³⁹ In the study, although the office type was applied with shorter duration and sessions than recommended by the company, there was no significant difference between them and the home type bleaching process. This situation is speculated to be related to the application times. However, all samples showed a difference in shade

change and whiteness. The highest ΔE_{00} value was obtained in MLG samples. This difference may be due to the degree of sintering of the material and the effect of bleaching agents on the glaze layer.

After the bleaching process, the material and the surface finishing process affect the color change. Smooth surfaces reflect the incident beam, while rough surfaces scatter the light.⁴⁰ Previous studies have found that surface treatments affect light transmission and reflection by changing surface roughness and structure.^{41,42,43} Surface treatments have been found to cause color changes by changing the L* value.⁴⁴ This study found no significant difference between surface treatments in color change and light transmittance values, but significant differences were found in the whiteness index. While the whiteness index was negative in all samples, these values were higher in the glazed samples. According to the EDX results, it was observed that the surface was contaminated in the processes where the glaze was applied, and elements other than those in the zirconia content were observed on the surface. The elements in the bleaching agent may have adhered to the glaze layer and caused discoloration.

Within the limitations, in vitro studies inherently cannot fully simulate clinical conditions. Saliva protects enamel from mineral loss and provides enamel remineralization.⁴ However, in this study, samples were stored in distilled water after bleaching rather than in artificial saliva. Within these limitations, this study may be instructive for dentists. Patients may not be satisfied with the color of restorations after cementation. This study evaluates the effect of a bleaching agent and gives clinicians insight into how it will affect restorations when the patient has their natural teeth. Although the bleaching agent is usually applied before the restoration, the patient may wish to have their natural teeth bleached after a period, in which case the application of the bleaching agent can indicate the bleaching of the zirconia samples. With the increasing demand for dental bleaching, more in vitro and in vivo studies are needed to determine how home and in-office bleaching agents affect newly fabricated materials.

5. CONCLUSIONS

Within the limitations of the study, the following conclusions can be drawn.

1. The color change in Katana MLG samples may be due to surface contaminants.
2. Two different bleaching techniques had different effects on some color parameters.
3. Glazing and polishing surface treatments have no significant effect on the color change and translucency values but affect the whiteness index value.
4. The bleaching agents and surface treatments used may not change the material's structure. However, surface modification may cause color changes.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: EA (%60) KD (%40)

Veri Toplanması | Data Acquisition: EA (%50) KD (%40)

Veri Analizi | Data Analysis: EA (%40) KD (%60)

Makalenin Yazımı | Writing up: EA (%50) KD (%50)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: EA (%60) KD (%40)

REFERENCES

- Mehulić M, Mehulić K, Kos P, Komar D, Katunarić M. Expression of contact allergy in undergoing prosthodontic therapy patients with oral diseases. *Minerva Stomatol.* 2005;54(5):303-309.
- Polydorou O, Mönting JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater.* 2007;23(2):153-158.
- Bulut ABT, Asar NV, Çiçek ES, Güngör MB. Ev Tipi Beyazlatma İşleminin Farklı Yüzey Bitirme İşlemleri Uygulanan Monolitik CAD-CAM Seramiklerinin Renk Değişimine Etkisi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* 13(2):337-46.
- Razeen HM, Shakal MA, El-dessouky RA. Evaluation of color changes produced by different bleaching techniques on stained two different ceramic materials. *Tanta Dent J.* 2023;20(4):275-80.
- Alnasser M, Finkelman M, Papathanasiou A, Suzuki M, Ghaffari R, Ali A. Effect of acidic pH on surface roughness of esthetic dental materials. *J Prosthet Dent.* 2019;122(6):567. e1-567. e8.
- Ban S. Chemical durability of high translucent dental zirconia. *Dent Mater J.* 2020;39(1):12-23.
- Saker S, Özcan M. Effect of surface finishing and polishing procedures on color properties and translucency of monolithic zirconia restorations at varying thickness. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(6):953-963.
- Yuan JC-C, Barão VAR, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C. Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2018;119(6):1000-1006.
- Demir N, Karci M, Ozcan M. Effects of 16% carbamide peroxide bleaching on the surface properties of glazed glassy matrix ceramics. *BioMed Res Int.* 2020;2020.
- Türkün Ş, Leblebicioğlu EA. İki yeni polisaj sistemin posterior rezin kompozitlerin renk stabilitesine etkisi. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi (Clinical Dentistry and Research).* 2003;27(2):52-60.
- Yu H, Zhang Cy, Wang Yn, Cheng H. Hydrogen peroxide bleaching induces changes in the physical properties of dental restorative materials: Effects of study protocols. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(2): E52-E60.
- Yu H, Zhang C-Y, Cheng S-L, Cheng H. Effects of bleaching agents on dental restorative materials: A review of the literature and recommendation to dental practitioners and researchers. *J Dent Sci.* 2015;10(4):345-351.
- Tavangar MS, Mousavipour E, Ansarifard E. The effect of bleaching on the optical and physical properties of externally stained monolithic zirconia. *Clin Exp Dent.* 2021;7(5):861-867.
- Berns RS. Billmeyer and Saltzman's principles of color technology: John Wiley & Sons; 2019.
- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27: S1-S9.
- Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Pérez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater.* 2018;34(8):1168-1174.
- del Mar Pérez M, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, et al. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater.* 2016;32(3):461-467.
- SCHERRER, Susanne S., et al. ADM guidance—Ceramics: Guidance to the use of fractography in failure analysis of brittle materials. *Dent Mater.* 2017, 33.6: 599-620.
- Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(2):103-112.
- Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater.* 2016;32(1):82-92.
- Kang C-M, Huang Y-W, Wu S-H, Mine Y, Lee I-T, Peng T-Y. Evaluation of shade correspondence between high-translucency pre-colored zirconia and shade tab by considering the influence of cement shade and substrate materials. *Heliyon.* 2023;9(12): p. E23046.
- Kwon SJ, Lawson NC, McLaren EE, Nejat AH, Burgess JO. Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium disilicate. *J Prosthet Dent.* 2018;120(1):132-137.
- Carrabba M, Keeling AJ, Aziz A, Vichi A, Fonzar RF, Wood D, et al. Translucent zirconia in the ceramic scenario for monolithic restorations: A flexural strength and translucency comparison test. *J Prosthet Dent.* 2017; 60:70-76.
- Zhang Y, Lawn BR. Novel zirconia materials in dentistry. *J Dent Res.* 2018;97(2):140-147.
- Inokoshi M, Zhang F, De Munck J, Minakuchi S, Naert I, Vleugels J, et al. Influence of sintering conditions on low-temperature degradation of dental zirconia. *Dent Mater.* 2014;30(6):669-678.
- Alrabeah G, Shabib S, Almomen R, Alhedeithi N, Alotaibi S, Habib SR. Effect of home bleaching on the optical properties and surface roughness of novel aesthetic dental ceramics. *Coatings.* 2023;13(2):330.
- Tuncel İ, Turp I, Üşümez A. Evaluation of translucency of monolithic zirconia and framework zirconia materials. *J Adv Prosthodont.* 2016;8(3):181-186.
- Spink LS, Rungruanganut P, Megremis S, Kelly JR. Comparison of an absolute and surrogate measure of relative translucency in dental ceramics. *Dent Mater.* 2013 Jun 1;29(6):702-707.
- Alkurt M, Duymus ZY, Yildiz Ş. How home bleaching agents affect the color and translucency of CAD/CAM monolithic zirconia materials. *Dent Mater J.* 2022;41(4):511-519.
- Zhao X, Pan J, Malmstrom H, Ren Y. Treatment Durations and Whitening Outcomes of Different Tooth Whitening Systems. *Medicina.* 2023;59(6):1130.
- Yılmaz K, Özdemir E, Gönüldaş F. Effect of immune-boosting beverage, energy beverage, hydrogen peroxide superior, polishing methods and fine-grained dental prophylaxis paste on color of CAD-CAM restorative materials. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):1-12.
- Arslan E, Degirmenci K. Translucency and Color Difference of Monolithic Zirconia Restorations: The Effect of Surface Finishing on Background Color. *J Adv Oral Res.* 2024;15(1):91-9.
- Murat S, Batak B, Yılmaz D, Öztürk C. Effects of 16% carbamide peroxide on optical properties of thermally aged monolithic CAD-CAM glass ceramics with different surface treatments. *Oper Dent.* 2023;48(2):176-85.
- Basting RT, Amaral F, França F, Flório F. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent.* 2012;37(5):464-473.
- D'Arce MBF, Lima DANL, Aguiar FHB, Bertoldo EdS, Bovi Ambrosano GM, Lovadino JR. Effectiveness of dental bleaching in depth after using different bleaching agents. *J Clin Exp Dent.* 2013;5.2:e100.
- Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod.* 2004;30(1):45-50.
- Mena-Serrano AP, Garcia E, Luque-Martinez I, Grande RHM, Loguercio AD, Reis A. A single-blind randomized trial about the effect of hydrogen peroxide concentration on light-activated bleaching. *Oper Dent.* 2016;41(5):455-464.
- Rezende M, Ferri L, Kossatz S, Loguercio A, Reis A. Combined bleaching technique using low and high hydrogen peroxide in-office bleaching gel. *Oper Dent.* 2016;41(4):388-396.
- Kielbassa AM, Beheim-Schwarzbach NJ, Neumann K, Zantner C. In vitro comparison of visual and computer-aided pre-and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *J Prosthet Dent.* 2009;101(2):92-100.
- Obregon A, Goodkind RJ, Schwabacher WB. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restorations. *J Prosthet Dent.* 1981;46(3):330-340.
- Caglar I, Ates SM, Duymus ZY. The effect of various polishing systems on surface roughness and phase transformation of monolithic zirconia. *J Adv Prosthodont.* 2018;10(2):132-137.
- Maciel LC, Silva CFB, de Jesus RH, Kano SC, Xible AA. Influence of polishing systems on roughness and color change of two dental ceramics. *J Adv Prosthodont.* 2019;11(4):215-222.
- Poole SF, Fiorin L, Houch AO, Faria ACL, Ribeiro RF, Rodrigues RCS. Effect of toothbrushing with conventional and whitening dentifrices on monolithic zirconia after finishing procedures. *Am J Dent.* 2024;37(2):101-5.
- Li S, Wang Y, Tao Y, Liu Y. Effects of surface treatments and abutment shades on the final color of high-translucency self-glazed zirconia crowns. *J Prosthet Dent.* 2021;126(6):795. e1-795.e8.

45. Grazioli G, Valente LL, Isolan CP, Pinheiro HA, Duarte CG, Münchow EA. Bleaching and enamel surface interactions resulting from the use of highly-concentrated bleaching gels. Arch Oral Biol. 2018; 87:157-162.

Remineralization Potential of Ginger-Honey on Initial Enamel Lesions of Different Depth

Zencefil-Balın Farklı Derinlikteki Başlangıç Mine Lezyonlarında Remineralizasyon Potansiyeli

Esma TÜRKMEN^a, Dilek TAĞTEKİN^a, Zeynep Ceren ÇELİK^b, Funda YANIKOĞLU^c

^aMarmara University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Bursa, Türkiye

^aMarmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Bursa, Türkiye

^bBursa Uludağ University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Bursa, Türkiye

^bBursa Uludağ Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Bursa, Türkiye

^cIstanbul Kent University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Bursa, Türkiye

^cIstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Bursa, Türkiye

ABSTRACT

Background: The study aims to explore the remineralization efficacy of toothpaste with the active ingredients of ginger and honey on in-vitro produced early dental caries lesions by using ultrasound, FluoreCam, surface microhardness and light and scanning electron microscope methods.

Methods: Total of 105 enamel samples were divided into three main groups which were exposed to a demineralizing solution for 18 (D1), 36 (D2), and 72 (D3) hours to take initial measurements by ultrasound, FluoreCam, and surface microhardness, SEM. All main groups were divided into three subgroups each then, topically applied a toothpaste with NaF content (R1N) and a dental toothpaste with ginger-honey content (R1G) (Gumgumix) by a toothbrush 3x1/day for five minutes and stored in remineralizing solution, measured at the end.

Results: Toothpaste with ginger-honey content produced significant remineralization results ($p=0.033$) on the 52-micron initial enamel lesions (D1) by microhardness. Similarly, the FluoreCam size ($p=0.001$), microscope ($p<0.001$) and microhardness ($p=0.001$) results of the 80-micron lesion distinctly showed remineralization. In the 140-micron lesions (D3), the FluoreCam, microscope, and microhardness marked some changes on demineralization while the ultrasound detected the changes on both the demineralization and remineralization ($p=0.035$, $p=0.025$). When the remineralization and demineralization variations were compared, the ultrasound method, along with the microhardness, control, method, appeared to be the only method that differed in all groups in general. In addition, the dental toothpaste with ginger-honey content produced the highest remineralization values.

Conclusion: As a result, the application of the dental toothpaste with ginger-honey content produced enhanced remineralization effect in all demineralized groups.

Keywords: Initial enamel Lesion, Ginger, Honey, Remineralization, Ultrasound, Fluoresence.

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, deneysel olarak oluşturulmuş başlangıç çürüklerinde etken maddesi zencefil ve bal olan diş macununun remineralizasyon etkinliğinin ultrason, FluoreCam yüzey mikrosertlik ölçüm metodlarıyla tespit edilmesini amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntem: Toplam 105 adet mine örneği 3 ana gruba ayrılarak 18 (D1), 36 (D2) ve 72 saat demineralizasyon çözümü içerisinde bekletilerek başlangıç ölçümleri ultrason, Fluorecam ve yüzey mikrosertlik, SEM ölçümleri alınmış, tüm derinlik grupları 3'er gruba ayrılarak NaF içeren diş macunu (R1N) zencefil-bal içeren diş macunu (R1Z) (Gumgumix) günde 3 defa 5 dk boyunca diş fırçası yardımı ile topikal uygulanmış ve remineralizasyon çözümünde bekletilerek ölçümleri alınmıştır.

Bulgular: Çalışmamızda da 53 mikronluk başlangıç mine lezyonlarında (D1) zencefil-bal içeren diş macunu anlamlı remineralizasyon değerleri vermiştir ($p=0,033$). Aynı şekilde 80 mikronluk lezyonun (D2) FluoreCam size ($p=0,001$), mikroskop ($p<0,001$) ve mikrosertlik ($p=0,001$) sonuçlarında da remineralizasyon bariz olarak gözlenmiştir. 140 mikronluk lezyonlarda (D3) FluoreCam, mikroskop, ve mikrosertlik tarafından değişim fark edilirken, ultrason da gerek demineralizasyon gerekse remineralizasyon değişimlerini fark etmiştir ($p=0,035$, $p=0,025$). Remineralizasyon ve demineralizasyon farkları kıyaslandığında, genel olarak tüm gruplarda ultrason metodu, mikrosertlik kontrol metodu ile uyumlu olarak fark gösteren tek metod olmuştur. Ayrıca genel değerlendirmede zencefil-bal içeren diş macunu en yüksek remineralizasyon değerlerini vermiştir.

Sonuç: Zencefil-bal içeren diş macunu uygulanması, tüm demineralizasyon derinliği gruplarında üstün remineralizasyon etkisi göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Başlangıç mine lezyonu, Zencefil, Bal, Remineralizasyon, Ultrason, Floresans.

INTRODUCTION

Although largely preventable, dental caries remains the most prevalent chronic disease observed throughout all stages of human life.¹ It involves a balance between demineralization and remineralization with dental plaque and its secreted acids, which result in a long-term critical pH drop and cavity formation.² Today, the “minimally invasive treatment approach” principle is adopted in the treatment of dental caries.³ According to the minimally invasive approach principle, if dental caries is diagnosed at the initial stage, it is recommended to treat them by approaches such as regulating the diet, better controlling the formation of plaque, and using appropriate fluoride components, remineralization agents.^{4,5}

Remineralization agents are used to stabilize tooth structure early in the caries stages before invasive treatment is performed. This concept is popularized with new approaches to make oral care products with natural ingredients as more patients are looking for alternatives that are “natural” or “herbal” products. Promising natural agents such as honey and ginger extracts have recently been developed and applied in

toothpaste ingredients for their immunomodulatory, antimicrobial, anti-inflammatory, and anticancer properties, particularly for oral health. However, there is still limited in vitro study on its remineralization capability in early caries lesions (ECL) under an erosive condition.⁶

Today, the interest in natural products is ever increasing due to the side-effects of synthetic materials and their negative impact on nature.^{7,8} Many herbal products such as clove oil, turmeric, eucalyptus oil, ginger, garlic, cocoa, and rosemary have been studied and demonstrated to have varying degrees of antibacterial effectiveness as reported in a comprehensive literature search and analyses.⁹

The accurate measurement of newly developed and routinely used remineralization agents, as well as the level of demineralization itself, is crucial for the proper interpretation of the results. Considering that visual inspection¹⁰ and radiographic methods¹¹ exhibit low sensitivity and high specificity, the present study focused on non-invasive and non-subjective diagnostic methodologies.

Gönderilme Tarihi/Received: 14 Haziran, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 5 Eylül, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Türkmen E, Tağtekin D, Çelik ZC, Yanıkoğlu F. Remineralization Potential of Ginger-Honey on Initial Enamel Lesions of Different Depth. Selcuk Dent J 2025;12(1): 80-87 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1499934](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1499934)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Zeynep Ceren ÇELİK

E-mail: zeynepceren@uludag.edu.tr

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1499934](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1499934)

The present study aimed to investigate the remineralization potential of a ginger-honey containing toothpaste on initial caries lesions at different depths using ultrasound, FluoreCam, surface microhardness and light and scanning electron microscope methods.

MATERIAL AND METHOD

The ethical approval was obtained from the Ethics Board of Faculty of Dentistry of Bursa Uludağ University for the study (Decision No: 2015-11).

Selection and Preparation of Tooth Samples

Study flowchart is in the **Figure 1**.

Enamel samples were prepared from the middle 1/3 mesiobuccal surfaces of the freshly extracted impacted third molars teeth by using of a diamond disc under the water cooling (Mecatome T180, PRESI, France). The enamel samples obtained were put into silicone molds (Siladent, Silaform 90 extrahart, Dr. Böhme & Schöps GmbH, Germany). The sample surfaces were sanded using silicone carbide discs no. 600 for five minutes and polished using a polishing gel for 10 minutes (Mecatech 234, PRESI, France). Afterward, the samples were rinsed with distilled water and stored in a container of distilled water at +4°C in the refrigerator for 24 hours until measurements.

A waterproof tape measuring 2x2 mm was placed at the center of the enamel surface of each sample. To protect the areas outside the taped region from the pH cycle model, these parts were coated with an acid-resistant polish (Nailcare, Flormar, Turkey).

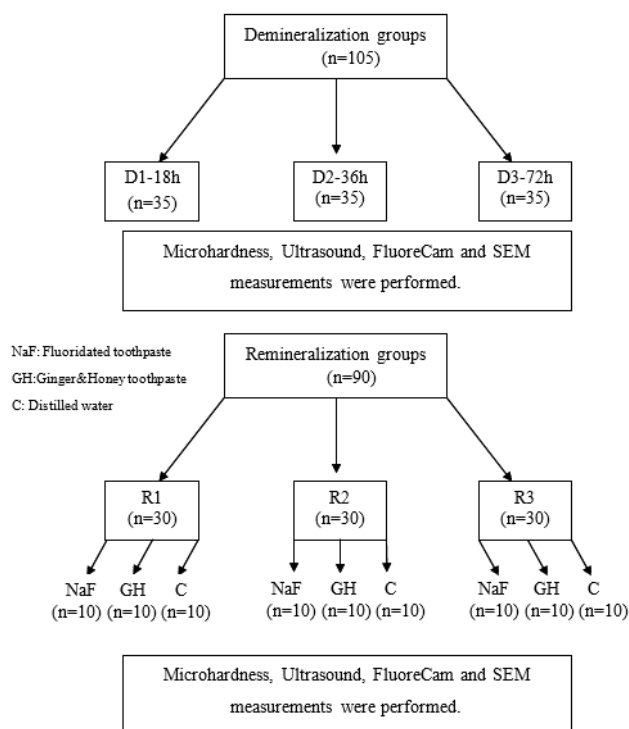


Figure 1. The study flowchart

Measurements

Microhardness

The enamel samples within the silicone molds were extracted from the distilled water container and subsequently dried using a thin paper towel. The sample was then placed in the device with the enamel surface facing upwards to measure the microhardness values by applying a 200-g load force for 15 seconds with the Vickers measuring tip (Leco LM247AT, Leco Comp., MI, U.S.). Each sample was measured three times to determine the mean hardness values.

Ultrasound

The enamel samples in the silicone molds were removed from the distilled water container and dried with a thin paper towel. The ultrasound gel was applied on surfaces and the probe (Novascope 4500, Harisonic, Staveley NDT, Kennewick, Wash, U.S.) was held on with 90° to the tooth surface and appropriately rolled over the surface till to obtain the waves in right way.

Fluorescence (FluoreCam)

Samples placed in acrylic molds and soaked in distilled water were dried with paper towels after demineralization. Images of the demineralized surfaces were captured using the intraoral camera of the FluoreCam system (Daraza Corporate Headquarters, Indiana, USA). The analyses were stored in the FluoreCam Software program. Both qualitative and quantitative analyses were performed on the demineralized areas outlined by the red lines. The measurements were recorded as size, intensity, and impact values.

Scanning Electron Microscope (SEM)

5 samples from each of the three demineralization groups were selected for histological examination. Enamel samples stained with a solution containing 0.5% basic fuchsin in propylene glycol were brushed for 10 seconds using a brush and then rinsed with tap water. Subsequently, the samples were divided into two parts at the center of the lesion using a microtome device (ISOMET 1000 Buhler, USA) underwater. The SEM (ZEISS EVO LS 10, Germany) images of the sagittal section of the enamel samples were photographed for each group at X500, X1000, and X2500 magnification. The boundaries of the staining obtained by each section were examined under a stereomicroscope (Leica MZ7.5, Germany) at 64x magnification. The depths were measured three times and the average values were recorded by ET.

Demineralization procedures

A random selection was made among the prepared 105 enamel samples to form three groups (n=35). For the demineralization of the samples, the demineralizing solution (pH 4.7) developed by Amaechi et al. (1998)¹² was used:

2.0 mmol/Lt $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

2.0 mmol/Lt $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

0.04 µg f/ml NaF in 75 mmol/Lt acetate buffer

The samples were then placed into 500ml- and 250-ml beakers with the enamel surfaces facing upwards, and all beakers were placed into the shaking incubator (ZWYR-240, LABWIT, Australia).by groups.

They were shaken at 37 °C and 60 rpm, with the solution being replaced daily to form the initial enamel lesions. Group D1, group D2, and group D3 were removed from the demineralizing solution after 18 hours, 36 hours, and 72 hours, respectively, and rinsed with distilled water. The samples were stored in containers containing distilled water in the refrigerator at +4 °C for post-demineralization measurements.

Remineralization procedures

The samples were then subjected to the pH cycle process based on their respective groups in 500, 250, and 100-ml beakers (Amechi, 1998).

remineralizing solution (pH 7.0):

1.5 mmol/Lt $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

0.9 mmol/Lt $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

150 mmol/Lt KCl

0.05 µg F/ml NaF in 0.1 mol/Lt cacodylate buffer

demineralizing solution (pH 4.7):

2.0 mmol/Lt $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

2.0 mmol/Lt $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

0.04 µg F/ml NaF in 5 mmol/Lt acetate buffer

The samples placed in the beakers for remineralization were shaken at room temperature (20-22°C) and 70 rpm and stored in the shaking incubator (ZWYR-240, LABWIT, Australia). The NaF toothpaste (Glycerin, PEG-8, Hydrated Silica, Pentasodium Triphosphate, Aroma, SLS, Sodium Fluoride (1450 ppm)) (İpana Kalsident, Procter & Gamble, Germany) was applied with a toothbrush three times a day for five minutes. Herbal toothpaste (Gumgumix, Beka İlaç, İstanbul, Turkey) with ginger-honey content (15% ginger, 7.5% honey, dicalcium phosphate, calcium carbonate, glycerin, water, calcium carboxymethyl cellulose, aroma, sorbitol, menthol, Cocamidopropyl betaine, xanthan gum, saccharin, potassium sorbate) was again applied three times a day for five minutes (Figure 2), in each case on the sample surfaces which were afterward rinsed with tap water and suspended in the remineralizing solution. The control group samples were stored in artificial saliva set as the remineralizing solution for the same periods. Each group was kept in the remineralizing solution for 18 hours and demineralizing solution for 6 hours for seven days which was intended to emulate daily eating habits.



Figure 2. The dental toothpaste with ginger-honey content (Gumgumix, Beka Pharmaceuticals, İstanbul, Turkey)

Statistical analysis

In this study, descriptive characteristics were analyzed using *n* and % values for categorical data, and mean $\pm$ standard deviation values for continuous data. One-way ANOVA was employed for the comparison of continuous variables. An alpha error level of 5% was considered the threshold for statistical significance. All analyses were conducted using the SPSS 20 software.

RESULTS

Post-demineralization outcomes

Fluorecam

Upon examining the images taken from the samples after demineralization, it is observed that the demineralized area, surrounded by red, increases proportionally with the demineralization duration. The size of the demineralized area is expressed as FluoreCam Size, with the following average values obtained: 1.11 ± 0.85 for D1 (18 hours of demineralization), 2.36 ± 1.76 for D2 (36 hours of demineralization), and 8.91 ± 3.69 for D3 (72 hours of demineralization) (Figure 3A). These values are statistically significant ($p < 0.001$), indicating that the results are consistent with the duration of demineralization.

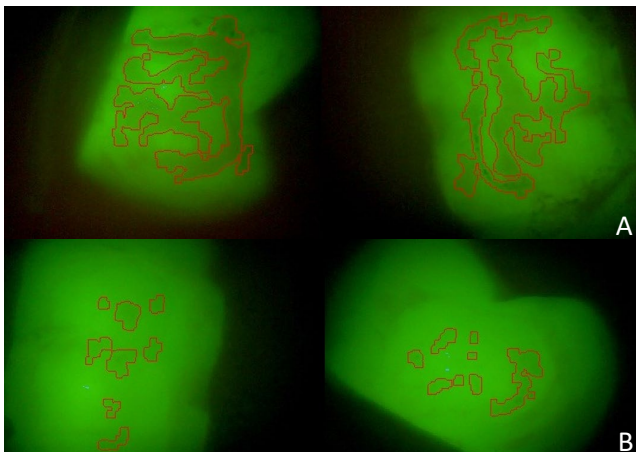


Figure 3. Post-demineralization (A) and post-remineralization (B) FluoreCam measurements in the third demineralization depth group (D3)

Light microscope

In light microscopy measurements after demineralization, a significant difference was observed between the groups, which was proportional to the demineralization duration. The average lesion depths were found to be $53.18 \pm 7.36 \mu\text{m}$ for D1 (18 hours of demineralization), $80.72 \pm 10.52 \mu\text{m}$ for D2 (36 hours of demineralization), and $139.49 \pm 5.72 \mu\text{m}$ for D3 (72 hours of demineralization). These results indicate that lesions of varying depths were successfully obtained as intended (Figure 4-6).

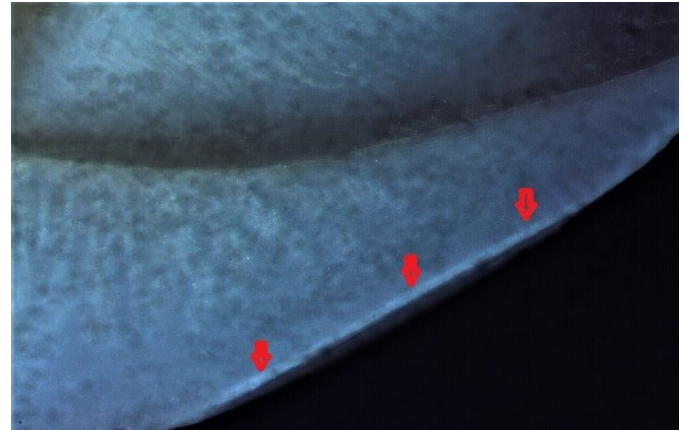


Figure 4. Post-demineralization image of D1 group



Figure 5. Figure 4. Post-demineralization of D2 group

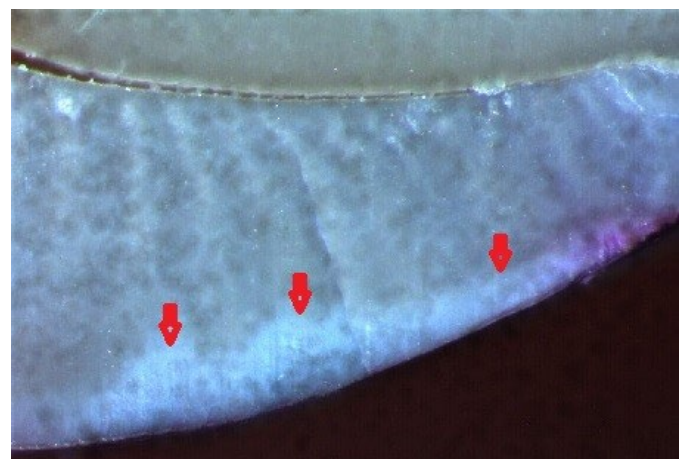


Figure 6. Post-demineralization of D3 group

Scanning electron microscope (SEM)

Sagittal sections of enamel samples were photographed using SEM (ZEISS EVO LS 10, Germany) at magnifications of X500, X1000, and X2500 for each group. Upon examining the SEM images obtained after the demineralization process, it was observed that the enamel had

become highly porous, with inter-prismatic areas expanding due to crystalline dissolution. It was also noted that the demineralization depth increased proportionally with the duration of demineralization, as expected across the groups. In the samples corresponding to the second and third demineralization depths (D2 and D3 groups), tissue loss within the enamel was evident (Figure 7-9)

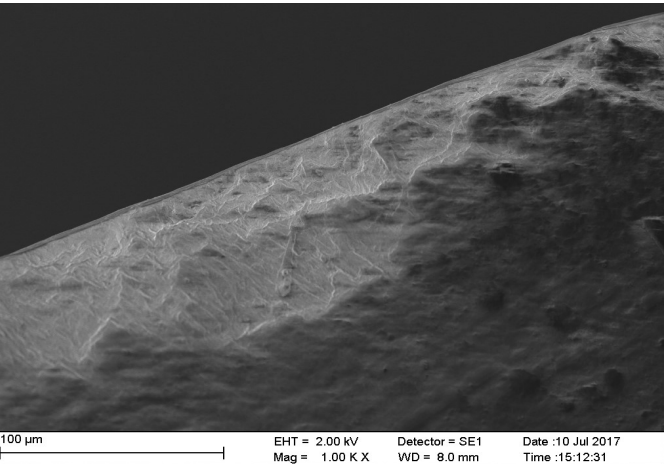


Figure 7. Surface characteristics of D1 group after demineralization procedures.

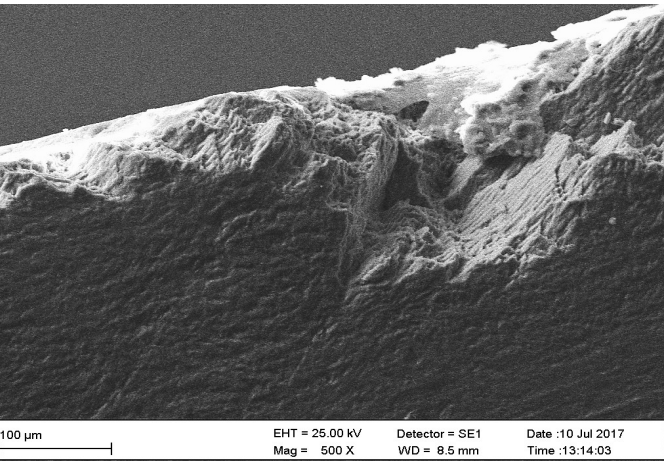


Figure 8. Surface characteristics of D2 group after demineralization procedures.

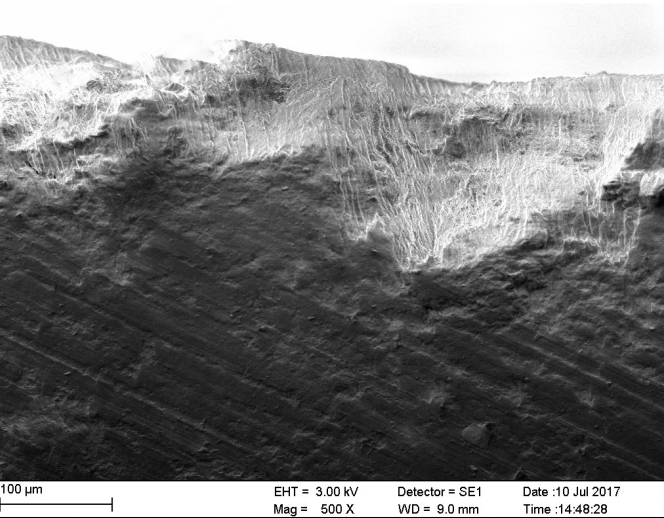


Figure 9. Surface characteristics of D3 group after demineralization procedures.

All test methods demonstrate significant differences in demineralization depth among the groups (Table 1). Increase in numerical magnitude of microhardness and FluoreCam change values is found to be associated with an increase in the severity of demineralization, indicating deeper lesions. Similarly, measurements conducted using the ultrasound method show that an increase in the duration of demineralization leads to a higher severity of demineralization, yielding greater numerical values. When comparing between groups, it is observed that the highest demineralization occurs in the D3, D2, and D1 groups, respectively. The ultrasound results are in line with the microhardness results.

Table 1. Differences in demineralization depth among the groups

	Demineralization groups						P ^a
	D 1		D2		D3		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Microhardness	293,41	18,24	278,33	13,72	224,99	10,77	<0,001*
USG	1,31	0,1	1,22	0,25	0,98	0,15	<0,001*
FluoreCamD (Size)	1,11	0,85	2,36	1,76	8,91	3,69	<0,001*
FluoreCamD (Intensity)	-9,57	4,91	-9,85	3,97	-17,45	6,32	<0,001*
FluoreCamD (Impact)	-12,46	12,25	-27,82	30,56	-153,96	70,93	<0,001*
SEM	53,18	7,36	80,72	10,52	139,49	5,72	<0,001*

Post-remineralization outcomes

The comparative results of post-remineralization changes are presented in Tables 2A, 2B, and 2C.

Table 2A. Post-remineralization change in R1 samples applied NaF and GH and control

	R1						P ^a
	Control		NaF		GH		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
ΔMicrohardness	6.29	3.29	10.70	5.79	6.09	10.50	0.284
ΔUSG	.00	.00	.00	.00	.00	.00	NA*
ΔSize	-.58	.72	-.63	.77	-.77	.94	0.869
ΔIntensity	2.95	5.54	3.37	5.07	3.84	5.16	0.931
ΔImpact	8.14	10.35	9.53	13.10	10.53	13.96	0.913

^a One-way ANOVA test
Δ Post-remineralization change, *p could not be calculated, SD: Standard deviation

Table 2B. Comparison of post-remineralization changes in R2 groups

	R2						P ^a
	Control)		NaF		GH)		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
ΔMicrohardness	5.13	2.64	30.80	9.79	45.16	11.14	<0.001*
ΔUSG	.00	.00	.00	.00	.00	.00	0.125
ΔSize	-1.16	1.55	-1.85	2.27	-2.12	1.54	0.488
ΔIntensity	2.74	7.45	3.20	3.45	4.97	3.07	0.588
ΔImpact	22.22	40.55	22.15	33.18	24.55	19.89	0.982

^a One-way ANOVA test, * p<0.05

The post-remineralization (R2) change amounts in the second demineralization depth group was not statistically significant in terms of the FluoreCam size, intensity and impact changes and the USG changes. In the ginger-honey group (R2G), the amount of increase in the microhardness level was found to be significantly higher than in the other groups (Table 2B).

The post-remineralization (R3) change amounts in the third demineralization depth group showed that the amounts of increase at the FluoreCam intensity, USG, and microhardness levels were significantly higher in the ginger-honey group (R3G) than in the other groups (Table 2C). No statistically significant variation was detected in terms of the FluoreCam size and impact changes (Table 2C).

Table 2C. Comparison of post-remineralization changes in R3 groups

	R3						p ^a
	R3C (Control)		R3N (NaF)		R3G (GH)		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
ΔMicrohardness	5.19	4.19	24.17	7.40	39.42	6.87	<0.001*
ΔUSG	.00	.00	.00	.01	.01	.00	0.001*
ΔSize	-5.39	2.48	-9.12	5.69	-8.06	2.58	0.106
ΔIntensity	6.65	5.16	9.39	6.09	13.86	4.58	0.018*
ΔImpact	109.98	40.23	147.98	93.11	154.14	61.73	0.312

^a One-way ANOVA test, * p<0.05

Δ Post-remineralization change, SD: Standard deviation

The examination based on the demineralization depth groups showed that both the post-remineralization and the post-demineralization FluoreCam size measurements were higher in group D3 than in the other groups (p<0.001, p:0.007). No statistically significant variation was detected between the FluoreCam proximal surface measurements. Both the post-demineralization and the post-remineralization FluoreCam Impact measurements were higher in group D3 than in the other groups. While the post-demineralization FluoreCam Intensity measurements were higher in group D3 than in the other groups, no significant variation was found between the groups in terms of post-remineralization. Both the post-demineralization and the post-remineralization microhardness and USG measurements were found to be lower in group D3 than in the other groups. Some variations were detected across all demineralization depth groups in all testing methods.

The post-remineralization (R1) results in the first demineralization depth group showed that the FluoreCam delta size measurements were lower in the NaF group (R1N) than in the other groups. In the ginger group (R1G), the microhardness levels were found to be higher than in the other groups. No significant variation was detected between the other variables in the post-remineralization groups. (Table 3).

The teeth were remineralized after the demineralization process and the change amounts were compared among the remineralization groups (Figure 10-12). The post-remineralization (R1) changes in the first demineralization depth group was not statistically significant in terms of the FluoreCam size, intensity and impact changes and the USG changes (Table 3).

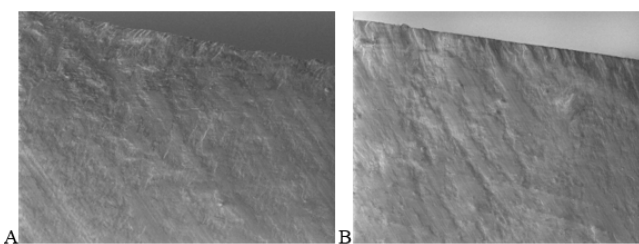
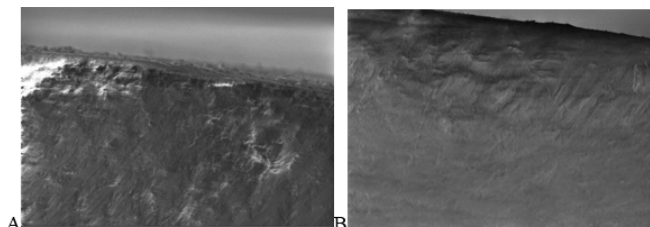
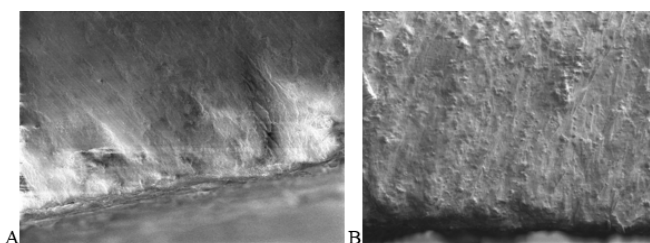
Table 3. Post-remineralization microhardness changes of the groups

	Control		NaF		Ginger-Honey		P ^a
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
R1 (ΔVHN)	6.29	3.27	10.70	5.79	6.09	10.50	0.284
R2 (ΔVHN)	5.13	2.64	30.80	9.79	45.16	11.14	<0.001*
R3 (ΔVHN)	5.19	4.19	24.17	7.40	39.42	6.87	<0.001*

^a One-way ANOVA test, * p<0.05, SD: Standard deviation

When examining the post-remineralization process within the third demineralization depth group (R3), it was observed that the interprismatic areas in the crystalline structure exhibited partial filling and remineralization, which subsequently faded after undergoing remineralization with dental toothpaste containing NaF and Gumgumix, ginger-honey content.

As for the post-remineralization change by the groups in microhardness measurements, the amount of increase in the teeth remineralized with ginger-honey in the second (R2) and third (R3) remineralization groups was found to be significantly higher than in the NaF group and control group. In the first demineralization group, on the other hand, no significant variation was detected based on the methods applied (Table 3).

**Figure 10.** Surface characteristics of R1 group after remineralization procedures with NaF (A) and ginger-honey toothpaste (B)**Figure 11.** Surface characteristics of R2 group after remineralization procedures with NaF (A) and ginger-honey toothpaste (B)**Figure 12.** Surface characteristics of R3 group after remineralization procedures with NaF (A) and ginger-honey toothpaste (B)

As for the post-remineralization change by groups in the USG measurements, the amount of change in teeth remineralized with ginger-honey in the third remineralization group (R3) was found to be significantly higher than in the other groups. No significant variation was detected in the first and second remineralization groups (R1 and R2) based on the methods applied.

DISCUSSION

The current study aims to determine the remineralization efficacy of a toothpaste with the active ingredients of ginger and honey at the initial stage of dental caries produced experimentally by ultrasound, Fluorescence, surface microhardness measurement methods.

Bilgin et.al. compared the remineralization efficacy of sodium fluoride toothpaste and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate, hydroxyapatite and fluoride, fluoride varnish, ginger+honey, ginger + honey + chocolate, and rosemary oil both in situ and in vitro studies and reported that they observed remineralization in all groups.¹³ In another study investigating the effect of honey-ginger mixture on the surface hardness of the enamel surface, average surface roughness is 0.244 μm and the microhardness is 256 HV for the positive control flouride, while the same values were found to be 0.241 μm, and 271 HV for honey and ginger.¹⁴ Both studies were compatible with the present study on hardness findings. In present study, the toothpaste with ginger-honey content produced significant remineralization results (p=0.033) in the 52-micron initial enamel lesions. Similarly, the FluoreCam size, microscope and microhardness results of the 80-micron lesion (D2) distinctly showed remineralization as well (p=0.001, p<0.001, p=0.001).

While the lesions at 53-micron depth on average almost remained the same as 52.7 (R1C) microns in the non-fluoride artificial medium after the pH cycle in the post-demineralization light microscope (D1)

measurements, its post-remineralization depth went down to 49 microns after the remineralization with NaF (R1N) and to 45 microns after the remineralization with the toothpaste with ginger-honey content (R1G).

Demineralization-remineralization variation was detected in the 80-micron lesions (D2) only by the microhardness method, and the precipitation caused by the toothpaste with ginger-honey content was found to be far greater ($p < 0.00$) (Table 1). A recent study¹⁵ investigating the color change of white-spot lesions exposed to ginger-honey mixture showed enhanced remineralization and acid resistance phase which is consistent with our studies results revealing that the toothpaste with ginger-honey content again achieved the highest remineralization values on 140-micron lesions (D3).

Ultrasound is quite successful method to discern between the soft and hard tissues¹⁶, and appears to be an ideal early caries diagnosis method as it can easily detect the demineralized areas that are yet to develop caries¹⁷. A clinical study that investigated the in vivo remineralization and demineralization using ultrasound for the first time to clinically diagnose caries reported that the ultrasonic system failed to detect the remineralization and demineralization changes in the 50-86 micron deep enamel lesions¹⁸. Bab et al. not only reported that proximal enamel and dentin caries could be detected by USG but also defined the so-called "Ultrasonic Caries Detection System" (UCD)¹⁹. Recently, Kim et al.²⁰ also showed that high frequency ultrasound distinctly differentiated demineralization within white spot lesions from non-demineralized regions.

Göçmen et al., in their study comparing the effects of NaF, ginger-honey mixture, ginger-honey-chocolate mixture, and rosemary oil mixtures on remineralization in teeth demineralized in vitro, found the changes in the surface microhardness levels statistically significant in all treatment groups and observed the highest statistical significance in the group that used the ginger-honey mixture²¹. In congruence with the aforementioned study, in our study of the 50-micron carious lesion obtained in 18 hours in group D1, the toothpaste with NaF content and the toothpaste with ginger-honey content produced a significant amount of remineralization.

In the study conducted by Talwar et al. (2019)²², remineralization of three different fluoridated dentifrices (with fluoride concentrations of 5000 ppm, 2500 ppm, and 1100 ppm) on enamel and dentin lesions was examined by ECM (Electric Caries Monitor) and microradiography. The results indicated that the higher fluoride dentifrices did not demonstrate superior remineralization compared to the 1100 ppm fluoride dentifrice for both artificially demineralized enamel and dentin. As our study showed significant remineralization with fluoride toothpaste at varying depths of demineralization, the ginger-honey mixture displayed higher levels of remineralization. Therefore, based on the conditions of the study, it is suggested that instead of increasing the fluoride concentration, the utilization of herbal agents with fluoride may be recommended.

FluoreCam System scans the surface of the tooth with a highly dense light and combines the fluorescence changes, an indirect indication of the changes in the mineral content of the tissues, with the FEI technology to measure the size (FluoreCam Size), intensity (FluoreCam Intensity) and impact (FluoreCam Impact).^{13,21,23} FluoreCam is highly reliable and valid for in vitro assessments of enamel demineralization²⁴ in accordance with our study which determined significance on all demineralization groups.

Göçmen et al.²¹ applied various materials to enamel samples that had been demineralized in vitro for 21 days and measured remineralization using three different methods: QLF, FluoreCam, and microhardness testing. While no significant differences were observed between the groups based on QLF measurements, significant variations were found between some groups in the FluoreCam and microhardness measurements.²¹

Bilgin et al., in their study comparing the use of NaF, CPP-ACP, Remin Pro, and Fluoride varnish, showed that the FluoreCam findings did not match the surface microhardness findings¹³.

Korkut et al. showed in their study that FluoreCam could detect the lesions forming around the brackets and achieved successful remineralization with the ginger-honey mixture²⁵.

Celik et al., showed a remineralization results of ginger, Ginger-Honey-Chocolate and Natural honey applied into enamel samples and detected by FluoreCam²⁶. In the current study, according to the FluoreCam results obtained according to the caries depth groups, the Fluore Cam size and FluoreCam Impact measurements of both the post-demineralization and the post-remineralization caries were found to be higher in group D3 than in the other groups. The post-demineralization FluoreCam Intensity measurements were higher in group D3 than in the other groups, whereas no significant variation was found between the groups in terms of post-remineralization.

In the 140-micron lesions (D3), FluoreCam, microscope, and microhardness marked some changes, while the ultrasound detected both demineralization and remineralization changes ($p=0.035$, $p=0.025$). When the remineralization and demineralization variations were compared, the ultrasound method, along with the microhardness control method, appeared to be promising method that recognized the existing difference in all groups overall. In addition, the toothpaste with ginger-honey content produced the highest remineralization values.

CONCLUSION

The application of ginger-honey preparations has the potential to emerge as a viable option for remineralization treatments in the near future. This is due to several factors that make it a promising approach, including its natural composition, cost-effectiveness, and demonstrated efficacy in treating initial enamel caries at various depths.

Teşekkür/Acknowledgements

We deeply thank for chief technician TE of Turkish Airlines Nondestructive Technical Department (NDT) for standardized measurements.

Standartlaştırılmış ölçümler için Türk Hava Yolları Tahribatsız Teknik Daire Başkanlığı (NDT) Başteknisyenine derinden teşekkür ederiz.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmada yer alan verilerin bir kısmı 4-7 Temmuz tarihinde 65nci ORCA Kongresi, Kopenhag-Danimarka'da sunulmuştur.

Bu çalışma, DT danışmanlığında ET'ye ait uzmanlık tezi esas alınarak hazırlanmıştır. Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

Some of the data indicated in this study were presented at the 65th ORCA Congress in Copenhagen, Denmark, from July 4-7.

This study was prepared based on ET's specialization thesis under the consultancy of DT. It is declared that scientific and ethical principles were adhered to during the preparation of this study and that all referenced works are cited in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

The current study was supported by the Bursa University Scientific Research Projects Office with project no. SAG-C-DUP-250416-0171.

Mevcut çalışma Bursa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Ofisi tarafından SAG-C-DUP-250416-0171 proje numarasıyla desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ET (%30) DT (%40) FY (%30)
Veri Toplanması | Data Acquisition: ET (%70) DT (%30)
Veri Analizi | Data Analysis: ET (%30) DT (%30) FY (%20) ZCÇ (%20)
Makalenin Yazımı | Writing up: ET (%50) ZCÇ (%50)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ZCÇ (%100)

REFERENCES

- Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17030.
- Akküç S, Duruk G, Keleş A. Remineralization effect of three different agents on initial caries and erosive lesions: a micro-computed tomography and scanning electron microscopy analysis. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):106.
- Desai H, Stewart CA, Finer Y. Minimally invasive therapies for the management of dental caries: a literature review. *Dent J (Basel)*. 2021;9(12):147.
- Cai F, Shen P, Walker GD, Reynolds C, Yuan Y, Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by chewing gum with added calcium. *J Dent*. 2009;37(11):763-768.
- Urquhart O, Tampi M, Pilcher L, et al. Nonrestorative treatments for caries: systematic review and network meta-analysis. *J Dent Res*. 2019;98(1):14-26.
- Lima RMT, Reis AC, Menezes AP, et al. Protective and therapeutic potential of ginger (*Zingiber officinale*) extract and [6]-gingerol in cancer: A comprehensive review. *Phytother Res*. 2018;1-23.
- Onyeagba R, Ugbogu O, Okeke C, Iroakasi O. Studies on the antimicrobial effects of garlic (*Allium sativum* Linn), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), and lime (*Citrus aurantifolia* Linn). *Afr J Biotechnol*. 2004;3(10):552-554.
- Arifa MK, Ephraim R, Rajamani T. Recent Advances in Dental Hard Tissue Remineralization: A Review of Literature. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2019;12(2):139-144.
- Shekar BRC, Nagarajappa R, Suma S, Thakur R. Herbal extracts in oral healthcare: a review of the current scenario and its future needs. *Pharmacogn Rev*. 2015;9(18):87.
- Gimenez T., Piovesan C., Braga M.M., Raggio D.P., Deery C., Ricketts D.N., Ekstrand K.R., Mendes F.M. Visual Inspection for Caries Detection: A Systematic Review and Meta-analysis. *J. Dent. Res*. 2015;94:895-904.
- Schwendicke F., Tzschoppe M., Paris S. Radiographic caries detection: A systematic review and meta-analysis. *J. Dent*. 2015;43:924-933.
- Amaechi B, Higham S & Edgar W. Factors affecting the development of carious lesions in bovine teeth in vitro. *Archives of Oral Biology*. 1998;43, 619-628.
- Bilgin Göçmen, G, Yanıkoğlu F, Tağtekin D, Stookey GK, Schemehorn BR, Hayran O. Remineralization Potential Of Different Agents And Assessment By A New Caries Detection Device. *Dentistry: Advanced Research*. 2016: 39-43.
- Kade KK, Chaudhary S, Shah R, Patil S, Patel A, Kamble A. Comparative evaluation of the remineralization potential of fluoride-containing toothpaste, honey ginger paste, and ozone: an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2022;15(5):541-548.
- Shaker M, Jamil WE, El Sharkawy DA. Effectiveness of ginger-honey mixture and rosemary on remineralization and prevention of enamel white spot lesions measured by color change. *Alazhar Dent J Girls*. 2022;9(3):391-398.
- Shah N, Bansal N, Logani A. Recent advances in imaging technologies in dentistry. *World J Radiol*. 2014;6:794-807.
- Çalışkan Yanıkoğlu F, Öztürk F, Hayran O, Analoui M, Stookey G. Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Res*. 2000;34(3):225-232.
- Bozkurt FÖ, Tağtekin D, Yanıkoğlu F, Fontana M, Gonzalez-Cabeza C, Stookey GK. Capability of an ultrasonic system to detect very early caries. *Marmara Dental Journal*. 2013;1:16-19.
- Bab I, Feuerstein O, Gazit D. Ultrasonic detector of proximal caries. *Caries Res*. 1997;31(4):322.
- Kim J, Shin TJ, Kong HJ, Hwang JY, Hyun HK. High-Frequency Ultrasound Imaging for Examination of Early Dental Caries. *J Dent Res*. 2019;98(3):363-367.
- Gocmen GB, Yanıkoğlu F, Tağtekin D, Stookey GK, Schemehorn BR, Hayran O. Effectiveness of some herbals on initial enamel caries lesion. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2016;6(10):846-850.
- Talwar M, Borzabadi-Farahani A, Lynch E, Borsboom P, Ruben J. Remineralization of Demineralized Enamel and Dentine Using 3 Dentifrices-An InVitro Study. *Dent J (Basel)*. 2019; 7(3):91.
- Diniz MB, Eckert GJ, González Cabezas C, Cordeiro RDCL, Ferreira-Zandona AG. Caries detection around restorations using ICDAS and optical devices. *J Esthet Restor Dent*. 2016;28(2):110-121.
- Abufarwa M, Noureldin A, Campbell PM, Buschang PH. Reliability and validity of FluoreCam for white-spot lesion detection: an in vitro study. *J Investig Clin Dent*. 2018;9(1).
- Korkut B, Yanıkoğlu F, Tağtekin D. In vitro assessment of dimensional alterations of worn human incisors. *PARIPEX-Indian J Res*. 2016;4.
- Celik ZC, Yavral GO, Yanıkoğlu F, Kargul B, Tağtekin D, Stookey GK, Peker S, Hayran O. Do Ginger Extract, Natural Honey and Bitter Chocolate Remineralize Enamel Surface as Fluoride Toothpastes? An In-Vitro Study. *Niger J Clin Pract*. 2021;24(9):1283-1288.

Relationship Between the Mandibular Cortical Index and Periodontitis Stage/Grade: A Retrospective Radiographic Study

Mandibular Kortikal İndeks ile Periodontitis Evre/Derecesi Arasındaki İlişki: Retrospektif Radyografik Çalışma

Ömer Faruk OKUMUŞ^a, Şükran ACIPINAR^b

^aErzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontics, Erzincan, Türkiye

^aErzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji AD, Erzincan, Türkiye

^bSivas Cumhuriyet University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontics, Sivas, Türkiye

^bSivas Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji AD, Sivas, Türkiye

ABSTRACT

Background: In the literature, the relationship of the mandibular cortical index (MCI) with the stage and grade of periodontitis has not yet been investigated. This study aimed to examine the relationship between the stage and grade of periodontitis and MCI according to the current classification of periodontal disease.

Methods: A total of 199 patients (119 females, 80 males) were included in this study. The study population consisted of patients with periodontitis and controls without periodontitis. The stage and grade of the patients with periodontitis were determined according to the criteria of the "2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions". Patient records, including periodontal data and panoramic radiographs, were used for this classification. The MCI values of the patients were also recorded by evaluating the same panoramic radiograph. The Pearson chi-square test was used to compare categorical data according to groups, and multiple comparisons were undertaken with the Bonferroni-corrected Z test.

Results: The non-periodontitis (NP) group had the highest C1 type bone rate ($p<0.001$). The C3 rate of the stage III/IV group was significantly higher compared to all the remaining groups (stage I, stage II, and NP) ($p<0.001$). The C3 rate was significantly higher in the grade C group than in the grade B and NP groups ($p<0.001$).

Conclusions: The data obtained from this study suggest that there is a positive relationship between the stage and grade of periodontitis and MCI.

Keywords: Bone Density, Mandibular Cortical Index, Osteoporosis, Periodontitis

Öz

Amaç: Mandibular kortikal indeks (MKİ), mandibular kemik mineral yoğunluğunu değerlendirmek için kullanılan radyomorfometrik indekslerden biridir. Mandibular kortikal indeksinin (MKİ) periodontitisin evresi ve derecesi ile ilişkisi literatürde henüz araştırılmamıştır. Bu retrospektif çalışmada, periodontal hastalığın mevcut sınıflandırmasına göre periodontitisin evresi ve derecesi ile MKİ arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışmaya 119'u kadın, 80'i erkek olmak üzere toplam 199 hasta dahil edilmiştir. Çalışma popülasyonu periodontitisli hastalar ve periodontitis olmayan kontrol hastalarından oluşmuştur. Periodontitisli hastaların evresi ve derecesi "2017 Dünya Periodontal ve Peri-Implant Hastalıklarının Durumlarının Sınıflandırılması Çalışması" kriterlerine göre belirlenmiştir. Bu sınıflandırma için klinik periodontal verileri ve panoramik radyografileri içeren hasta kayıtları kullanılmıştır. Aynı panoramik radyografi değerlendirilerek hastaların MKİ değerleri de kaydedilmiştir. İstatistiksel analizde kategorik verilerin gruplara göre karşılaştırılmasında Pearson ki-kare testi kullanılırken, çoklu karşılaştırmalar ise Bonferroni düzeltilmeli Z testi ile yapılmıştır.

Bulgular: Periodontitis olmayan (NP) grup en yüksek C1 tipi kemik oranına sahip olarak belirlenmiştir ($p<0.001$). Evre III/IV grubunun C3 oranı diğer tüm gruplara (evre I, evre 2 ve NP) göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.001$). C3 oranı C derece grubunda B ve NP gruplarına göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0.001$).

Sonuçlar: Bu çalışmadan elde edilen veriler periodontitisin evresi ve derecesi ile MKİ arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kemik Yoğunluğu, Mandibular Kortikal İndeks, Osteoporoz, Periodontitis

INTRODUCTION

Periodontitis, a very common inflammatory disease caused by specific microorganisms, is characterized by the progressive loss of connective tissue and alveolar bone around the teeth.¹ Today, periodontitis is classified according to the disease's severity and rate of progression.² According to the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions, the severity of periodontitis is expressed as a stage and the rate of progression as a grade.² The stage of periodontitis is evaluated in four categories, namely stage I, II, III, and IV, and the grade of the disease is divided into the three categories of A, B, and C.

Proinflammatory cytokines secreted in periodontal disease have a strong interaction with osteoclast cells. It is considered that increased osteoclastic activity in periodontal inflammation may also affect skeletal bone metabolism with the spread of cytokines.³ Osteoporotic changes, which are characterized by reduced mineral content, especially in the jawbone part of the skeleton, may be associated with periodontitis.^{4,5}

In studies investigating the relationship between osteoporotic changes in the mandibular bone and periodontitis, mandibular bone mineral den-

in studies investigating the relationship between osteoporotic changes in the mandibular bone and periodontitis, mandibular bone mineral density (BMD) has been evaluated with densitometric techniques or radiomorphometric indices using panoramic radiographs. Various imaging techniques, such as dual energy X-ray absorptiometry (DXA), quantitative computed tomography, quantitative ultrasound, digital X-ray radiogrammetry, and radiographic absorptiometry, are utilized for the evaluation of BMD.⁶ The measurement of BMD with DXA is accepted as the gold standard in the diagnosis of osteoporosis.⁷ Panoramic films, which have become one of the routine diagnostic tools in dental clinics, have also attracted the attention of researchers as a method that is easily accessible and provides information on bone density. Some radiomorphometric indices have been developed to determine mandibular BMD using panoramic X-ray films.

The mandibular cortical index (MCI), one of the radiomorphometric indices used to evaluate mandibular BMD, was defined by Klemetti et al.⁸ Although most researchers have employed the MCI to evaluate mandibular BMD in patients with osteoporosis, there are also studies in which this index has been used in patients with chronic periodontitis.⁸⁻¹²

Gönderilme Tarihi/Received: 18 Temmuz, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 5 Kasım, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Okumuş ÖF, Acipinar Ş. Relationship Between the Mandibular Cortical Index and Periodontitis Stage/Grade: A Retrospective Radiographic Study. Selcuk Dent J 2025;12(1): 88-92 Doi: 10.15311/selcukdentj.1518035

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ömer Faruk OKUMUŞ

E-mail: okumus.omer24@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1518035

To the best of our knowledge, this is the first study to investigate the relationship of MCI with stage and grade in the final classification of periodontal disease. This study aimed to examine this relationship and compare the results between patients with periodontitis and periodontally healthy controls.

MATERIAL AND METHODS

This retrospective study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Erzincan Binali Yıldırım University Faculty of Medicine, with the decision number 2023-01/3, dated January 5, 2023. The study included examining the patients' examination records and panoramic radiographs for periodontal diagnosis. Sample selection was performed using the records of the patients who presented to the Department of Periodontology of Erzincan Binali Yıldırım University Faculty of Dentistry. Patient records between October and December 2022 were examined. The following inclusion criteria were sought: sufficient periodontal examination information for disease classification (pocket depth, attachment loss, bleeding on probing, and periodontal tooth loss), identification of no systemic disease, no antibiotic use within the last three months, no periodontal treatment within the last six months, panoramic radiography of sufficient diagnostic quality, and an age range of 18-70 years. A sample size of 199 patients was achieved by randomly selecting the patient records that met the inclusion criteria.

All dental panoramic radiographs were obtained using the Planmeca ProOne (PLANMECA OY©, Helsinki, Finland) device at 68 kVp, 7 mA, and an exposure time of 9.5 seconds. The records were examined, and the patients' age, gender, MCI, and periodontal disease classification were noted. The periodontal classification of the patients was made by following the guidelines of the 2017 World Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions using clinical examination records and panoramic radiographs.² According to these guidelines, the classification of periodontitis was based on the stage and grade system. Stages (I, II, III, and IV) were used to classify the severity and complexity of periodontitis, and grades (A, B, and C) were used to estimate the probability of case progression. Patients without radiographic bone loss and clinical attachment loss were evaluated in the non-periodontitis (NP) group. This group consisted of patients with a normal periodontium and healthy gingiva or gingivitis.

To define the four stages, the radiographic examination of the alveolar bone with the interdental clinical attachment loss of the most affected tooth was considered. In the presence of certain complexity factors, the stage was shifted to a higher level. The grade of periodontitis was determined based on the ratio of the percentage of "root length affected by bone loss / total root length", calculated with the measurements of the most affected tooth on the radiographs and the ages of the patients. The enamel-cementum boundary was taken as a reference in the measurements performed to determine the percentage of root affected by bone loss. The grade was evaluated as A if this percentage was less than 0.25, B if 0.25-1, and C if greater than 1. For example, if the percentage of the bone loss of the most affected tooth in a 45-year-old patient was 55 %, it was evaluated as grade C based on the calculation of $55 / 45 > 1$. In the presence of certain risk factors, the grade was shifted to a higher level.

Evaluation was performed separately for the stage and grade categories. In each category, four groups were formed, of which three belonged to the patients with periodontitis and one belonged to the patients without periodontitis (NP group). Accordingly, the groups of the stage category were as follows: stage I, stage II, and stage III / IV (representing severe periodontitis), and NP, and the grade category consisted of the grade A, grade B, grade C, and NP groups.

The MCI of each patient was obtained using their panoramic radiographic examinations. As defined by Klemetti et al.⁸, MCI was determined through the visual evaluation of the morphology of the lower cortical layer of the mandible, distal to the mental foramen. The MCI values are classified into the following three categories:

a) C1 (normal cortex): The endosteal border of the mandibular cortical layer is observed as a sharp and straight line on both sides. The cortical layer is clearly separated from the cancellous portion. An example of C1 is shown in Figure 1.



Figure 1. C1 type mandibular cortex

b) C2 (mildly to moderately eroded cortex): The endosteal border of the mandibular cortical layer is disrupted by semilunar defects that have developed due to lacunar resorptions. In addition, there is an appearance of two to three layers formed by endosteal cortical remnants unilaterally or bilaterally. An example of C2 is shown in Figure 2.

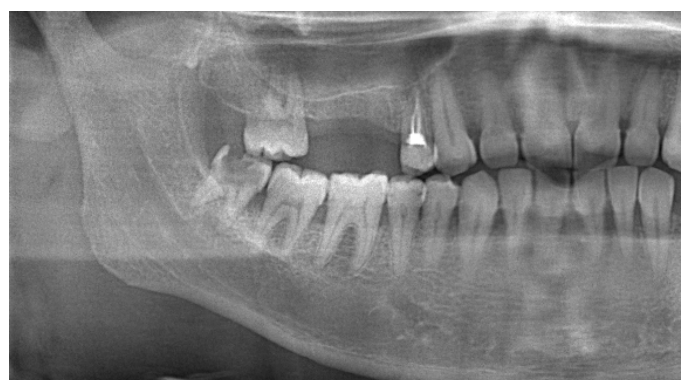


Figure 2. C2 type mandibular cortex

c) C3 (severely eroded cortex): The endosteal border of the mandibular cortical layer has lost its clarity, and there is cortical layer porosity. An example of C3 is shown in Figure 3.



Figure 3. C3 type mandibular cortex

The screening of the examination records of the patients and the evaluation of these records together with panoramic radiographs were undertaken by a specialist periodontologist (Ö.F.O.). Intra-observer agreement on the MCI assessment was determined using the kappa test. Two weeks after the first measurements, the MCI measurements of 50 selected patients were repeated by the same researcher.

Statistical Analysis

Data were analyzed using IBM SPSS v. 23. The Pearson chi-square test was used to compare categorical data according to groups, and multiple comparisons were undertaken with the Bonferroni-corrected Z test. The results of the analyses were presented as frequency (percentage) values for categorical data. The significance level was taken as $p < 0.050$.

RESULTS

The demographic characteristics of the patients with periodontitis (according to their stages and grades) and those without periodontitis are presented in Table 1. The records of a total of 199 patients, of whom 119 were women and 80 were men, were examined.

Table 1. Descriptive statistics of demographic characteristics by periodontitis stage and grade

	Gender				Age		
	Male		Female		n	Mean ± SD	Median (min-max)
	Frequency (n)	Percentage (%)	Fre- quency (n)	Percentage (%)			
Stage							
I	15	32.6	31	67.4	46	30.37 ± 9.91	28 (18 - 56)
II	25	43.1	33	56.9	58	40.78 ± 10.25	41 (23 - 66)
III/IV	22	44.9	27	55.1	49	48.84 ± 10.91	50 (24 - 69)
NP	18	39.1	28	60.9	46	24.22 ± 8.06	21 (18 - 58)
Grade							
A	1	33.3	2	66.7	3	55.67 ± 0.58	56 (55 - 56)
B	50	39.7	76	60.3	126	39.71 ± 12.67	40 (18 - 69)
C	11	45.8	13	54.2	24	41 ± 12.19	40 (23 - 67)
NP	18	39.1	28	60.9	46	24.22 ± 8.06	21 (18 - 58)

NP: non-periodontitis

A statistically significant difference was found in the distribution of the MCI values according to periodontitis stage ($p < 0.001$). This difference was observed in relation to the rates of all MCI categories. The results of the multiple comparisons of the MCI categories according to periodontitis stage and grade are given in Table 2.

Table 2. Comparison of MCI scores according to stage and grade of periodontitis

	Mandibular cortical index			Test statistic	p*
	C1	C2	C3		
Stage					
I	29 (63) ^a	17 (37) ^a	0 (0) ^a	103.5	<0.001
II	14 (24.1) ^a	43 (74.1) ^a	1 (1.7) ^a		
III, IV	7 (14.3) ^a	26 (53.1) ^{ab}	16 (32.7) ^a		
NP	40 (87) ^c	6 (13) ^c	0 (0) ^a		
Grade					
A	1 (33.3) ^{ab}	2 (66.7) ^{ab}	0 (0) ^{abc}	67.97	<0.001
B	44 (34.9) ^a	74 (58.7) ^a	8 (6.3) ^c		
C	5 (20.8) ^a	10 (41.7) ^a	9 (37.5) ^a		
NP	40 (87) ^a	6 (13) ^a	0 (0) ^c		

*Pearson chi-square test, a-c: No significant difference between the groups with the same letter.
NP: non-periodontitis; MCI: mandibular cortical index

According to the results of the stage category, the stage III/IV group had the lowest rate of C1 and the highest rate of C3. The rate of C3 was significantly higher in the stage III/IV group than in all the remaining stage groups (stage I, stage II, and NP) ($p < 0.001$). The rate of C1 was significantly lower in the stage III/IV group than in the stage I group and NP group ($p < 0.001$). The highest rate of C1 was found in the NP group. The NP group had the highest C1 rate. This difference was statistically significant compared to all the stage groups ($p < 0.001$). The NP group had the lowest C2 rate, which significantly differed from all the stage groups ($p < 0.001$). None of the cases in the NP group were in the C3 category. Most of the patients in the stage I group (63 %) were included in the C1 category. The C3 category was not observed in any of the patients in the stage I group. In the stage I group, the rate of C1 was significantly higher than in the stage II and stage III/IV groups ($p < 0.001$) and significantly lower than in the NP group ($p < 0.001$). The stage II group had the highest rate of C2 (74 %). C2 was the most common MCI category in this group. The rate of

C2 was significantly higher in the stage II group than in the stage I and NP groups ($p < 0.001$).

According to the results of the grade category, the rate of C3 in the grade C group was numerically higher than in the remaining grade groups. The rate of C3 was significantly higher in the grade C group than in the grade B and NP groups ($p < 0.001$). The rate of C1 in the grade C group was numerically lower than in the remaining grade groups. In the grade C group, the rate of C1 was significantly lower than in the NP group ($p < 0.001$) but did not significantly differ from the grade A and B groups ($p > 0.05$).

Of the total of 153 patients with periodontitis, 56.2% were evaluated in the C2 category, 32.7% in the C1 category, and 11.1% in the C3 category according to their MCI scores. The kappa coefficient for the MCI assessment, indicating intra-observer agreement, was 0.795.

DISCUSSION

This is the first study to examine the relationship between the stage and grade of periodontitis and MCI. In addition to patients with periodontitis, those without periodontitis were included in the study and evaluated compared to the stage and grade groups. Our findings revealed that there were significant differences in the MCI data between the groups formed according to stage and grade categories.

According to the results of our study, the highest rate of C3 was observed in the stage III/IV group ($p < 0.001$) for the stage category and the grade C group for the grade category ($p < 0.001$). The rate of C1 was found to be significantly higher in the NP group than in all the stage and grade groups ($p < 0.001$). In addition, when the stage groups were examined, the rate of C1 was significantly higher in the stage I group than in the stage II and stage III/IV groups ($p < 0.001$). The grade A group was not included in interpreting the results due to the insufficient number of patients ($n = 3$). In light of our results, we consider that there is a relationship between the stage and grade of periodontitis and MCI values. Accordingly, the increase in the stage and grade of periodontitis increases the incidence of C3, which represents more porous bones, while the absence of periodontitis or a decrease in the stage and grade of periodontitis increases the incidence of C1, which represents normal BMD.

Although there is no other study to which we can compare the results of the current study according to periodontitis stage and grade, the literature contains similar studies on the subject. According to the results of a study that found a significant relationship between chronic periodontitis and MCI, C1 was mostly detected in periodontally healthy patients, and C2 was mostly found in those with chronic periodontitis.⁹ In another study, the evaluation of MCI was undertaken by dividing the patients into three groups as dentate, partially dentate, and edentulous, without referring to the periodontal status of the patients or the reasons for tooth loss. According to the results of that study, the MCI scores of the edentulous patients were higher (C2-C3), while the highest rate of C1 was observed in the dentate group.¹³

In our study, no C3 type bone was found in the stage I periodontitis group or the NP group. Similar to our study, Öztürkmen et al. determined that the C3 category was not present in any of the periodontally healthy individuals.¹¹

Considering all the patients with periodontitis in our study, the most common MCI category was C2. In parallel with our results, in a study screening the MCI values of 49 patients with chronic periodontitis in 2020, it was found that patients with chronic periodontitis had the highest rate of C2 at 59.2%.¹⁰

MCI is a mandibular radiomorphometric index that correlates significantly with periodontitis.⁹ Moeintaghavi et al. compared the MCI, mental index (MI), and panoramic mandible index (PMI) values of chronic periodontitis and healthy individuals using panoramic radiographs.⁹ The authors found a significant relationship only between MCI and chronic periodontitis. In addition, Kolte et al. found a positive relationship between MCI and chronic periodontitis in postmenopausal female patients.¹⁴ In contrast, Mudda et al., who evaluated pre- and post-menopausal female patients, reported no correlation between chronic generalized periodontitis and MCI.¹⁵ In the current study, there was a significant relationship between periodontitis and MCI.

MCI allows for the qualitative evaluation of mandibular BMD.⁸ Techniques such as quantitative computerized tomography, ultrasound measurements, single energy X-ray absorptiometry, and DXA are available to obtain more objective and clearer results in the determination of BMD.¹² However, the use of MCI in the qualitative evaluation of mandibular BMD is more practical and easier to access than techniques that require expensive devices.¹⁶ In addition, studies have shown that panoramic radiomorphometric analyses provide significant and reliable results on bone density.^{17,18} Horner and Devlin showed that the BMD of the mandible body measured by DXA was consistent with MCI.¹⁹ Furthermore, Taguchi et al. reported that MCI could be used as a useful pre-diagnosis tool in the diagnosis of osteoporosis.²⁰ In another study, a statistically significant relationship was found between the calcaneal BMD value determined by densitometry and the BMD value determined using mandibular radiomorphometric indices.¹⁷ On the other hand, Drozdowska et al. reported that the efficacy of MCI in the diagnosis of osteopenia/osteoporosis was at a low-moderate level, and although MCI showed the mandibular BMD, it might be insufficient to indicate the skeletal state.²¹

The results of the current study are also supported by some studies evaluating the relationship between periodontitis and BMD, in which techniques different from MCI were used in the determination of BMD. In 2001, von Wövern et al. concluded that severe periodontitis seen in young adults was associated with relatively low BMD in the jaw bones.⁵ In another study in which mandibular BMD was evaluated by DXA, it was reported that the mandibular BMD of individuals with chronic periodontitis was lower than that of healthy individuals.²² According to a study by Takaishi et al., there was a significant negative correlation between mandibular BMD and periodontal attachment levels.²³ Similarly, Nackaerts et al. detected a significant negative correlation between mandibular BMD and alveolar bone height.²⁴ These results support our study and demonstrate the presence of a negative correlation between mandibular BMD and periodontal bone loss. On the other hand, Klemetti et al. found a significant positive correlation between periodontal pocket depth and mandibular BMD, which, they suggested, might be due to a defensive reaction in trabecular bone against periodontal destruction.⁴ It is also important that the 2017 workshop concluded that osteoporosis was significantly associated with a higher prevalence and severity of radiographic alveolar bone loss.²⁵

The pathological resorption process that develops due to inflammatory events in periodontitis may affect mandibular BMD.²⁶ Depending on the differences in the severity and progression rate of periodontitis, varying amounts of immune cell activation and cytokine release may cause different degrees of effect on BMD.²⁷ This suggests the hypothesis that there may be important differences between the stages and grades of different manifestations of periodontitis and their relationship with MCI. The results of our study support this hypothesis.

Another theory explaining the change in MCI scores is that the decrease in occlusal forces transmitted to the mandibular bone due to missing teeth may lead to a decrease in mandibular BMD through adaptive mechanisms.^{13,28} Based on the results of their study, Hastar et al. suggested that the C3 category, which was more common in edentulous patients, was due to the inability to transfer sufficient occlusal force to the jawbone.¹³

Some limiting factors should be considered when evaluating the results of the current study. Studies are reporting that the MCI parameter, which we also used in our study, is affected by age and gender.²⁸⁻³⁰ Therefore, the age and gender of our patients may have had an effect on the results we obtained. In addition, although MCI is a convenient method for estimating BMD, it has been reported to have poor reproducibility.¹⁹ Another limiting factor concerns the retrospective design of our study. Furthermore, due to the monocentric nature of the study, the findings may not reflect the situation in the general population. Lastly, in the current study, we focused directly on the relationship between the MCI scores and the stage and grade of periodontitis. We consider that it will be useful to conduct multicenter studies using densitometric measurement techniques to evaluate the relationship between mandibular BMD and the stage and grade of periodontitis.

CONCLUSION

In conclusion, according to the data we obtained, there was a decrease in the rate of C1 and an increase in the rate of C3 in stage III /IV and/or grade C periodontitis. We consider that the absence of periodontitis or the presence of a low stage and grade of periodontitis can explain the increased incidence of the C1 category. According to our results, there may be a positive correlation between the severity and progression rate of mandibular osteopenia and periodontitis. Thus, in patients with stage III /IV and/or grade C periodontitis, MCI can be additionally evaluated during the examination, and in the presence of a possible porous mandibular cortex, the patients can be referred for densitometric measurements for osteoporosis screening.

Ethics Approval and Consent to Participate: This retrospective study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Erzincan Binali Yıldırım University Faculty of Medicine, with the decision number 2023-01/3, dated January 5, 2023.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu retrospektif çalışma, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 05.01.2023 tarih ve 2023-01/3 sayılı karar numarası ile onaylandı.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This retrospective study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Erzincan Binali Yıldırım University Faculty of Medicine, with the decision number 2023-01/3, dated January 5, 2023.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ÖFO (%65) ŞA (%35)
Veri Toplanması | Data Acquisition: ÖFO (%60) ŞA (%40)
Veri Analizi | Data Analysis: ÖFO (%10) ŞA (%90)
Makalenin Yazımı | Writing up: ÖFO (%60) ŞA (%40)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ÖFO (%10) ŞA (%90)

REFERENCES

- 1- Slots J. Periodontitis: facts, fallacies and the future. *Periodontol* 2000; 2017 Oct;75(1):7-23.
- 2- Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol* 2018;89 Suppl 1:S159-72. <https://doi.org/10.1002/JPER.18-0006>.
- 3- Barbato L, Francioni E, Bianchi M, Mascitelli E, Marco LB, Tonelli DP. Periodontitis and bone metabolism. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2015;12(2):174-7.
- 4- Klemetti E, Collin HL, Forss H, Markkanen H, Lassila V. Mineral status of skeleton and advanced periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1994;21:184-8. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1994.tb00301.x>.
- 5- von Wowern N, Westergaard J, Kollerup G. Bone mineral content and bone metabolism in young adults with severe periodontitis. *J Clin Periodontol* 2001;28:583-8. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2001.028006583.x>.
- 6- Sindel D, Gula G. Assessment of Bone Mineral Density in Osteoporosis. *Türk Osteoporoz Derg* 2015;21. <https://doi.org/10.4274/tod.41275>.
- 7- Valerio CS, Trindade AM, Mazzeiro ET, Amaral TP, Manzi FR. Use of digital panoramic radiography as an auxiliary means of low bone mineral density detection in post-menopausal women. *Dento Maxillo Facial Radiol* 2013;42:20120059. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20120059>.
- 8- Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res* 1994;102:68-72. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1994.tb01156.x>.
- 9- Moeintaghavi A, Hosseinzarch H, Tabassi SM. The comparison of mandibular radiomorphometric indices in panoramic radiography between patients with chronic periodontitis and healthy individuals. *J Contemp Dent Pract* 2014;15:461-5. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1563>.
- 10- M. M. SW, Savitri Y, K. AM. Identification of Mandibular Cortical Index (MCI) in chronic periodontitis patients. *EurAsian J Biosci* 2020;14:3201-5.
- 11- Öztürkmen Z, Özbek M, Özcan Bulut S, Akçiçek Türk G. Evaluation of the mandibular cortical index on digital panoramic images of the chronic periodontitis patients. *Clin Dent Res* 2019; 43:41-9.
- 12- Cakur B, Dagistan S, Sahin A, Harorli A, Yilmaz A. Reliability of mandibular cortical index and mandibular bone mineral density in the detection of osteoporotic women. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 Jul;38(5):255-61.
- 13- Hastar E, Yilmaz HH, Orhan H. Evaluation of mental index, mandibular cortical index and panoramic mandibular index on dental panoramic radiographs in the elderly. *Eur J Dent.* 2011 Jan;5(1):60-7.
- 14- Kolte RA, Kolte AP, Potey AM. Risk assessment of osteoporosis in pre- and postmenopausal periodontally healthy and chronic periodontitis women with digital panoramic radiographs. *J Indian Soc Periodontol* 2017;21:461-5. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_238_17.
- 15- Mudda JA, Bajaj M, Patil VA. A Radiographic comparison of mandibular bone quality in pre- and post-menopausal women in Indian population. *J Indian Soc Periodontol* 2010;14:121-5. <https://doi.org/10.4103/0972-124X.70833>.
- 16- Yasa Y, Buyuk SK, Genc E. Comparison of mandibular cortical bone among obese, overweight, and normal weight adolescents using panoramic mandibular index and mental index. *Clin Oral Investig.* 2020 Aug;24(8):2919-24.
- 17- Jagelaviciene E, Kubilius R, Krasauskiene A. The relationship between panoramic radiomorphometric indices of the mandible and calcaneus bone mineral density. *Med Kaunas Lith* 2010;46:95-103.
- 18- Seki K, Nagasaki M, Yoshino T, Yano M, Kawamoto A, Shimizu O. Radiographical Diagnostic Evaluation of Mandibular Cortical Index Classification and Mandibular Cortical Width in Female Patients Prescribed Antiosteoporosis Medication: A Retrospective Cohort Study. *Diagnostics (Basel).* 2024 May 13;14(10):1009.
- 19- Horner K, Devlin H. The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:17-21. <https://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600307>.
- 20- Taguchi A, Suei Y, Sanada M, Ohtsuka M, Nakamoto T, Sumida H, et al. Validation of dental panoramic radiography measures for identifying postmenopausal women with spinal osteoporosis. *AJR Am J Roentgenol* 2004;183:1755-60. <https://doi.org/10.2214/ajr.183.6.01831755>.
- 21- Drozdowska B, Pluskiewicz W, Tarnawska B. Panoramic-based mandibular indices in relation to mandibular bone mineral density and skeletal status assessed by dual energy X-ray absorptiometry and quantitative ultrasound. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:361-7. <https://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600729>.
- 22- Tonguc M, Buyukkaplan U, Fentoglu O, Gumus B, Cerci S, Kirzioğlu F. Comparison of bone mineral density in the jaws of patients with and without chronic periodontitis. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41. <https://doi.org/10.1259/dmfr/21900076>.
- 23- Takaishi Y, Okamoto Y, Ikeo T, Morii H, Takeda M, Hide K, et al. Correlations between periodontitis and loss of mandibular bone in relation to systemic bone changes in postmenopausal Japanese women. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA* 2005;16:1875-82. <https://doi.org/10.1007/s00198-005-1955-8>.
- 24- Nackaerts O, Gijbels F, Sanna A-M, Jacobs R. Is there a relation between local bone quality as assessed on panoramic radiographs and alveolar bone level? *Clin Oral Investig* 2008;12:31-5. <https://doi.org/10.1007/s00784-007-0139-7>.
- 25- Albandar JM, Susin C, Hughes FJ. Manifestations of systemic diseases and conditions that affect the periodontal attachment apparatus: Case definitions and diagnostic considerations. *J Periodontol* 2018;89:S183-203.
- 26- Hajishengallis G. Immunomicrobial pathogenesis of periodontitis: keystones, pathobionts, and host response. *Trends Immunol* 2014;35:3-11. <https://doi.org/10.1016/j.it.2013.09.001>.
- 27- Beiler TFCSB, de Mello Neto JM, Alves JC, Hamlet S, Ipe D, da Silva Figueredo CM. Impact of non-surgical periodontal treatment on salivary expression of cytokines related to bone metabolism. *Odontology.* 2020 Oct;108(4):646-52.
- 28- Uysal S, Çağırkaya BL, Hatipoğlu MG. Do gender and torus mandibularis affect mandibular cortical index? A cross-sectional study. *Head Face Med* 2007;3:37. <https://doi.org/10.1186/1746-160X-3-37>.
- 29- Moghadam MA, Reyhani Z, Shokrollahi M, Zadeh SF. Evaluation of mandibular cortical indexes in digital panoramic radiography. *EurAsian J Biosci* 2020;14.
- 30- Kamber-Çesir A, Dardagan Donlagiç A, Ajanović M, Strujić Poročić S, Gavranović A, Kazazić L, et al. The Influence of Gender on the Cortical Width of the Lower Border of the Mandible and the Mandibular Cortical Index. *Acta Med Acad.* 2018 Nov;47(2):149-54.

Accuracy of An Intraoral Scanner That Uses Optical Triangulation and Confocal Microscopy Technology For Full-Arch Digital Implant Impression: *in Vivo* and *in Vitro* Evaluation

Tam Ark Dijital İmplant Ölçüsü için Optik Üçgenleştirme ve Konfokal Mikroskop Teknolojisini Kullanan İntraoral Tarayıcının Hassasiyeti: *in Vivo* ve *in Vitro* Değerlendirme

Taygun SEZER^a, Emir ESİM^b, Erkan YILMAZ^c

^aErciyes University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry, Kayseri, Türkiye

^bErciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Kayseri, Türkiye

^cErciyes University, Faculty of Engineering, Department of Mechatronic Engineering, Kayseri, Türkiye

^dErciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

^eErciyes University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Design Engineering, Kayseri, Türkiye

^fErciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

ABSTRACT

Background: The purpose of this study was to analyse the accuracy of the full-arch digital implant impressions under both *in vivo* and *in vitro* conditions.

Methods: A provisional prosthesis was fabricated for a patient with four implants placed in the edentulous maxilla. The master model was obtained using provisional prostheses. Both intraoral scans (IOS group) and extraoral scans (EIOS group) of the master model were performed using an intraoral scanner. The accuracy of the IOS and EIOS groups was calculated for three distances and three angles between the scan bodies (A-B, A-C, and A-D), as well as for the mean deviations of all segments (total deviations).

Results: Trueness and precision showed a tendency to decrease as the scanning range increased in both groups. The mean total distance trueness was found to be 121.53±89.55 µm and 57.75±65.17 µm for the IOS group and the EIOS group, respectively (p=.001). The mean total angle trueness was found to be 0.53±0.28 degrees and 0.13±0.09 degrees for the IOS group and the EIOS group, respectively (p<.001). The mean total distance precision was found to be 76.73±87.26 µm and 59.57±70.44 µm for the IOS group and the EIOS group, respectively (p=.051). The mean total angle precision was found to be 0.32±0.24 degrees and 0.13±0.09 degrees for the IOS group and the EIOS group, respectively (p<.001).

Conclusion: The accuracy of *in vivo* full-arch digital implant impressions was lower than *in vitro* and fell below the previously reported acceptable threshold.

Keywords: Dental arches, Dental impression technique, Digital technology, Dimensional measurement accuracy.

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, tam ark dijital implant ölçülerinin hassasiyetini hem *in vivo* hem de *in vitro* koşullar altında analiz etmektir.

Gereç ve Yöntemler: Tam dişsiz üst çenesine dört implant yerleştirilen hastaya bir geçici protez yapıldı. Geçici protezler kullanılarak ana model elde edildi. Ağiz içi tarayıcı kullanılarak intraoral taramalar (IOS grubu) ve ana modelin ekstraoral taramaları (EIOS grubu) gerçekleştirildi. IOS ve EIOS gruplarının hassasiyeti, tarama gövdeleri (A-B, A-C ve A-D) arasındaki üç mesafe ve üç açının yanı sıra tüm segmentlerin ortalama sapmaları (toplam sapmalar) için hesaplandı.

Bulgular: Her iki grupta da tarama aralığı arttıkça doğruluk ve kesinlik azalma eğilimi gösterdi. Ortalama toplam mesafe doğruluğu IOS grubu ve EIOS grubu için sırasıyla 121.53±89.55 µm ve 57.75±65.17 µm olarak bulundu (p=0.001). Ortalama toplam açı doğruluğu IOS grubu ve EIOS grubu için sırasıyla 0.53±0.28 derece ve 0.13±0.09 derece olarak bulundu (p<.001). Ortalama toplam mesafe kesinliği IOS grubu ve EIOS grubu için sırasıyla 76.73±87.26 µm ve 59.57±70.44 µm olarak bulundu (p=0.051). Ortalama toplam açı kesinliği IOS grubu ve EIOS grubu için sırasıyla 0.32±0.24 derece ve 0.13±0.09 derece olarak bulundu (p<.001).

Sonuç: *In vivo* tam ark dijital implant ölçülerinin hassasiyeti *in vitro*ya göre daha düşüktü ve daha önce bildirilen kabul edilebilir eşik altına düştü.

Anahtar Kelimeler: Dental ark, Dental ölçü tekniği, Dijital teknoloji, Boyutsal ölçüm doğruluğu.

INTRODUCTION

The digital impressions made through intraoral scanners have many advantages. Digital impressions are more comfortable and require less time than traditional impressions. Intraoral scanners have real-time scanning and visualization, virtual image management, and convenient archiving. They provide fast and effective communication with patients and technicians.¹ Additionally, since there is no need for impression material or plaster, the dimensional distortion problem is eliminated, and the aseptic chain can be better controlled.² Although intraoral scanners have been used successfully for partial-arch digital implant impressions, they are not accurate enough for clinical application in full-arch digital implant impressions.²⁻⁶ However, testing the accuracy of intraoral scanners under *in vivo* conditions, where the digital impression is obtained directly from the patient's mouth, is challenging due to the difficulty in obtaining reference data.

Accuracy of the impression directly affects the success of the restorations. Accuracy is defined in terms of trueness and precision (ISO5725-1).⁷ The trueness refers to how close the impression is to the actual dimensions of the object, while precision is defined as the consistency of the device in repeated scans of the object. Previous *in*

vitro studies, in which digital impressions were obtained extraorally from an artificial jaw model, reported that the accuracy of intraoral digital impressions was equal to or superior to conventional impressions.⁸⁻¹¹ The accuracy of intraoral scanners varies depending on scan range, scan pattern, scanner type, scan body type, and operator experience.^{5,6,8,12-24} However, the accuracy of digital impressions can be influenced by intraoral conditions.^{25,26} Limited research has been conducted on the *in vivo* accuracy of intraoral scanners for full-arch digital implant impressions.^{25,27-29} Rutkunas et al.²⁵ reported a mean distance deviation of 23.6 µm for Trios 3 (3Shape, Copenhagen, Denmark). Chochlidakis et al.²⁸ and Mandelli et al.²⁷ reported a mean 3D deviation of 162 µm and 483 µm for True Definition (3M Espe, St. Paul, Minnesota), respectively. Nevertheless, to the best of our knowledge, there is no study in the literature assessing the *in vivo* accuracy of the CEREC Omnicam (Dentsply Sirona, Bensheim, Germany) scanner using optical triangulation and confocal microscopy technologies for full-arch digital implant impressions.

The objective of this study was to analyse the trueness and precision of the CEREC Omnicam for full-arch digital implant impressions under both *in vivo* (intraorally) and *in vitro* (on the master model) conditions. The null hypotheses were that (1) there would be no difference in the

Gönderilme Tarihi/Received: 29 Temmuz, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 18 Kasım, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Sezer T, Esim E, Yılmaz E. Accuracy of An Intraoral Scanner That Uses Optical Triangulation and Confocal Microscopy Technology For Full-Arch Digital Implant Impression: *in Vivo* and *in Vitro* Evaluation. Selcuk Dent J 2025;12(1): 93-98 [Doi: 10.15311/selcukdentj.152411](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.152411)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Taygun SEZER

E-mail: taygunsezer@erciyes.edu.tr

[Doi: 10.15311/selcukdentj.152411](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.152411)

trueness between *in vivo* and *in vitro* acquisitions, and (2) there would be no difference in the precision between *in vivo* and *in vitro* acquisitions.

MATERIAL AND METHODS

The Erciyes University Clinical Research Ethics Committee reviewed and approved the procedures of this study (Approval number: 2023/557). All procedures were conducted following the principles of the Helsinki Declaration revised in 2013. A participant who had 4 implants (Straumann BLX, Institut Straumann AG, Switzerland) placed in the edentulous maxilla was included in the study after providing signed informed consent.

A provisional all-acrylic denture was fabricated for the immediate loading of four implants, supporting the maxillary cross-arch fixed prosthesis. Following the implant surgery, multiunit abutments (Straumann Screw Retained Abutment) were connected to the implants. Titanium cylinders (Straumann Temporary Abutment) were screwed onto the abutments, and access holes were drilled on the prosthesis to accommodate the titanium cylinders. After adjusting the position of the prosthesis in the mouth, it was fixed to the titanium cylinders using light-cured pattern resin (Jig Box Pattern Resin; Seoul, Korea). The prosthesis with the titanium cylinders was then removed from the mouth. The palatal portion of the prosthesis and the excess part of the titanium cylinders were trimmed. The inner part of the prosthesis was modified by adding acrylic resin to create a convex shape. After polishing and finishing, a provisional prosthesis with titanium copings was delivered to the patient. Following a 3-month period for osseointegration, the provisional prosthesis was removed. Laboratory analogues were attached to the titanium cylinders of the provisional prosthesis. Gingiva modelling silicone (Gingifast Elastic; Zhermack, Badia Polesine, Italy) was injected into the inner surface of the prosthesis for soft tissue modelling, and a master model was poured with the type IV stone (Elite Rock Fast; Zhermack). Thus, similar to previous studies, the implant positions in the mouth were transferred to the master model.^{25, 27}

CEREC Omnicam scanner (software version 5.2) was calibrated before taking intraoral impressions. The scan bodies (CARES Mono scan body, Straumann) were hand-tightened onto the multiunit abutments. All scan bodies and the gingiva surrounding the scan bodies were scanned using the intraoral scanner in continuous mode with the circular technique, as described previously.^{17, 22} The scanning process started from scan body A and continued until capturing the full anterior span between scan bodies B and C. Then, the scanner tip was turned 180 degrees towards the other quadrant, and the same scan path around the scan bodies on the contralateral side was captured. Ten intraoral scans were performed using the same protocol (IOS group). A standard 5-minute waiting period between scans allowed scanner cooldown.

The intraoral scanner was calibrated once again before extraoral impressions. Each scan body used in the intraoral scanning was hand-tightened to the corresponding analogue on the master model, maintaining the same orientation. Ten scans were performed following a similar scanning procedure as used for intraoral scanning (EIOS group). All the intraoral and extraoral digital scans were conducted by an experienced prosthodontist.

Reference data were acquired by scanning the master model using a high-accuracy industrial scanner (SmartScan-HE Aicon; Hexagone, Stockholm, Sweden). This scanner configuration has 2 separate high-resolution cameras and a blue LED light projector. Its smart data capture technology enables fast acquisition at variable resolutions. Calibration of the reference scanner and evaluation of the reference measurement were performed using a modular software package (Aicon OptoCat; Hexagone), which allows users to configure a setup tailored to their specific measurement requirements. Following the setup and calibration process, it was determined that the device had an accuracy of 2 μ m and a consistency rate of 99%.

All scan data were exported to Exocad Dental DB 3.1 (Align Technology, San Jose, California). The scan bodies were replaced with their original ones from the digital library. Subsequently, these modified files were exported to Geomagic Control X (3D Systems Corporation, Rock Hill, South Carolina) software in the standard tessellation language (STL) format for analysis. The accuracy of

of intraoral scanner was evaluated by measuring the distances and angles between the scan bodies. The distances between the central points on the upper surface of the scan bodies were measured using the "zero method", as described in previous studies.^{12,17,24} The points on the upper surface of the scan bodies were measured using the "zero method", as described in previous studies.^{12,17,24} The software tools were utilized to isolate the cylindrical surface and upper plane of the scan bodies. The intersection point between the central axis of the cylinder and the upper plane was identified as the center point. The distances were then measured between the center point of the scan bodies: A-B, A-C, and A-D (Figure 1). Similarly, the angulation evaluation was performed by measuring the angles between the central axes of the scan bodies: A-B, A-C, and A-D (Figure 2).

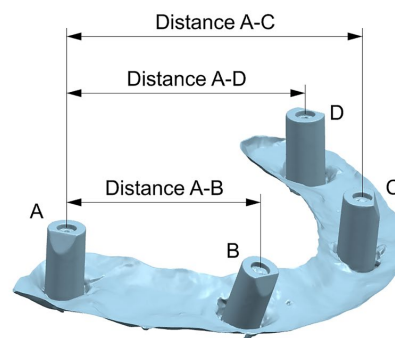


Figure 1. Distance measurement

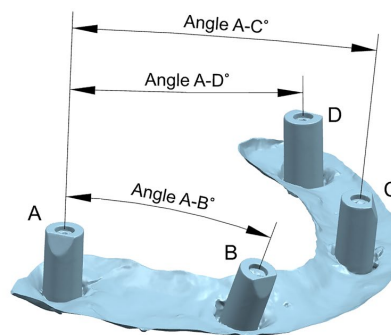


Figure 2. Angulation measurement

For the trueness evaluation, the distance and angular measurements obtained from the IOS and EIOS groups were compared to their respective reference scans, resulting in a total of 30 distance and angulation measurements for each group. The deviations in distance and angle were calculated by subtracting the reference data from the IOS and EIOS data. In the precision evaluation, the measurements of each distance and angulation derived from the 10 scans of the IOS or EIOS groups were compared with each other, resulting in a total of 135 distance and angulation measurements for each group. The deviations in distance and angulation for each measured segment, as well as the mean deviations of all segments (total deviations), were further analyzed as absolute values.³⁰

The data were analysed using SPSS v22.0 (IBM Corp, Endicott, New York) software. The normality of the data was evaluated with the Shapiro-Wilk test. Depending on the results, either a paired samples t-test or the Wilcoxon signed-ranks test was conducted to analyse statistically significant differences between groups. A significance level of $p < .05$ was used to determine statistical significance.

RESULTS

The results of the distance trueness for the IOS and EIOS groups are presented in **Figure 3**. The EIOS group exhibited higher distance trueness compared to the IOS group. In the IOS group, the A-B distance had the lowest deviation, while the A-C distance had the highest deviation. In the EIOS group, the distance deviation increased with an increase in the distance between the scan bodies. The mean total distance deviation ($p=.001$) and the mean deviation in A-C distance ($p<.001$) showed a statistically significant difference between the groups. However, there was no significant difference in A-B and A-D distances (**Table 1**).

Figure 4 shows the angle trueness results. In the IOS group, the lowest deviation was in the A-B angulation, while the highest deviation was in the A-C angulation. Mean angle deviations were higher in A-B than in A-C and A-D in the EIOS group. Significant statistical differences were observed in all angle trueness measurements between the IOS and EIOS groups (**Table 1**).

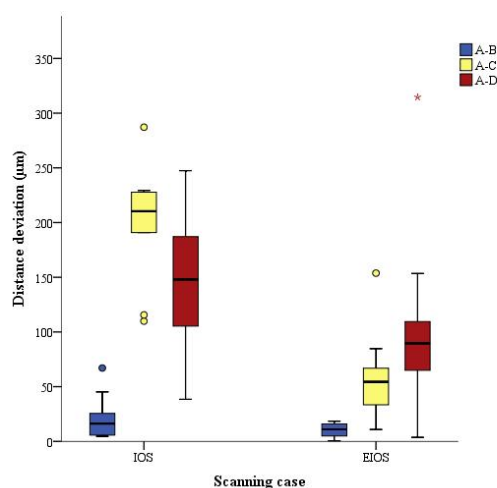


Figure 3. Box plots depicting the medians and interquartile ranges of the distance trueness for each pair of scan bodies in the groups

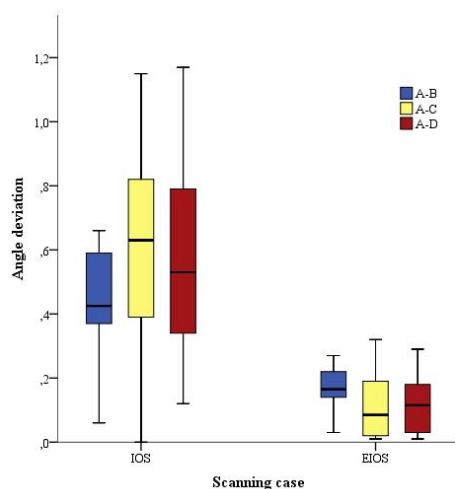


Figure 4. Box plots depicting the medians and interquartile ranges of the angle trueness for each pair of scan bodies in the groups

Table 1. The trueness measurements of distance and angulation in the IOS and EIOS groups

	Distance Deviation (µm)				Angle Deviation			
	Mean±SD	Median(min-max)	t	p	Mean±SD	Median(min-max)	t	p
IOS A-B	21.72 ± 20.18	16.26 (4.67 - 67.04)	-1.275 [†]	.203	0.44 ± 0.18	0.43 (0.06 - 0.66)	4.952 [†]	.001 ^a
EIOS A-B	10.05 ± 6.24	11.05 (0.59 - 18.38)			0.17 ± 0.07	0.17 (0.03 - 0.27)		
IOS A-C	200.06 ± 52.67	210.42 (109.91 - 287.14)	6.403 [†]	<.001 ^a	0.60 ± 0.33	0.63 (0 - 1.15)	4.875 [†]	.001 ^a
EIOS A-C	59.10 ± 39.79	54.38 (10.83 - 153.80)			0.12 ± 0.11	0.09 (0.01 - 0.32)		
IOS A-D	142.82 ± 65.06	148.03 (38.43 - 247.43)	-1.172 [†]	.241	0.57 ± 0.31	0.53 (0.12 - 1.17)	4.023 [†]	.003 ^a
EIOS A-D	104.11 ± 84.52	89.66 (3.67 - 314.66)			0.12 ± 0.09	0.12 (0.01 - 0.29)		
IOS Total	121.53 ± 89.55	117.9 (4.67 - 287.14)	-3.342 [†]	.001 ^a	0.53 ± 0.28	0.52 (0 - 1.17)	7.430 [†]	<.001 ^a
EIOS Total	57.75 ± 65.17	41.23 (0.59 - 314.66)			0.13 ± 0.09	0.14 (0.01 - 0.32)		

[†]Indicates Wilcoxon signed-rank test; [†]Indicates paired sample t-test; t: Test statistic; ^aStatistically significant value at $p<.05$

The results of the distance precision are presented in **Figure 5**. In both groups, the distance precision decreased as the distance between the scan bodies increased. The EIOS group exhibited less distance deviation compared to the IOS group. However, a statistically significant difference was found only in the A-B distance between the groups ($p=.002$; **Table 2**).

The findings regarding angle precision are illustrated in **Figure 6**. In both groups, the A-B angulation exhibited a lower mean deviation than the A-C and A-D angulations. The EIOS group demonstrated significantly higher precision than the IOS group in all angle deviation measurements (**Table 2**).

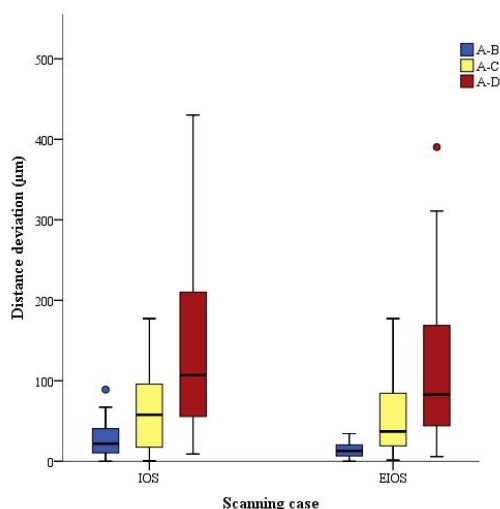


Figure 5. Box plots depicting the medians and interquartile ranges of the distance precision for each pair of scan bodies in the groups

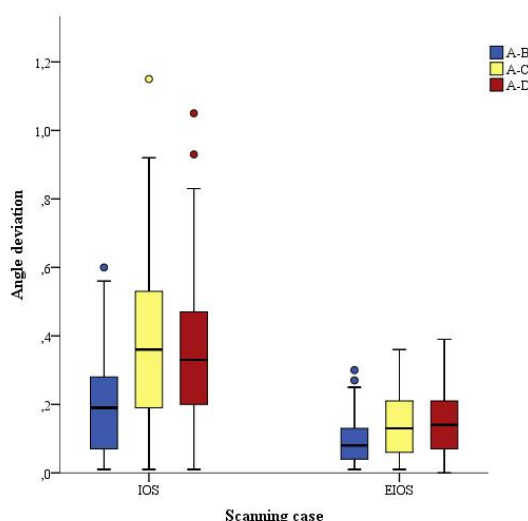


Figure 6. Box plots depicting the medians and interquartile ranges of the angle precision for each pair of scan bodies in the groups

Table 2. The precision measurements of distance and angulation in the IOS and EIOS groups.

	Distance Deviation (µm)				Angle Deviation			
	Mean±SD	Median(min-max)	t	p	Mean±SD	Median(min-max)	t	p
IOS A-B	27.34 ± 21.42	21.83 (0.02 - 89.05)	-3.132*	.002*	0.20 ± 0.15	0.19 (0.01 - 0.60)	-3.455*	.001*
EIOS A-B	14.40 ± 9.10	12.75 (0.03 - 34.33)			0.09 ± 0.07	0.08 (0.01 - 0.30)		
IOS A-C	57.51 ± 47.88	57.76 (0.35 - 177.23)	-0.519*	.604	0.40 ± 0.26	0.36 (0.01 - 1.15)	-4.967*	<.001*
EIOS A-C	52.05 ± 40.97	36.97 (1.45 - 177.26)			0.15 ± 0.10	0.13 (0.01 - 0.36)		
IOS A-D	145.35 ± 112.9	106.93 (8.98 - 430.19)	-0.943*	.346	0.37 ± 0.24	0.33 (0.01 - 1.05)	-4.713*	<.001*
EIOS A-D	112.26 ± 91.47	82.67 (5.81 - 390.39)			0.15 ± 0.09	0.14 (0 - 0.39)		
IOS Total	76.73 ± 87.26	47.61 (0.02 - 430.19)	-1.952*	.051	0.32 ± 0.24	0.27 (0.01 - 1.15)	-7.730*	<.001*
EIOS Total	59.57 ± 70.44	28.86 (0.03 - 390.39)			0.13 ± 0.09	0.11 (0 - 0.39)		

*Indicates Wilcoxon signed-rank test; t: Test statistic; *Statistically significant value at $p<.05$

DISCUSSION

This study analysed the trueness and precision of the CEREC Omnicam scanner for full-arch digital implant impressions in both *in vivo* and *in vitro* conditions. The results indicated that *in vivo* conditions resulted in reduced scanning trueness and precision compared to *in vitro* conditions. A significant difference was observed for most of the evaluated features in both trueness and precision assessments. Therefore,

both the first and second null hypotheses of the study were partially accepted.

This study is the second investigation conducted to evaluate both *in vivo* and *in vitro* accuracy of intraoral scanners for full-arch digital implant impressions. Rutkunas et al.²⁵ observed that the accuracy of the Trios 3 is influenced by intraoral conditions, suggesting that *in vitro* accuracy studies may not fully represent clinical conditions. Similarly, another study found that intraoral scanning of dental arches with the iTero (Align Technologies, San Jose, California) resulted in lower precision compared to model scanning with the same scanner, indicating that intraoral conditions negatively affected the accuracy of the intraoral scanners.²¹ Consistent with these previous findings, the current study demonstrated that *in vivo* scans using the CEREC Omnicam exhibited lower accuracy compared to *in vitro* scans.

Obtaining reference measurements for evaluating the *in vivo* accuracy of an intraoral scanner presents a challenge, as direct intraoral scanning with the reference scanner is not possible. Previous studies investigating the *in vivo* accuracy of intraoral scanners have utilized various techniques to transfer implant positions to the master model. These techniques include conventional impression using polyvinylsiloxane,²³ attaching pick-up transfers to a polymethyl methacrylate solid index using type 4 stone,²² and attaching scan bodies to titanium bars using pattern resin.²⁰ In our study, titanium cylinders were fixed to the provisional denture using pattern resin, similar to the solid index or titanium bar technique, and the implant positions were transferred to the plaster model. One advantage of this technique is the elimination of errors caused by the distortion of the impression material, as no impression material is used.

The main methodologies used for accuracy measurement include overall 3D deviation measurement with RMS (root mean squared) values of superimposed test and reference scans,^{6,8,13-16,18,20,21,25,28} 3D distance errors/angular deviations of scan bodies after superimposition of test and reference scans,^{14,22,25,27} and the distance/angular deviations between paired scan bodies without any superimposition.^{9,17} In the current study, distance/angular deviations between paired scan bodies without any superimposition were utilized.

There was a trend of increasing distance and angle deviation with greater scanning distance in the EIOS group. Previous studies have also reported similar findings, attributing this trend to the accumulated error during the stitching process.^{6,12,21,22,25} However, the highest deviations were generally observed in A-C angles and A-C distances in the IOS group. This could be attributed to the scanning pattern employed. It has been reported that vertical rotation in the anterior region can adversely affect scanning accuracy. In our study, the scanner tip was rotated 180 degrees towards the other quadrant at scan body C. Performing this manipulation in the oral cavity can be more challenging. Therefore, it is possible that more deviation occurred in scan body C, which is the region where the scanner tip is rotated, in the IOS group.

To the best of our knowledge, there are no studies in the literature specifically evaluating the accuracy of the CEREC Omnicam under *in vivo* conditions. However, several *in vivo* studies have evaluated the accuracy of different types of scanners for full-arch implant impressions.^{25,27,28} Rutkunas et al.²⁵ assessed the *in vivo* trueness and precision of distance and angulation between the scan bodies for the Trios 3. Distance trueness deviation varied from $18 \pm 7 \mu\text{m}$ to $32 \pm 19 \mu\text{m}$ ($21.72 \pm 20.18 \mu\text{m}$ to $200.06 \pm 52.67 \mu\text{m}$ in the IOS group in the present study). Distance precision deviation ranged from $10 \pm 3 \mu\text{m}$ to $44 \pm 18 \mu\text{m}$ ($27.34 \pm 21.42 \mu\text{m}$ to $145.35 \pm 112.9 \mu\text{m}$ in the IOS group in the present study). Angle trueness deviation varied from 0.07 ± 0.05 to 0.18 ± 0.10 (0.44 ± 0.18 to 0.57 ± 0.31 in the IOS group in the present study). Angle precision deviation varied from 0.11 ± 0.05 to 0.22 ± 0.14 (0.2 ± 0.15 to 0.37 ± 0.24 in the IOS group in the present study). Mandelli et al.²⁷ reported a mean distance trueness deviation of $240 \pm 80 \mu\text{m}$ to $800 \pm 230 \mu\text{m}$ for the True Definition. Chochlidakis et al.²⁸ found a mean 3D trueness deviation (RMS) of $162 \pm 77 \mu\text{m}$ for the True Definition. It is important to note that direct comparisons between these results and the present study are not possible due to variations in the evaluated scanners and the methodology used for accuracy measurement. However, Andriessen et al.²⁵ reported that an angle deviation of approximately 0.4 degrees and a distance deviation of 100 μm between two implants are considered clinically acceptable limits. In this study, the mean distance trueness was $121.53 \pm 89.55 \mu\text{m}$, with a maximum distance trueness of $287.14 \mu\text{m}$ in the IOS group. The mean angle

trueness was 0.53 ± 0.28 degrees, with a maximum angle trueness of 1.17 degrees. These results indicate that the trueness deviation of the CEREC Omnicam scanner is above the recommended clinically acceptable limit for full-arch implant impression.

Several *in vitro* studies have been conducted to evaluate the accuracy of the CEREC Omnicam for full-arch implant impressions.^{6,8,11,13,14} It reported that the 3D trueness deviation (RMS) ranged from 46.41^8 to $61 \mu\text{m}^{13}$ and the 3D precision deviation (RMS) ranged from 19^6 to $59 \mu\text{m}^{13}$ for the CEREC Omnicam. Albayrak et al.¹¹ investigated the trueness and precision of intraoral scanners for the edentulous mandible model with eight implants. They reported mean distance trueness of $229.72 \mu\text{m}$ ($57.75 \mu\text{m}$ in the EIOS group in the present study), a mean distance precision of $94.06 \mu\text{m}$ ($59.57 \mu\text{m}$ in the EIOS group in the present study), mean angle trueness of 0.53 degrees (0.13 degrees in the EIOS group in the present study), and a mean angle precision of 0.30 degrees (0.13 degrees in the EIOS group in the present study) for the CEREC Omnicam. Differences in the number of implants in the models and the methodology used to measure accuracy may contribute to the variations in the results obtained.

The limitations of this study include the use of only one intraoral scanner and the fact that digital impressions were taken from a single patient. However, it is worth noting that *in vitro* studies in the literature also scanned a single plaster model, making this study comparable to other existing studies.^{6,8,11,13,14} Nevertheless, additional clinical studies are necessary to evaluate the accuracy of intraoral scanners for full-arch implant impressions in diverse patient populations.

CONCLUSION

Within the limitations of this study, the following conclusions were reached: Full-arch digital implant impressions performed *in vivo* exhibited lower accuracy compared to those conducted *in vitro*. The accuracy of full-arch digital implant impressions made with the Cerec Omnicam under *in vivo* conditions was found to be below the previously reported clinically acceptable limit.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körlleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: TS (%60) EE(%20) EY(%20)
Veri Toplanması | Data Acquisition: TS (%30) EE (%35) EY (%35)
Veri Analizi | Data Analysis: TS(%40) EE (%30) EY (%30)
Makalenin Yazımı | Writing up: TS (%60) EE (%20) EY (%20)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: TS (%80) EE (%10) EY (%10)

REFERENCES

- Ul Huq M, Abdullah J, Farook T, Jamayet N, Marya A. A current update on the use of intraoral scanners in dentistry-a review of literature. *Int J Clin Dent* 2022;15:503-519.
- Floriani F, Lopes GC, Cabrera A, Duarte W, Zoidis P, Oliveira D, et al. Linear accuracy of intraoral scanners for full-arch impressions of implant-supported prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Dent* 2023;17:964-973.
- Joda T, Katsoulis J, Brägger U. Clinical fitting and adjustment time for implant-supported crowns comparing digital and conventional workflows. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016;18:946-954.
- Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res* 2020;64:109-113.
- Zhang YJ, Shi JY, Qian SJ, Qiao SC, Lai HC. Accuracy of full-arch digital implant impressions taken using intraoral scanners and related variables: A systematic review. *Int J Oral Implantol* 2021;14:157-179.
- Miyoshi K, Tanaka S, Yokoyama S, Sanda M, Baba K. Effects of different types of intraoral scanners and scanning ranges on the precision of digital implant impressions in edentulous maxilla: An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 2020;31:74-83.
- Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013;109:121-128.
- Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Papaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res* 2017;28:1360-1367.
- Menini M, Setti P, Pera F, Pera P, Pesce P. Accuracy of multi-unit implant impression: Traditional techniques versus a digital procedure. *Clin Oral Investig* 2018;22:1253-1262.
- Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:465-472.
- Albayrak B, Sukotjo C, Wee AG, Korkmaz İH, Bayındır F. Three-dimensional accuracy of conventional versus digital complete arch implant impressions. *J Prosthodont* 2021;30:163-170.
- Gimenez-Gonzalez B, Hassan B, Ozcan M, Pradies G. An in vitro study of factors influencing the performance of digital intraoral impressions operating on active wavefront sampling technology with multiple implants in the edentulous maxilla. *J Prosthodont* 2017;26:650-655.
- Vandeweghe S, Vervack V, Dierens M, De Bruyn H. Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 2017;28:648-653.
- Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health* 2020;20:1-21.
- Bilmenoglu C, Cilingir A, Geckili O, Bilhan H, Bilgin T. In vitro comparison of trueness of 10 intraoral scanners for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2020;124:755-760.
- Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, do Nascimento Tavares L, Rizzante FAP, George FM, et al. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent* 2021;125:294-299.
- Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:e54-e64.
- Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health* 2019;19:1-14.
- Li Z, Huang R, Wu X, Chen Z, Huang B, Chen Z. Effect of Scan Pattern on the Accuracy of Complete-Arch Digital Implant Impressions with Two Intraoral Scanners. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2022;37:731-739.
- Sezer T. Kısmi Ark Dijital İmplant Ölçülerinde 2 Farklı Ağız İçi Tarayıcının Doğruluğu: Karşılaştırmalı Bir İn Vitro Çalışma. *Selcuk Dental Journal* 2024;11:137-141.
- Sezer T, Sezer AB. Effects of Operator Experience and Scanning Distance on Intraoral Scanner Accuracy. *Necmettin Erbakan University Dental Journal* 2024;3:36-44.
- Sezer T, Esim E, Yılmaz E. Trueness of Intraoral Scanners in Different Scan Patterns for Full-Arch Digital Implant Impressions. *J Oral Implantol* 2024;50:426-430.
- Ochoa-López G, Revilla-León M, Gómez-Polo M. Influence of the ambient color lighting on the accuracy of complete arch implant scans recorded by using two intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2024; doi:10.1016/j.prosdent.2024.03.030.
- Ke Y, Zhang Y, Wang Y, Chen H, Sun Y. Comparing the accuracy of full-arch implant impressions using the conventional technique and digital scans with and without prefabricated landmarks in the mandible: An in vitro study. *J Dent* 2023;135:104561.
- Rutkunas V, Gedrimiene A, Akulauskas M, Fehmer V, Sailer I, Jegelevicius D. In vitro and in vivo accuracy of full-arch digital implant impressions. *Clin Oral Implants Res* 2021;32:1444-1454.
- Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:471-478.
- Mandelli F, Zaetta A, Cucchi A, Mangano FG. Solid index impression protocol: a hybrid workflow for high accuracy and passive fit of full-arch implant-supported restorations. *Int J Comput Dent* 2020;23:161-181.
- Chochlidakis K, Papaspyridakos P, Tsigarida A, Romeo D, Chen YW, Natto Z, et al. Digital versus conventional full-arch implant impressions: a prospective study on 16 edentulous maxillae. *J Prosthodont* 2020;29:281-286.
- Papaspyridakos P, De Souza A, Finkelman M, Sicilia E, Gotsis S, Chen YW, et al. K. Digital vs Conventional Full-Arch Implant Impressions: A Retrospective Analysis of 36 Edentulous Jaws. *Journal of Prosthodontics* 2023;32:325-330.
- Mandelli F, Keeling A, Gastaldi G, Ferrari M. Full-arch intraoral scanning: comparison of two different strategies and their accuracy outcomes. *Journal of Osseointegration* 2018;10:65-74.
- Andriessen FS, Rijkens DR, Van Der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: A pilot study. *J Prosthet Dent* 2014;111:186-194.

Maksiller Posterior Diş Köklerinin Maksiller Sinüs ile İlişkisinin Sinüs Lateral Duvar Kalınlığı Üzerine Etkisi: Retrospektif Bir Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Çalışması

Effect of the Relationship of Maxillary Posterior Tooth Roots with the Maxillary Sinus on Sinus Lateral Wall Thickness: A Retrospective Cone Beam Computed Tomography Study

Kevser SÖKMEN^a, Bilge KARCI^b

^aAlanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji AD, Antalya, Türkiye

^bAlanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontics, Antalya, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, üst posterior dişlerin köklerinin maksiller sinüs (MS) ile ilişkisinin sinüs lateral duvar kalınlığı (SLDK) üzerine etkisini konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) taramalarında retrospektif olarak incelemektir.

Gereç ve Yöntemler: Mevcut retrospektif çalışma, 117 hastaya ait 234 MS konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüsü üzerinde gerçekleştirildi. Diş kökleri MS ile ilişkisine göre 4 grupta (Tip 1, Tip 2, Tip 3, Tip 4) incelendi. SLDK sinüs tabanından 5 mm uzaklıkta değerlendirildi.

Bulgular: 2. premolar (P2), 1. molar (M1), 2. molar (M2) diş hizasında; kadınlar ile erkekler arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı ($p>0.05$). Sadece M1 diş hizasında; 60 yaş ve üzerindeki grubun SLDK'ları diğer yaş gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). P2 dişlerin hizasındaki SLDK diğer dişlerin hizasından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). P2 dişlerde Tip 1 sinüs ilişkisinin ve M2 dişlerde Tip 4 sinüs ilişkisinin görülme oranı diğer dişlerden anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). Tip 1 sinüs ilişkisine sahip bölgelerdeki SLDK, diğer sinüs ilişkilerine sahip bölgelere göre anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$).

Sonuçlar: SLDK P2 dişlerden M2 dişlere doğru gidildikçe azalmaktadır. Tip 1 sinüs ilişkisi ile en sık P2 dişlerde, Tip 4 sinüs ilişkisi ile ise en sık M2 dişlerde rastlanmaktadır. Üst posterior dişlerin MS ile yakın teması arttıkça SLDK azalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Konik ışınli bilgisayarlı tomografi; Maksiller sinüs; Sinüs lateral duvar kalınlığı; Üst posterior dişler

ABSTRACT

Background: This study aimed to retrospectively analyze the influence of the upper posterior teeth roots' interaction with the maxillary sinus (MS) on sinus lateral wall thickness (SLWT) as observed in cone beam computed tomography (CBCT) images.

Methods: This retrospective study analyzed 234 MS cone beam computed tomography (CBCT) images from 117 patients. Tooth roots were examined in 4 groups (Type 1, Type 2, Type 3, Type 4) according to their relationship with MS. SLWT was evaluated at a distance of 5 mm from the sinus floor.

Results: In the 2nd premolar (P2), 1st molar (M1), 2nd molar (M2) tooth alignment; no statistically significant difference was found between women and men in terms of SLDK ($p>0.05$). Only in the M1 tooth alignment; SLWT of the 60 years old and over group was found to be significantly higher than the other age groups ($p<0.05$). SLWT at the alignment of P2 teeth was found to be significantly higher than the alignment of other teeth ($p<0.05$). The incidence of Type 1 sinus relationship in P2 teeth and Type 4 sinus relationship in M2 teeth was found to be significantly higher than the other teeth ($p<0.05$). SLWT in regions with Type 1 sinus relationship was found to be significantly higher than in regions with other sinus relationships ($p<0.05$).

Conclusions: SLWT decreases from P2 teeth to M2 teeth. Type 1 sinus relationship is most common in P2 teeth, and Type 4 sinus relationship is most common in M2 teeth. SLDK decreases as the close contact of the upper posterior teeth with the MS increases.

Keywords: Cone beam computed tomography; Maxillary sinus; Sinus lateral wall thickness; Upper posterior teeth

GİRİŞ

Dental implantlar, eksik dişlerin rehabilitasyonunda sıklıkla başvurulana güncel bir tedavi yöntemidir. Alveolar kemiğin genişlik ve yüksekliğindeki yetersizlik dental implantların yerleştirilmesini zorlaştırmaktadır.¹ Bu durum ile üst posterior dişlerin çekimi sonrasında maksiller sinüslerin (MS'lerin) alveolar krestal alana yayılması sonucu sıklıkla karşılaşılmaktadır. Posterior bölgede dental implantların yerleştirilmesi için yeterli kemik yüksekliği bulunmadığında MS tabanının yükseltilmesi cerrahisi en yaygın kullanılan prosedürdür.²

MS tabanının yükseltilmesinde, krestal ve lateral pencere yaklaşımı olmak üzere iki farklı cerrahi yöntem kullanılmaktadır. Kemik yüksekliğinin minimal olduğu vakalarda lateral pencere yaklaşımı, krestal yaklaşıma göre daha fazla membran elevasyonuna izin vermesi ve daha fazla kemik büyütme elde edilmesi ile tercih sebebidir.³ Lateral pencere tekniğinde; öncelikle MS'nin lateral duvarına kemik osteotomisi ile bir giriş penceresi açılır ve sinüs membranı bölgeye özel sinüs elevatörleri ile dikkatlice kaldırılır. Daha sonra oluşan boşluk kemik greftleri ile doldurularak alveolar kemik yüksekliği artırılmış olur.⁴ Bu cerrahi yaklaşımda en sık karşılaşılan komplikasyon schneiderian membran olarak adlandırılan MS membranının perforasyonudur. Sinüs yükseltme operasyonlarının yaklaşık %11-56'sında karşılaşılan bir problemidir.⁵ MS'de septa varlığı, sinüsün patolojik rahatsızlıkları ve oroantral fistül mevcudiyeti gibi durumlarda sinüs elevasyonu sırasında membran perforasyonları oluşabilmektedir. Sinüs lateral duvar

kalınlığındaki (SLDK) farklılıklar ise MS'ye ulaşabilmek amacıyla yapılan kemik osteotomi sırasında sinüs membranında perforasyonlarla karşılaşmamıza sebebiyet vermektedir.⁶ SLDK da dahil olmak üzere MS'deki anatomik varyasyonların cerrahi öncesi belirlenmesi bu komplikasyonların önüne geçebilmek açısından kritik öneme sahiptir.⁷ Bu amaçla tek başına panoramik radyografiler üzerinden değerlendirme yapmak MS'nin anatomik varyasyonlarını belirlemek için yeterli olmayabilir.⁸ Bu nedenle cerrahi öncesi üç boyutlu görüntü veren ve süperpozisyonları ortadan kaldırarak kesitsel incelemeye olanak sağlayan konik ışınli bilgisayarlı tomografiler (KIBT) üzerinden cerrahi öncesi analiz yapmak daha akıllıcadır. KIBT görüntüleri incelenerek SLDK'nın cerrahi öncesi belirlenmesi sinüs perforasyonları ile karşılaşılma sıklığını önemli ölçüde azaltacaktır.⁹

SLDK'yı inceleyen birçok KIBT çalışması mevcuttur.⁹⁻¹¹ Ancak bildiğimiz kadarıyla üst posterior dişlerin MS ile ilişkisinin SLDK üzerine etkisini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada amacımız, üst posterior dişlerin köklerinin MS ile ilişkisinin, cinsiyetin ve yaşı SLDK üzerine etkisini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma Popülasyonu

Bu çalışma, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 14.05.2024 tarihinde 05/04 numarası ile onaylandı. Bu çalışmada, 2021-2023 yılları arasında Alanya Ağız ve Diş

Gönderilme Tarihi/Received: 23 Ocak, 2025

Kabul Tarihi/Accepted: 13 Mart, 2025

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Sökmen K, Karcı B. Maksiller Posterior Diş Köklerinin Maksiller Sinüs ile İlişkisinin Sinüs Lateral Duvar Kalınlığı Üzerine Etkisi: Retrospektif Bir Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Çalışması. Selcuk Dent J 2025;12(1): 99-103 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1625562](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1625562)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Kevser SÖKMEN

E-mail: kevser.sokmen@alanya.edu.tr

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1625562](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1625562)

Sağlığı Merkezi'ne başvurarak tomografi çektiren hastaların KIBT görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışmaya 234 hastaya ait MS KIBT görüntüsü dahil edildi. Bu hastalara ait KIBT görüntüleri üzerinden SLDK ve üst posterior dişlerin MS ile ilişkisi değerlendirildi. Mevcut çalışmanın protokolü, Helsinki Bildirgesi ile uyumlu olarak gerçekleştirildi.

Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Çalışmada sadece ikinci premolar (P2), birinci molar (M1) ve ikinci molar (M2) değerlendirildi. Değerlendirme yapılan bölgede bu dişlerin hepsinin ağızda bulunması ve periapikal bölgeleri ile MS'nin net görüntülenmesi ana dahil edilme kriterleri olarak belirtildi. Üst posterior bölgedeki eksik dişler, apeksi tam kapanmamış dişler, gömülü dişler, alşılmadık kök konfigürasyonuna sahip dişler, dental implantlar, MS cerrahileri, oroantral ilişki ve tanısal olmayan düşük kaliteli KIBT görüntüleri hariç tutma kriteri olarak belirtildi.

Diş Kökü-Maksiller Sinüs İlişkisinin Değerlendirilmesi

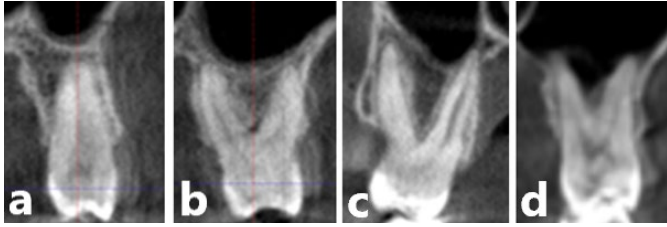
Üst çene posterior bölgede yer alan P2, M1 ve M2 dişlerin kök ucu ile MS tabanı arasındaki dikey mesafe KIBT görüntülerine sagittal düzlemde bakılarak değerlendirildi. MS tabanı ile ilişkisi daha önceki çalışmalarda önerildiği gibi 4 sınıfa ayrıldı (Resim 1);¹²

Tip 1: Kök ucu MS kemik tabanı ile temas halinde değildir.

Tip 2: Kök ucu MS kemik tabanı ile temas halindedir.

Tip 3: Bir kök ucu MS içerisine doğru çıkıntı yapar.

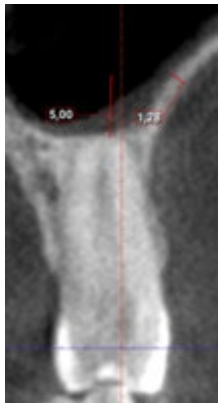
Tip 4: İki veya daha fazla kök ucu MS içerisine doğru çıkıntı yapar.



Resim 1. Diş kökü-maksiller sinüs ilişkisinin değerlendirildiği sagittal kesitli KIBT görüntüsü a. Tip 1 maksiller sinüs ilişkisi b. Tip 2 maksiller sinüs ilişkisi c. Tip 3 maksiller sinüs ilişkisi d. Tip 4 maksiller sinüs ilişkisi

Maksiller Sinüs Lateral Duvar Kalınlığının Değerlendirilmesi

SLDK ölçümleri üst P2, M1 ve M2 dişlerin hizasında olacak şekilde 3 farklı bölgeden yapıldı. KIBT görüntülerine koronal düzlemde bakılarak MS tabanından 5 mm uzaklıkta SLDK değerlendirildi (Resim 2).¹⁰



Resim 2. Sinüs lateral duvar kalınlığının değerlendirildiği koronal kesitli KIBT görüntüsü

Demografik Değişkenlerin Değerlendirilmesi

Hastalar yaş ve cinsiyet değişkenlerine göre gruplandırılarak SLDK üzerine etkileri değerlendirildi. Yaş gruplarına göre 3 sınıfa ayrıldı;¹³

Grup I: 18-34 yaş

Grup II: 35-59 yaş

Grup III: 60 yaş üstü

İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen bulguların istatistiksel analizleri için IBM SPSS Statistics 22 programı kullanıldı. Kolmogorov-Smirnov testi, parametrelerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek için kullanıldı ve elde edilen parametrelerin normal dağılım göstermediği bulundu. Kruskal Wallis testi çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, medyan, frekans) ile niceliksel verilerin karşılaştırılmasında, parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında kullanıldı. Dunn's test farklılığa neden çıkan grubun tespitinde kullanıldı. Mann Whitney U testi parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında kullanıldı. Ki-Kare testi ise niteliksel verilerin karşılaştırılmasında kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Çalışma 139'u (%59.4) kadın ve 95'i (%40.6) erkek olmak üzere toplam 234 olgunun 702 dişi ile yapıldı. Olguların 94'ü (%40.2) 18-34 yaş arasında, 100'ü (%42.7) 35-59 yaş arasında ve 40'ı (%17.1) 60 yaş ve üzerindeydi.

P2, M1, M2 diş hizasında; kadınlar ile erkekler arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Cinsiyete göre her diş hizasındaki sinüs lateral duvar kalınlıklarının değerlendirilmesi

Diş	Cinsiyet	Minimum	Maximum	Ort±SS	Medyan	p
2.premolar	Kadın	0.82	3.69	1.70±0.57	1.56	0.904
	Erkek	0.80	3.49	1.71±0.63	1.56	
1.molar	Kadın	0.80	4.75	1.51±0.66	1.28	0.965
	Erkek	0.56	5.19	1.52±0.70	1.28	
2.molar	Kadın	0.67	3.0	1.20±0.52	1.02	0.658
	Erkek	0.70	2.6	1.12±0.35	1.02	

Mann Whitney U Test

* $p < 0.05$

P2 ve M2 diş hizasında; yaş grupları arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0.05$). M1 diş hizasında; yaş grupları arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p:0.009$; $p < 0.05$). 60 yaş ve üzerindeki olguların SLDK'ları, 18-34 yaş ($p:0.007$) ve 35-59 yaş arası ($p:0.046$) olgulardan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p < 0.05$). 18-34 yaş ve 35-59 arası yaş grupları arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p:1.000$; $p > 0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Yaşa göre her diş hizasındaki sinüs lateral duvar kalınlıklarının değerlendirilmesi

Diş	Yaş	Minimum	Maximum	Ort±SS	Medyan	p
2.premolar	18-34 yaş	0.85	3.69	1.70±0.61	1.56	0.333
	35-59 yaş	0.8	3.68	1.66±0.57	1.53	
	60 ve üstü	0.82	3.4	1.82±0.64	1.71	
1.molar	18-34 yaş	0.82	2.84	1.39±0.48	1.28	0.009*
	35-59 yaş	0.56	3.96	1.52±0.70	1.28	
	60 ve üstü	0.80	5.19	1.81±0.90	1.59	
2.molar	18-34 yaş	0.67	2.68	1.10±0.37	1.02	0.342
	35-59 yaş	0.70	2.82	1.20±0.48	1.02	
	60 ve üstü	0.70	3.0	1.25±0.57	1.08	

Kruskal Wallis Test

* $p < 0.05$

Diş grupları arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p:0.001$; $p < 0.05$). P2 dişlerin hizasındaki SLDK, M1 ($p:0.001$) ve M2 ($p:0.001$) dişlerin hizasından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p < 0.05$). M1 dişlerin hizasındaki SLDK, M2 ($p:0.001$) dişlerin hizasından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p < 0.05$) (Tablo 3).

Tablo 3. Diş gruplarına göre sinüs lateral duvar kalınlığının değerlendirilmesi

Diş	Sinüs lateral duvar kalınlığı				p
	Minimum	Maximum	Ort±SS	Medyan	
2.premolar	0.80	3.69	1.70±0.60	1.56	0.001*
1.molar	0.56	5.19	1.52±0.68	1.28	
2.molar	0.67	3	1.17±0.46	1.02	
Toplam	0.56	5.19	1.46±0.62	1.28	

Kruskal Wallis Test

*p<0.05

Diş gruplarına göre diş kökü-MS ilişkilerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu (p:0.001; p<0.05). P2 dişlerde Tip 1 sinüs ilişkisinin görülme oranı (%58.1), M1 (%20.5) ve M2 (%11.5) dişlerden anlamlı şekilde yüksek bulundu. M2 dişlerde Tip 4 sinüs ilişkisinin görülme oranı (%45.7), P2 (%0) ve M1 (%27.8) dişlerden anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.05) (Tablo 4).

Tablo 4. Diş gruplarına göre diş kökü-maksiller sinüs ilişkisinin değerlendirilmesi

Diş kökü-maksiller sinüs ilişkisi	2. Premolar	1. Molar	2. Molar	Toplam	p
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Tip 1	136 (% 58.1)	48 (% 20.5)	27 (% 11.5)	211 (% 30.1)	0.001*
Tip 2	51 (% 21.8)	50 (% 21.4)	30 (% 12.8)	131 (% 18.7)	
Tip 3	47 (% 20.1)	71 (% 30.3)	70 (% 29.9)	188 (% 26.8)	
Tip 4	0 (% 0)	65 (% 27.8)	107 (% 45.7)	172 (% 24.5)	

Ki-kare test

*p<0.05

Diş kökü-MS ilişkileri arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu (p:0.001; p<0.05). Tip 1 sinüs ilişkilerinin SLDK'ları, Tip 2 (p:0.001), Tip 3 (p:0.001) ve Tip 4 (p:0.001) sinüs ilişkilerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.05). Tip 2 sinüs ilişkilerinin SLDK'ları, Tip 3 (p:0.001) ve Tip 4 (p:0.001) sinüs ilişkilerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.05). Tip 3 sinüs ilişkilerinin SLDK'ları, Tip 4 (p:0.001) sinüs ilişkilerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.05) (Tablo 5).

Tablo 5. Diş kökü maksiller sinüs ilişkisine göre sinüs lateral duvar kalınlığının değerlendirilmesi

Diş kökü-maksiller sinüs ilişkisi	Sinüs lateral duvar kalınlığı				p
	Minimum	Maximum	Ort ± SS	Medyan	
Tip 1	1	5.19	2.10 ± 0.68	1.97	0.001*
Tip 2	0.89	2.84	1.48 ± 0.34	1.41	
Tip 3	0.8	1.9	1.19 ± 0.22	1.17	
Tip 4	0.56	1.71	0.97 ± 0.22	0.89	

Kruskal Wallis Test

*p<0.05

TARTIŞMA

Bu çalışmada amacımız, üst posterior dişlerin köklerinin MS ile ilişkisinin ve demografik değişkenlerin SLDK üzerine etkilerini KIBT taramalarında retrospektif olarak araştırmaktır. Bu çalışma diş kökü ile MS ilişkisinin SLDK üzerine etkisini inceleyen bilgilerimiz dahilinde ilk araştırmadır. Çalışmamızdan elde edilen veriler ışığında, üst posterior dişlerin kökü ile MS ilişkisinin SLDK'yı etkilediği bulundu.

Lateral pencere tekniği ile MS tabanı yükseltilmesi cerrahisinde sinüs membranına ulaşmak amacıyla yapılan kemik osteotomisi sırasında pencere alt kenarının MS tabanından 3-5 mm uzaklıkta olacak şekilde hazırlanması önerilmektedir.^{14,15} Topbas ve ark.¹⁶ 246 KIBT görüntüsü üzerinde SLDK'yı değerlendirdikleri çalışmalarında SLDK'yı sinüs tabanından 3 ve 5 mm uzaklıkta ölçmüşlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise SLDK'yı hazırlanacak pencerenin merkezine denk gelecek şekilde sinüs tabanından 5 mm uzaklıkta değerlendirilmiştir.¹⁷ Bizde 234 KIBT görüntüsünü değerlendirdiğimiz çalışmamızda önceki çalışmalarla benzer şekilde SLDK'yı sinüs tabanından 5 mm uzaklıkta değerlendirdik.

Alqhtani ve ark.¹⁸ 99 hastaya ait 198 MS KIBT görüntü üzerinde P1, P2, M1 ve M2 dişlerin hizasında SLDK'yı sinüs tabanından 5 mm uzaklıkta değerlendirdikleri çalışmada erkek ve kadın bireyler arasında SLDK açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Yapılan benzer bir çalışmada da 242 KIBT görüntüsü incelenmiş ve

cinsiyet ile SLDK arasında anlamlı bir ilişki olmadığı gösterilmiştir.¹⁹ Buna karşın yapılan güncel bir çalışmada 238 hastaya ait KIBT görüntüsü değerlendirilmiş ve erkek bireylerde daha kalın sinüs lateral duvar ile karşılaşıldığı bildirilmiştir.²⁰ Bizim çalışmamızda erkek ve kadın bireyler arasında incelenen tüm dişlerin hizasındaki SLDK açısından farklılık bulunamaması önceki çalışmalarla tutarlıdır. Yapılan güncel çalışma ile farklı olan sonuçlarımızın kullanılan araştırma yöntemi ve popülasyondaki farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Lim ve ark.²¹ 109 KIBT görüntüsünü üzerinde farklı SLDK'ların cerrahi erişim üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmada yaş grupları arasında üst posterior dişlerin hizasındaki SLDK açısından farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada 150 KIBT görüntüsü incelenmiş ve yaşın SLDK üzerinde etkili bir faktör olmadığı bildirilmiştir.²² Konu ile ilgili bir başka çalışmada da 405 hastaya ait KIBT görüntüsü incelenmiş ve benzer şekilde SLDK'nın yaş farklılığından etkilendiği gösterilmiştir.²³ Buna karşın geçmiş bir çalışmada 412 hastaya ait KIBT görüntüsü değerlendirilmiş ve yaşın sadece M1 ve M2 diş hizasındaki SLDK'da anlamlı bir farklılığa neden olduğu, P2 diş hizasında anlamlı bir farklılık göstermediği bildirilmiştir.²⁴ Bir başka çalışmada ise 716 MS KIBT görüntüsü üzerinde M1 diş hizasında SLDK değerlendirilmiş ve yaşlanma ile sinüs tabanından 3 ve 13 mm uzaklıktaki SLDK'nın azaldığı bildirilmiştir.²⁵ Açıkça görülüyor ki yaşın SLDK üzerine etkisi hala tartışmalıdır ve bu konuyu araştıran daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bizim çalışmamızda sadece M1 diş hizasındaki SLDK 60 yaş ve üzerindeki grupta diğer yaş gruplarına göre istatistiksel olarak yüksek bulundu. P2 ve M2 diş hizasındaki SLDK açısından yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı. Çalışmalardaki bu farklı sonuçların hastaların etnik kökeninden, yaş gruplarına düşen olgu sayısından ve SLDK'nın ölçüm yerlerindeki farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Danes-Sani ve ark.¹⁰ 430 KIBT görüntüsü üzerinde SLDK'yı sinüs tabanının 5 mm koronalinde değerlendirdikleri çalışmada SLDK'nın posterior bölgeye doğru gidildikçe azaldığını ve M2 diş hizasında en ince olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan retrospektif bir çalışmada ise 150 dişli ve 150 dişsiz bölgeyi içeren KIBT görüntüsü üzerinde P2, M1 ve M2 dişlerin hizasında sinüs tabanından 1 cm uzaklıktaki SLDK incelenmiş ve en ince duvarın M2 diş hizasında, en kalın duvarın ise M1 diş hizasında olduğu bildirilmiştir. Bu durumu zygomatik kemigin maksiller kemik ile M1 diş hizasında bağlantı yapıyor olması ile açıklamışlardır.²⁶ Bizim çalışmamızda P2 dişten M2 dişe doğru gidildikçe SLDK'nın incelendiğinin bulunması Danes-Sani ve ark.'nın çalışması ile tutarlıdır. Retrospektif çalışma ile çelişen sonuçlarımızın nedeninin SLDK'yı değerlendirirken sinüs tabanına olan ölçüm mesafesindeki farklılıktan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Makris ve ark.²⁷ üst posterior dişlerin (P2, M1, M2) MS ile ilişkisini değerlendirdikleri KIBT çalışmasında M1 ve M2 dişlerin köklerinin sinüs içine çıkıntı yapma prevalansının daha yüksek olduğunu ve P2 dişlerin kökleri ile MS arasında çoğunlukla kortikal kemik tabaka bulunduğunu bildirmişlerdir. Üst posterior dişlerin MS ile ilişkisini KIBT üzerinde geçmiş bir başka çalışmada da benzer şekilde MS ile en yakın ilişkide bulunan diş köklerinin M2 dişe ait olduğu ve bunu sırasıyla M1, P2 ve P1 diş köklerinin takip ettiği bildirilmiştir.²⁸ Yapılan başka bir çalışmada ise 325 KIBT görüntüsü incelenmiş ve Tip 1 ilişki olarak adlandırdıkları MS tabanı ile temas olmama durumunun en sık P1 ve P2 dişlerinde rastlandığı ve Tip V ilişki olarak adlandırdıkları birden fazla kökün sinüs içine çıkıntı yapması durumunun en sık M2 dişlerinde rastlandığı bildirilmiştir.²⁹ Bizim çalışmamızda P2 dişlerde Tip 1 sinüs ilişkisinin ve M2 dişlerde Tip 4 sinüs ilişkisinin görülme oranının diğer dişlerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunması önceki çalışmalarla tutarlıdır.

Sun ve ark.¹⁹ 242 KIBT görüntüsü üzerinde sinüs lateral duvarında anastomoz kanalını değerlendirdikleri çalışmada alveolar kretten sinüs tabanına olan mesafe arttıkça SLDK'nın da arttığını ve aralarında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda diş köklerinin MS ile temasta olmadığı durumlar olan Tip 1 ilişkilerle P2 dişlerde ve iki veya daha fazla kökü MS içersine doğru çıkıntı yapan Tip 4 ilişkilerle M2 dişlerde daha sık karşılaşıldığı bulundu. Bu durum bize Sun ve ark.'nın da çalışmasında bahsettiği gibi alveolar kret ile MS tabanı arasındaki mesafenin premolar bölgeden molar bölgeye doğru gidildikçe azalabileceğini düşündürmektedir. Bu sonuç öngörülebilir bir durum olmasına rağmen diş kökü-MS ilişkisinin SLDK'ya etkisini araştıran bir çalışmaya

rastlanamamıştır. Çalışmamız bu konuyu değerlendiren bilginiz dahilindeki ilk çalışma olması nedeniyle literatüre katkıları açısından oldukça kıymetlidir.

Pizzini ve ark.¹⁷ lateral pencere tekniği ile MS tabanı yükseltilmesi cerrahisi sırasında membran perforasyonuna neden olan faktörleri inceledikleri sistematik incelemede membran perforasyonunun daha kalın yapıdaki SLDK ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan benzer bir çalışmada 209 KIBT görüntüsü incelenmiş ve SLDK 2 mm'den büyük olduğunda perforasyon oranının %56.4, 1 mm'den küçük olduğunda %12.1 olduğu bildirilmiştir.⁹ Güncel bir çalışmada ise lateral pencere tekniği ile MS tabanı yükseltilmesi cerrahisinde membran perforasyonu riskini etkileyen faktörleri araştırılmış ve SLDK'daki 1mm'lik artışın sinüs perforasyon riskini 13.40 kat artırdığı bildirilmiştir.³ Bu çalışmalar lateral pencere yaklaşımıyla MS tabanı yükseltilmesi cerrahisi öncesinde SLDK'nın tomografi kullanılarak ayrıntılı analizinin yapılması ile kemik osteotomisi sırasında ortaya çıkabilecek perforasyonların önüne geçebileceğini göstermektedir. Bu nedenle bizde çalışmamızda SLDK'yı etkileyebileceğini düşündüğümüz bir faktör olan diş kökü-MS ilişkisini değerlendirdik. Bu sayede teşhis radyografileri üzerinden diş köklerinin sinüs ile ilişkisine bakılarak SLDK hakkında ön bir çıkarımda bulunulabilir ve şüpheli durumlarda KIBT üzerinden SLDK'nın daha ayrıntılı değerlendirilmesi yapılarak perforasyon riski azaltılabilir.

Bu çalışmada ekipman ve etik sınırlamalar nedeniyle, üst posterior dişlerin diş kökü-MS ilişkisi ve bunun SLDK üzerine etkisi sadece KIBT görüntüleri üzerinden retrospektif olarak değerlendirildi. Klinik olarak değerlendirme yapılamaması bu çalışmanın sınırlamasıydı.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlı sonuçlarına dayanarak üst posterior dişlerin MS ile yakınlığı arttıkça SLDK azalmaktadır. SLDK farklı referans noktalarına göre değişiklik göstermekte olup, premolar bölgeden molar bölgeye doğru gidildikçe azalmaktadır. Ayrıca premolar bölgeden molar bölgeye doğru gidildikçe köklerin MS ile yakınlığı artmaktadır. Tip 1 sinüs ilişkisi en sık P2 dişlerde, Tip 4 sinüs ilişkisi ile ise en sık M2 dişlerde rastlanmaktadır. Lateral pencere tekniği MS tabanı yükseltilmesi cerrahisinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için cerrahisi öncesi SLDK'nın ve üst posterior dişlerin MS ile ilişkisinin KIBT taramalarında derinlemesine değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylelikle lateral kemik osteotomisi sırasında sıklıkla karşılaşılan sinüs perforasyonu komplikasyonların önüne geçilebilir. Üst posterior dişlerin köklerinin MS ile ilişkisinin SLDK üzerine etkilerini belirlemek amacıyla klinik değerlendirmenin de yapıldığı, daha büyük örneklem üzerinde çalışılan, daha kapsamlı çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

Teşekkür / Acknowledgements

Yazarlar, CBCT arşivinin kullanımına izin verdiği için Alanya Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi Başhekim Dr. Ahmet Emre Uysal'a teşekkürlerini sunarlar.

The authors would like to thank Dr. Ahmet Emre Uysal, Chief Physician of Alanya Oral and Dental Health Center, for allowing the use of the CBCT archive.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körlème

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: KS (%100)

Veri Toplanması | Data Acquisition: KS (%80) BK (%20)

Veri Analizi | Data Analysis: KS (%100)

Makalenin Yazımı | Writing up: KS (%100)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: KS (%80) BK (%20)

KAYNAKLAR

- Chatzopoulos GS, Wolff LF. Dental implant failure and factors associated with treatment outcome: A retrospective study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 2023; 124:101314
- Alshamrani AM, Mubarki M, Alsager AS, et al. Maxillary Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques, Presurgical Evaluation, and Complications. *Cureus* 2023;15: e49553
- Nemati M, Khodaverdi N, Hosn Centenero SA, Tabrizi R. Which factors affect the risk of membrane perforation in lateral window maxillary sinus elevation? A prospective cohort study. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 2023; 51:427-432
- Virnik S, Cueni L, Kloss-Brandstätter A. Is one-stage lateral sinus lift and implantation safe in severely atrophic maxillae? Results of a comparative pilot study. *International journal of implant dentistry* 2023; 9:6
- Altayar BA, Al-Tayar B, Lin WM, et al. Cone-beam computed tomographic analysis of maxillary sinus septa among Yemeni population: a cross-sectional study. *Bmc Oral Health* 2023;23
- Shao Q, Li J, Pu R, et al. Risk factors for sinus membrane perforation during lateral window maxillary sinus floor elevation surgery: A retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2021; 23:812-820
- Monje A, Catena A, Monje F, et al. Maxillary sinus lateral wall thickness and morphologic patterns in the atrophic posterior maxilla. *J Periodontol* 2014;85:676-682
- Marin S, Kirnbauer B, Rugani P, Payer M, Jakse N. Potential risk factors for maxillary sinus membrane perforation and treatment outcome analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21:66-72
- Basma H, Saleh I, Abou-Arrej R, et al. Association between lateral wall thickness and sinus membrane perforation during lateral sinus elevation: A retrospective study. *Int J Oral Impl* 2021; 14:77-85
- Danesh-Sani SA, Movahed A, ElChaar ES, Chong Chan K, Amintavakoli N. Radiographic Evaluation of Maxillary Sinus Lateral Wall and Posterior Superior Alveolar Artery Anatomy: A Cone-Beam Computed Tomographic Study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017; 19:151-160
- de Souza Fernandes AC, Barreto Nascimento GI, de Souza Pereira F, et al. Gingival Biotype and Its Relationship with the Maxillary Membrane and Lateral Wall Thickness. *J Oral Implantol* 2021; 47:280-286
- Belgin CA, Bayrak S, Atakan C. Determination of alveolar bone height according to the relationship between molar teeth and maxillary sinus. *Oral Maxillofac Surg* 2021; 25:175-180
- Wu XS, Cai QD, Huang D, Xiong PW, Shi LS. Cone-beam computed tomography-based analysis of maxillary sinus pneumatization extended into the alveolar process in different age groups. *Bmc Oral Health* 2022;22
- Cheon KJ, Yang BE, Cho SW, Chung SM, Byun SH. Lateral Window Design for Maxillary Sinus Graft Based on the Implant Position. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17
- Testori T, Tavelli L, Yu SH, et al. Maxillary Sinus Elevation Difficulty Score with Lateral Wall Technique. *Int J Oral Max Impl* 2020; 35:631-638
- Topbas NK, Alpoz E. Evaluation of Maxillary Sinus Width and Lateral Wall Thickness Using Cone - Beam Computed Tomography. *Meand Med Dent J* 2021; 22:50-61
- Pizzini A, Basma HS, Li P, Geurs NC, Abou-Arrej RV. The impact of anatomic, patient and surgical factors on membrane perforation during lateral wall sinus floor elevation. *Clin Oral Implants Res* 2021; 32:274-284
- Alqhtani NR, Alqhtani AR, Alqhtani AM, et al. Study of Lateral Wall Thickness of the Maxillary Sinus in Left and Right Sides for Female and Male: A Cross Sectional Retrospective Study Using Cone Beam Computed Tomography. *Curr Med Imaging* 2022; 18:855-861
- Sun W, Liu A, Gong Y, Shu R, Xie Y. Evaluation of the Anastomosis Canal in Lateral Maxillary Sinus Wall with Cone Beam Computerized Tomography: A Clinical Study. *J Oral Implantol* 2018; 44:5-13
- Zhou Q, Qiao F, Zhu D. The Radiological Evaluation of the Anatomy of the Alveolar Antral Artery and the Lateral Wall Thickness Using Cone-Beam Computed Tomography: A Retrospective Study. *Curr Med Imaging* 2023
- Lim EL, Ngeow WC, Lim D. The implications of different lateral wall thicknesses on surgical access to the maxillary sinus. *Braz Oral Res* 2017;31: e97
- Kiakojsori A, Nasab SPM, Abesi F, Gholinia H. Radiographic assessment of maxillary sinus lateral wall thickness in edentulous posterior maxilla. *Electron Physician* 2017; 9:5948-5953
- Ciftci R, Tasdemir R, Cihan OF. Anatomical Evaluation of the Alveolar Antral Artery in the Turkish Population: A Cone-Beam Computed Tomography Study. *Cureus* 2023;15: e44163
- Li J, Zhou ZX, Yuan H, et al. [A study of maxillary sinus lateral wall thickness of Han population in Jiangsu region using cone-beam CT]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2013; 22:537-541
- Yildirim TT, Güncü GN, Colak M, Tözüm TF. The Relationship between Maxillary Sinus Lateral Wall Thickness, Alveolar Bone Loss, and Demographic Variables: A Cross-Sectional Cone-Beam Computerized Tomography Study. *Med Prin Pract* 2019; 28:109-114
- Khajehahmadi S, Rahpeyma A, Zarch SHH. Association Between the Lateral Wall Thickness of the Maxillary Sinus and the Dental Status: Cone Beam Computed Tomography Evaluation. *Iran J Radiol* 2014;11
- Makris LML, Devito KL, D'Addazio PSS, Lima CO, Campos CN. Relationship of maxillary posterior roots to the maxillary sinus and cortical bone: a cone beam computed tomographic study. *Gen Dent* 2020;68: e1-e4
- Junqueira RB, Souza-Nunes LA, Scalioni FAR, et al. Anatomical evaluation of the relationship between the maxillary posterior teeth and maxillary sinus. *Gen Dent* 2020; 68:66-71
- Razumova S, Brago A, Howijeh A, et al. Evaluation of the relationship between the maxillary sinus floor and the root apices of the maxillary posterior teeth using cone-beam computed tomographic scanning. *Journal of conservative dentistry: JCD* 2019; 22:139-143

Preparation and Quality Assessment of a Dental Trauma Website

Dental Travma ile İlgili İnternet Sitesinin Hazırlanması ve Kalite Değerlendirmesi

Ezgi YILMAZ^a, Ece EDEN^b^aEdirne Provincial Health Directorate, Oral Dental Health Center, Edirne, Türkiye^aEdirne İl Sağlık Müdürlüğü Ağız Diş Sağlığı Merkezi, Edirne, Türkiye^bEge University, School of Dentistry, Department of Pedodontics, İzmir, Türkiye^bEge Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, İzmir, Türkiye

ABSTRACT

Background: The aim of the study was to create a website in Turkish with adequate information on emergency care for dental trauma patients and to determine its effect by assessing the users' level of knowledge.

Materials and Methods: The domain "disacil.ege.edu.tr" hosts a Turkish website regarding immediate treatment options for dental trauma in University's server. Information on the emergency management of dental trauma in both dentitions and the mobile application "ToothSOS", along with the addresses of facilities operating around-the-clock in the city of İzmir were provided. Keywords as "tooth injury, emergency tooth injury, tooth dislocation, İzmir, dental trauma, tooth fracture, dental emergency, emergency tooth" were used to display the webpage. The website was assessed using the standards set out by DISCERN, JAMA, and Ensuring Quality Information for Patients (EQIP). The texts readability was rated using the Cetinkaya-Uzun Readability Index. The website's comprehension was tested on 200 parents of patients who applied to the pediatric dentistry clinic at the university using pre- and post-tests.

Results: The website met JAMA requirements and obtained 64 points for the DISCERN instrument and 75 scores on EQIP. "Educational" and "Independent Readability Level" were assigned to the texts. In the post-test, there was an increase in number of right answers. The rate of correct answers was higher in the 'high education' group. The answers related to the storage media for an avulsed tooth showed the greatest improvement with statistically significant difference ($p < 0,05$), from 17% to 57%. When using a 5-Point Likert Scale, the average understandability score was 4.5.

Conclusion: The findings showed that the website may increase knowledge on health information related to dental trauma. Online clear, accurate, and trustworthy information regarding dental trauma in Turkish may help trauma sufferers for better outcomes in Turkey and may serve as a good model for other countries.

Keywords: Website, Dental trauma, Health information, JAMA, DISCERN, EQIP

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, dental travma hastaları için acil bakım konusunda yeterli bilgi içeren Türkçe bir web sitesi oluşturmayı ve kullanıcıların bilgi düzeyini değerlendirerek etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntemler: "disacil.ege.edu.tr" alan adı, Üniversite sunucusunda dental travma için acil tedavi seçeneklerini listeleyen Türkçe bir web sitesine ev sahipliği yapmaktadır. Her iki dişte de diş travmasının acil yönetimi ve "ToothSOS" mobil uygulaması hakkında bilgi ve İzmir'de 24/7 hizmet veren tesislerin adresleri verilmiştir. Web sayfasını tanımlamak için "diş yaralanması, acil diş yaralanması, dişin yerinden oynaması, İzmir, dental travma, diş kırığı, dental acil durum, acil diş" gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Web sitesi DISCERN, JAMA ve Ensuring Quality Information for Patients (EQIP) tarafından belirlenen standartlar kullanılarak incelenmiştir. Metnin okunabilirliği Çetinkaya-Uzun Okunabilirlik Endeksi kullanılarak değerlendirilmiştir. Web sitesinin anlaşılabilirliği, üniversitedeki çocuk diş hekimliği kliniğine başvuran 200 hasta ebeveyni üzerinde ön ve son testler kullanılarak test edilmiştir.

Bulgular: Web sitesi JAMA gerekliliklerini karşılamaktadır ve DISCERN için 64 ve EQIP için 75 puan almıştır. Metin okunabilirliği "Eğitici" ve "Bağımsız Okunabilirlik Düzeyi" olarak saptanmıştır. Son testte doğru cevap sayısında artış görülmüştür. Doğru cevap oranı 'yüksek eğitim' grubunda daha yüksektir. Avulse bir dişin saklanma ortamıyla ilgili cevaplar %17'den %57'ye çıkarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p < 0,05$) göstermiştir. 5'li Likert Ölçeği kullanıldığında, ortalama anlaşılabilirlik puanı 4,5 olmuştur.

Sonuçlar: Bulgular, web sitesinin dental travma ile ilgili sağlık bilgisini artırabileceğini göstermiştir. Dental travma ile ilgili Türkçe olarak çevrimiçi açık, doğru ve güvenilir bilgi, Türkiye'de travma hastalarına acil durumda daha iyi sonuçlara ulaşmak için yardımcı olabilir ve diğer ülkeler için iyi bir model olabilir.

Anahtar Kelimeler: Web sitesi, Diş travması, Sağlık bilgisi, JAMA, DISCERN, EQIP

INTRODUCTION

Traumatic dental injuries involve hard and soft tissues of the teeth and the surrounding tissues. Every year, several million people suffer a traumatic dental injury with varying consequences.¹ Head, face, and dental injuries are generally more common in the first decade of life, and the incidence of these decreases as time passes.² The oral area constitutes 1% of the whole body, but injuries in the oral area compose 5% of the whole-body injuries.¹ While dental and surrounding tissue injuries were observed in 92% of patients presenting with dental trauma, soft tissue injuries were detected in only 28% of them.^{1,3} Fractures in the jawbone are much rarer and occur at a rate of 6%.³ Although certain groups are more affected by these sudden and unexpected injuries, the risk of dental trauma is present for everyone.⁴

The likelihood of the treatment being successful declines, and the prognosis of the tooth is negatively impacted when the correct information on emergency-care cannot be obtained in a timely manner and the medical facilities cannot be reached for treatment on time.⁵ To reduce traumatic aftereffects, it is crucial to avoid dental trauma instances with precautions and provide information about appropriate and prompt treatment.⁶ Unfortunately, a few countries have taken

dental injuries as seriously as other emergencies by appointing an organized national emergency dental service and have sought to promote emergency response at the accident site.⁷⁻⁹

Improvements in knowledge of lay people on dental trauma through the media and comprehensive dentistry education programs are helpful to provide first-aid in the accident site.¹⁰⁻¹⁵ Studies showed that visiting schools, giving lectures, distributing brochures, making television advertisements, or making posters may be used to minimize the sequels of dental trauma.^{11,12} It is important to note that raising awareness of dental trauma management among the public, including children, is a good way to improve the prognosis of avulsed teeth.¹⁶ It seems wise to disseminate information regarding dental trauma management through publicly accessible communication platforms in order to ensure such benefits.

The internet and widely used mobile applications are some of the simplest methods to obtain information nowadays, making them useful for obtaining first aid instructions at the scene of an accident. The International Association of Dental Traumatology (IADT) has developed a mobile application, entitled ToothSOS, with the aim of providing assistance to patients suffering from trauma, as well as to professionals

Gönderilme Tarihi/Received: 3 Aralık, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 28 Mart, 2025

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Yılmaz E, Eden E. Preparation and Quality Assessment of a Dental Trauma Website. Selcuk Dent J 2025;12(1): 104-109 [Doi: 10.15311/selcukdentj.15595491](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.15595491)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ece EDEN

E-mail: ece.eden@ege.edu.tr

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1595491](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1595491)

and educators in this field. The application contains IADT guidelines for the professionals and first aid management with photographs are available for lay people. ToothSOS allows users to quickly get the information they require via their smartphones.^{17,18} This helpful application is translated to many languages and available free of charge. However, this application needs to be installed by people who are not widely aware of its existence in general. Therefore, internet, one of the most convenient sources of health information, may be used to provide clear, precise guidance and instructions on how to deal with dental trauma when needed. ToothSOS application may also be introduced and promoted through the website.

However, as the internet is not subject to the oversight of any specific governing body, it is imperative to ensure the reliability of health-related information that is accessible online. Quality standards like JAMA benchmarks or DISCERN criteria may be used to provide efficiency. Authorship, citing sources, disclosure and the indication of the time when the content was created and updated are the four criteria of JAMA benchmarks.¹⁹ DISCERN is a tool that uses 16 questions scored by 5-point Likert scale allowing users to systematically judge the reliability and usefulness of the online health information.²⁰ Ensuring Quality Information for Patients (EQIP)²¹ involves 20 questions, with responses evaluated as follows: 1 point for a response that is true, 0.5 points for a response that is partly true, and 0 points for a response that is not true. The total score is then multiplied by 100 to provide an overall percentage.

The understandability of the health information by lay people is closely related with the readability of the text. Çetinkaya-Uzun Readability Index is a formula specifically designated to measure readability of Turkish texts.²²

The paucity of trustworthy and easily understandable websites on health information in native languages is a matter of some significance. As an example, no websites that give complete, accurate, and immediate information regarding emergency interventions were found when the internet pages concerning dental trauma created in Turkish were investigated.²³

In the context of acute dental trauma, it is imperative to have ready access to reliable information that is devoid of advertisements, succinct, and unambiguous. The objective of this study is to develop a website that is user-friendly, contains sufficient information, and can provide accurate data to individuals who have experienced dental trauma and their parents in a timely manner. The study will also assess the effectiveness of the website by evaluating the users' knowledge levels.

Materials and Methods

The study is comprised of two stages. The initial stage is the creation of a website on emergency dental first aid. The second stage involves conducting a survey to evaluate the impact of the website on users' knowledge levels.

Several learning objectives that constitute the information that needs to be delivered to the person searching for help in a traumatic dental emergency were determined. The website's learning objectives include the knowledge on distinction between primary and permanent anterior teeth, the importance of application time after dental trauma, appropriate transport solution of an avulsed tooth, the place where dental trauma frequently occurs, and the information on mobile application about dental trauma (ToothSOS). The survey part of the study is conducted in the city of İzmir, and therefore the institutions that are open 24 hours 7 days in the city center were included on the website along with the generalized information on where to apply in an emergency out of business hours was given at a national level.

The website is hosted on the university sub-domain "disacil.ege.edu.tr", where "disacil" signifies "tooth emergency" in Turkish. E.E. and E.Y. have been identified as the website's managers.

The primary title "First Aid in Emergency Tooth Injuries" was followed by four sub-titles. These subtitles are "First Aid in Primary Tooth Injuries", "First Aid in Permanent Tooth Injuries", "First Aid in Cases of Complete Displacement of the Tooth" and "Where to Apply for an Emergency Tooth Injury?"

The tab "Where to apply for emergency dental injuries?" included the contact details of the institutions in İzmir that are available twenty-four hours a day, seven days a week for patients to apply. The main page's running banner included several images of dental trauma patients. Links to YouTube videos that are titled as "Avulsion" and "ToothSOS" prepared using the Powtoon program have also been added to the page, along with figures made with the Storyboard program. The keywords "tooth injury, emergency tooth injury, tooth dislocation, İzmir, dental trauma, tooth fracture, emergency dental, and dental emergency" were chosen and uploaded to the system to define this website so that the website would appear when these search terms are entered in search engines. The readability of Turkish texts on the website was determined using the Çetinkaya-Uzun Readability Index.²² JAMA¹⁹, DISCERN²⁰ and Ensuring Quality Information for Patients (EQIP)²¹ criteria were used to ensure the quality of the health information on the website.

Ethical approval has been obtained (1075 / 31.08.2021) for the assessment of user's knowledge levels. Based on power analysis conducted to achieve 95% statistical significance, minimum of 72 was required for the sample size. Parents of dental patients who applied to the Department of Pediatric Dentistry during September 2021 till January 2022 with simple random sampling were included in the study. Baseline knowledge level on dental trauma and sociodemographic data (age, gender, education level) were obtained by a pre-test. The survey questions were in accordance with the learning objectives of the website's content (Table 1). Preliminary information about the study was given and written consent was obtained. The applicants completed the pre-test, and they access the website on their personal mobile phones and went through the content at their own pace and then answered the questions on the post-test. On a Likert scale ranging from 1 to 5, participants were asked to rank the intelligibility of the material they read on the website, with 5 representing the best score at the end of the post-test. The Chi-square test was used for statistical analysis of pre- and post-tests in relation to gender, age groups and education level. P-value of <0.05 was considered significant.

Table 1. Pre-test and post-test questions (correct answers are indicated with bold letters)

Questions	Multiple Choice Answers
1) Which of the following is not one of the most appropriate health centers to contact in the event of an emergency dental injury?	a. Dentist b. Pediatric Dentist c. Faculty of Medicine Emergency Service d. Oral and Dental Health Center e. No idea
2) What is the most appropriate way to carry an avulsed tooth to the dentist?	a. Dry napkin b. Milk c. Tap water d. Saline physiological e. No idea
3) Which of the following should not be done when a permanent tooth has avulsed?	a. The tooth is held by the root. b. It is washed under running water for ten seconds. c. The tooth is placed in its socket by looking at the adjacent tooth. d. The patient bites a clean gauze or handkerchief to hold the tooth in place. e. No idea
4) Which of the following is the institution for a person who has a dental accident in Bostanlı park at 10.00 on Monday to apply?	a. Katip Çelebi University Dental School b. Karşıyaka Oral and Dental Health Center c. Torbalı Oral and Dental Health Center d. Bornova Oral and Dental Health Center e. No idea
5) At what age do the child's permanent front teeth erupt?	a. 3-4 years old b. 7-8 years old c. 10-11 years old d. 15-16 years old e. No idea
6) When is the best time to visit the dentist after a tooth injury for a more successful outcome?	a. In the first hour b. Within 10-12 hours c. Within the first day d. Within the first week e. No idea
7) Where do injuries usually occur in children aged 0-6 years?	a. Gym b. School c. House d. Street e. No idea
8) Which of the following is the institution for a person who had a dental accident in Urla on Sunday?	a. Private dental practice b. Narlıdere Oral and Dental Health Centre c. Ege University Dental School d. Dokuz Eylül University Faculty of Medicine Emergency Service e. No opinion
9) A milk tooth that has been dislodged as a result of a fall or impact must be replaced immediately.	a. True b. False
10) There is a mobile phone application for intervention in dental injuries.	a. True b. False

Results

Readability of the Turkish text on the website evaluated by Çetinkaya-Uzun Index revealed that the sub-headings "First Aid in Primary Tooth Injuries", "First Aid in Permanent Tooth Injuries" and "Where to Apply for Emergency Dental Injuries" were found to be at the level of 'independent readability'. The page titled "Emergency Dental Injuries" and "First Aid in Cases of Complete Displacement of the Tooth" were found to be at the 'educational readability level'.

The website was prepared in accordance with JAMA, DISCERN and Ensuring Quality Information for Patients (EQIP) criteria. The website met all JAMA criteria as the authorship, references, the upload date and the aim of the website were clearly reported. The DISCERN score of the website was 64 out of 80 because some DISCERN questions were not suitable for the website prepared such as "Does it provide support for shared decision-making?" and "Does it describe how the treatment choices affect overall quality of life?" since the website was mainly giving information on emergency treatment. This score is well above the average, offering generally trustworthy and high-quality information but lacks perfection in some areas that are out of scope of the aim of the page.

The EQIP score was 75 out of 100 because some EQIP questions were inappropriate for the website prepared because of its construction, such as "Does the document have a space for the reader to make notes?" This score indicates a patient-centered, high level of quality in the written information presented on the website.

The study was conducted on a sample of 200 parents of dental patients who had applied to the Department of Pediatric Dentistry between September 2021 and January 2022 in Izmir. Demographic data of applicants who were involved in the study are reported on Table 2. One participant did not answer the question about education status. Education level of the participants was divided into two groups as 'high education' (University and postgraduate education) and 'minimum education' (primary, secondary, and high school education) for further statistical evaluations. Survey questions were statistically evaluated in terms of gender, age in three subgroups (18-30, 31-50, 51+) and educational status using chi-square test.

Table 2. Demographic findings of the study group

Demographic characteristics		Number	%
Gender (n=200)	Female	128	64
	Male	72	36
Age (n=200)	18-30 years old	37	18.5
	31-50 years old	150	75
	51 years and older	13	6.5
Education level (n=199)	Primary school	17	8.5
	Secondary school	25	12.6
	High school	63	31.7
	University	89	44.7
	Postgraduate	5	2.5

The difference in correct answers among pre- and post-tests showed no statistical significance in relation to age ($p > 0.05$). The rate of correct answers was higher in the 'high education' group.

There was a statistically significant difference for two questions in relation to gender and education level (Table 3).

Participants were asked to rate the text they read on the website with a Likert scale scoring from 1 to 5 in terms of intelligibility as 5 being the highest score. 15 participants (7.5%) rated the website with "3", where 60 participants (30%) rated as "4", and most of them (121 participants- 60.5%) as "5". Four participants (2%) did not answer this question. Accordingly, the intelligibility of the website was calculated as 4.5 on average.

Table 3. Percentage of correct answers for questions that showed statistically significant difference within the study group

Question	Correct answer %	
	Pre-test	Post-test
What is the most appropriate way to carry an avulsed tooth to the dentist? *	17,5	57
At what age do the child's permanent front teeth erupt? **	79	86

* Statistically significant difference in gender in favor for 'female participants' ($p=0,01$)

** Statistically significant difference in education level in favor for 'high education level' ($p=0,01$)

Discussion

Dental trauma is a public health problem that affects mostly children and teenagers and calls for quick action.²⁴ It can manifest itself in several ways, from a straightforward enamel break to complex maxillofacial injury that affects the teeth and surrounding tissues.²⁵ Given that it is a costly condition that necessitates lifetime therapy, it is a serious worry for patients, parents, and dentists.²⁶ The prognosis of the treatment depends heavily on timely and proper intervention of the injured teeth and surrounding tissues at the time of the accident.

In today's world, access to healthcare services and online resources for health information are increasing because of the rapid development of information and communication technologies. Many studies have shown that the internet is becoming increasingly popular as a source of health information for both consumers and information providers.^{27,28} The use of health systems in this way provides important benefits in the field of patient-doctor relations and individuals' easy access to health information.²⁷ In a circumstance that necessitates emergency treatment, such as dental trauma, it is crucial to be able to get accurate and trustworthy information where internet may be an easily accessible platform for the public.^{23, 26}

People's lack of knowledge about dental trauma and its emergency treatment is one of the main reasons why adequate and emergency care cannot be provided in a timely manner.^{5,26} The results of a study carried out in İzmir which is the third largest city in Turkey showed that caregivers of child patients who experienced dental trauma did not know where to apply for emergency treatment and that there was a lack of information on the subject, leading to most of them applying to emergency clinics of general hospitals and losing time.⁵ According to this study, only 19.3% of trauma patients were able to receive a suitable intervention in time which showed the importance of the critical knowledge.⁵

In the study by Quaranta A et al,²⁹ families were invited to specify the sources from which they had obtained information regarding the appropriate course of action to take in the event of dental trauma. The results showed that most of the information came from health professionals, mostly dentists (72%), and family doctors (8%), and very few from media like television (3%) and the internet (2%).²⁹ A variety of training tools such as a storybook, a poster or the ToothSOS application for training non-dentist on emergency management in avulsion were used and found similarly effective in increasing level of knowledge.³⁰ Youtube has been used as a source of health information on many topics and studies on evaluating the information on dental avulsion showed that it generally hosts videos with low usefulness in regard to the management of avulsed teeth.^{31,32} A recent study of YouTube content revealed that high-content videos constituted a mere 21.2% of all videos pertaining to dental trauma in children.³³

The findings of a study on the quality of Turkish websites on dental trauma²³ and the low rate of treatment accessibility in an emergency dental trauma situation in a İzmir⁵ established the need for the creation of a Turkish information source in this field that may also present as a good example for international literature. Within the limitations of this study, the impact of web-based information on laypeople was assessed using questionnaires. The results indicated a rise in knowledge level; however, the difference was not particularly pronounced. Despite the creation of a high-quality and intelligible website, the low percentage of right answers given to some questions in our study may be linked to low health literacy.³⁴ On the other hand, the applicants were not self-related with the issue but rather were parents of patients who applied to the clinic for ordinary dental treatments, hence the percentage of right responses given to some questions has not changed much. It may be anticipated that they probably did not extensively review the website since this was not their main priority. Additionally, when you browse down the website's pages, less people were viewing the subheadings. One explanation for this is that patients were not searching for information on their individual needs for dental trauma and probably did not read all the information provided or continued their surfing. The improvement in knowledge and the number of pages viewed would likely have been higher if this study had been limited to parents of trauma victims. Another drawback is that the participants may not be savvy internet

users and might simply access the main page when they click on the link, not clearly understand how to continue with the sub-pages. A systematic review reported a positive correlation between eHealth literacy and health-related behavior.³⁵ Therefore, further studies may be planned to link the technological capability as 'internet user ability' by eHealth literacy level and improvement in knowledge obtained from the website.

The extent to which laypeople's knowledge on dental trauma is evaluated is negligible, and a significant lack of knowledge, awareness, and skills related to the prevention, identification, and management of dental injuries is prevalent in the population.³⁶⁻³⁸ Maganur et al.³⁶ reported that only 10.8% of subjects preferred to store the avulsed tooth in milk, Kaul et al.³⁸ reported that 20.65% correctly answered the appropriate storage medium, whereas in our study it was 17.5%. The current evidence demonstrates suboptimal levels of understanding regarding TDIs and their management, particularly among parents, who exhibit a marked paucity of knowledge regarding avulsions to permanent teeth, which necessitate prompt and adequate management.

In the present study, there was a statistically significant improvement in the knowledge on transport solution for an avulsed tooth. This may show that a well-organized website is an effective tool to spread the right health information to the public. The dissemination of health and medical information via the Internet has the potential to enhance the transfer of knowledge from health professionals to the public, thereby facilitating the maintenance and improvement of public health.

While English is a widely used language globally, it is crucial to understand the importance of localizing webpages in the native languages of each country to ensure effective communication with the public. In addition to the quality of the website, it is essential to consider strategies for increasing its popularity in order to reach the intended target audience more effectively. The website's popularity may be increased by a combination of strategies that target enhanced visibility, engagement, and user experience. The utilisation of relevant keywords is a technique employed to optimise website content for search engines.³⁹ The use of compelling, keyword-rich titles and descriptions has been demonstrated to attract more people from search engines. The utilisation of links to relevant external web pages and the active engagement with social media platforms can broaden the reach of the website, thereby enhancing its visibility in search engine results.^{31-33,39} It is hypothesised that emergency interventions for patients suffering from dental trauma will be enhanced via the internet by the creation of a high-quality website. Such webpages in the native language of the intended audience with the source being from national health service or government will facilitate access to health-related materials for people who may otherwise encounter difficulties in obtaining such information. Further studies with a longitudinal design are required to investigate this hypothesis.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu makale, 11. CONSEURO Antalya Kongre'sinde poster olarak sunulan ve 'Dış Hekimliği Eğitimi' konusunda üçüncülük ödülü kazanmış ancak tam metni yayımlanmayan "Preparation of Website Containing Information About Dental Trauma and Evaluation of Its Quality and Readability" adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmiş hâlidir.

Bu çalışma Prof.Dr. Ece EDEN danışmanlığında 28.02.2022 tarihinde sunduğumuz/tamamladığımız 'Dental Travma ile İlgili Bilgi İçeren İnternet Sitesinin hazırlanması ve Kalitesi ile okunabilirliğinin Değerlendirilmesi' başlıklı yüksek lisans/doktora tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is the version of the presentation named "Preparation of Website Containing Information About Dental Trauma and Evaluation of Its Quality and Readability", which was presented as a poster at the 11th Conseuro Antalya Congress and won Third Best Prize in 'Dental Education' topic, but whose full text was not published, by improving and partially changing the content.

This study has been prepared on the basis of the master's/doctoral thesis titled "Preparation of Website Containing Information About Dental Trauma and Evaluation of Its Quality and Readability" which we submitted/completed on 28.02.2022 under the supervision of Prof.Dr. Ece EDEN.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: EE (%65) EY (%35)
Veri Toplanması | Data Acquisition: EY (%60) EE (%40)
Veri Analizi | Data Analysis: EE (%10) EY (%90)
Makalenin Yazımı | Writing up: EE (%60) EY (%40)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: EY (%10)
EE (%90)

REFERENCES

- Petti S, Glendor U, Andersson L. World traumatic dental injury prevalence and incidence, a meta-analysis—One billion living people have had traumatic dental injuries. *Dental Traumatology*. 2018;34(2):71-86. doi:10.1111/edt.12389
- Lauridsen E, Hermann NV, Gerdts TA, Kreiborg S, Andreasen JO. Pattern of traumatic dental injuries in the permanent dentition among children, adolescents, and adults. *Dental Traumatology*. Published online 2012. doi:10.1111/j.1600-9657.2012.01133.x
- Andersson L. Epidemiology of traumatic dental injuries. *Pediatr Dent*. 2013;35(102-5).
- Lam R. Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries: A review of the literature. *Aust Dent J*. Published online 2016. doi:10.1111/adj.12395
- Kayılıoğlu Zencircioğlu Ö, Eden E, Öcek ZA. Access to health care after dental trauma in children: A quantitative and qualitative evaluation. *Dental Traumatology*. 2019;35(3):163-170. doi:10.1111/edt.12467
- Toprak ME, Tuna EB, Seymen F, Gençay K. Traumatic dental injuries in Turkish children, Istanbul. *Dent Traumatol*. 2014;30(4):280-284. doi:10.1111/edt.12092
- Zaitoun H, North S, Lee S, Albadri S, McDonnell ST, Rodd HD. Initial management of paediatric dento-alveolar trauma in the permanent dentition: a multi-centre evaluation. *Br Dent J*. 2010;208(6):E11; discussion 254-5. doi:10.1038/sj.bdj.2010.254
- Sigurdsson A. Evidence-based review of prevention of dental injuries. *J Endod*. 2013;39(3 Suppl):S88-93. doi:10.1016/j.joen.2012.11.035
- Evans DJ, Smith MP, Grant SM, Crawford MA, Bond J. Out-of-hours emergency dental services--development of one possible local solution. *Br Dent J*. 2001;191(10):550-554. doi:10.1038/sj.bdj.4801230
- Addo ME, Parekh S, Moles DR, Roberts GJ. Knowledge of dental trauma first aid (DTFA): The example of avulsed incisors in casualty departments and schools in London. *Br Dent J*. 2007;202(10):1-6. doi:10.1038/sj.bdj.2007.328
- Al-Asfour A, Andersson L. The effect of a leaflet given to parents for first aid measures after tooth avulsion. *Dental Traumatology*. 2008;24(5):515-521. doi:10.1111/j.1600-9657.2008.00651.x
- Al-Asfour A, Andersson L, Al-Jame Q. School teachers' knowledge of tooth avulsion and dental first aid before and after receiving information about avulsed teeth and replantation. *Dental Traumatology*. 2008;24(1):43-49. doi:10.1111/j.1600-9657.2006.00476.x
- Filippi C, Kirschner H, Filippi A, Pohl Y. Practicability of a tooth rescue concept - The use of a tooth rescue box. *Dental Traumatology*. 2008;24(4):422-429. doi:10.1111/j.1600-9657.2008.00598.x
- Al-Sane M, Bourisly N, Almulla T, Andersson L. Laypeople's preferred sources of health information on the emergency management of tooth avulsion. *Dental Traumatology*. 2011;27(6):432-437. doi:10.1111/j.1600-9657.2011.1025.x
- Lieger O, Graf C, El-Maaytah M, Von Arx T. Impact of educational posters on the lay knowledge of school teachers regarding emergency management of dental injuries. *Dental Traumatology*. 2009;25(4):406-412. doi:10.1111/j.1600-9657.2009.00798.x
- Arikan V, Sönmez H. Knowledge level of primary school teachers regarding traumatic dental injuries and their emergency management before and after receiving an informative leaflet. *Dental Traumatology*. 2012;28(2):101-107. doi:10.1111/j.1600-9657.2011.01042.x
- Duruk G, Gümüşboğa ZŞ. Effectiveness of the ToothSOS App as a training tool for the emergency management of traumatic dental injuries among non-dentists. *Dental Traumatology*. 2022;38(3):229-237. doi:10.1111/edt.12742
- Khehra A, Cohenca N, Cehreli ZC, Levin L. The International Association of Dental Traumatology ToothSOS mobile app: A 2-year report. *Dent Traumatol*. 2021;37(1):145-150. doi:10.1111/edt.12609
- Silberg WM, Lundberg GD, Musacchio RA. Assessing, controlling, and assuring the quality of medical information on the Internet: Caveant lector et viewer—Let the reader and viewer beware. *JAMA*. 1997;277(15):1244-1245.
- Charnock D, Shepperd S, Needham G, Gann R. DISCERN: An Instrument for Judging the Quality of Written Consumer Health Information on Treatment Choices. Vol 53.; 1999.
- Moult B, Franck LS, Brady H. Ensuring quality information for patients: development and preliminary validation of a new instrument to improve the quality of written health care information. *Health Expect*. 2004;7(2):165-175. doi:10.1111/j.1369-7625.2004.00273.x
- Uzun GL. *Identifying and Classifying the Readability Levels of Turkish Texts*. www.atiner.gr/papers.htm
- Yilmaz E, Eden E. Evaluation of The Quality of Information About Dental Trauma on Internet. *Journal of Ege University School of Dentistry*. 2020;41(3):231-235. doi:10.5505/eudfd.2020.86570
- Bastone EB, Freer TJ, McNamara JR. Epidemiology of dental trauma: A review of the literature. *Aust Dent J*. 2000;45(1):2-9. doi:10.1111/j.1834-7819.2000.tb00234.x
- Petti S, Glendor U, Andersson L. World traumatic dental injury prevalence and incidence, a meta-analysis—One billion living people have had traumatic dental injuries. *Dent Traumatol*. 2018;34(2):71-86. doi:10.1111/edt.12389
- Glendor U. Has the education of professional caregivers and lay people in dental trauma care failed? *Dent Traumatol*. 2009;25(1):12-18. doi:10.1111/j.1600-9657.2008.00707.x
- Santana S, Lausen B, Bujnowska-Fedak M, Chronaki CE, Prokosch HU, Wynn R. Informed citizen and empowered citizen in health: results from an European survey. *BMC Fam Pract*. 2011;12:20. doi:10.1186/1471-2296-12-20
- Van de Belt TH, Engelen LJP, Berben SAA, Teerenstra S, Samsom M, Schoonhoven L. Internet and social media for health-related information and communication in health care: preferences of the Dutch general population. *J Med Internet Res*. 2013;15(10):e220. doi:10.2196/jmir.2607
- Quaranta A, De Giglio O, Coretti C, Vaccaro S, Barbuti G, Strohmeier L. What do parents know about dental trauma among school-age children? A pilot study. *Ann Ig*. 2014;26(5):443-446. doi:10.7416/ai.2014.1969
- Gümüşboğa ZŞ, Duruk G. Comparison of effectiveness of different training tools on the level of knowledge about emergency management of avulsed teeth in non-dentists. *Digit Health*. 2023;9. doi:10.1177/20552076231192148
- Hutchison CM, Cave V, Walsh EG, Burns B, Park C. YouTube™ as a source for patient education about the management of dental avulsion injuries. *Dental Traumatology*. 2020;36(2):207-211. doi:10.1111/edt.12517
- Loureiro JM, Chaves VCV, Risso PA, Magno MB, Maia LC, Pithon M de M. YouTube™ as a source of tooth avulsion information: A video analysis study. *Dental Traumatology*. 2023;39(6):616-624. doi:10.1111/edt.12873
- Tozar KN, Yapıcı Yavuz G. Reliability of information on YouTube™ regarding pediatric dental trauma. *Dental Traumatology*. 2021;37(6):772-778. doi:10.1111/edt.12708
- Baskaradoss JK. Relationship between oral health literacy and oral health status. *BMC Oral Health*. 2018;18(1). doi:10.1186/s12903-018-0640-1
- Kim K, Shin S, Kim S, Lee E. The Relation Between eHealth Literacy and Health-Related Behaviors: Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2023;25:e40778. doi:10.2196/40778
- Maganur PC, Vishwanathaiah S, Bokhari AM, et al. Knowledge, Attitude, and Behavior toward Dental Trauma among Parents of Primary Schoolchildren Visiting College of Dentistry, Jizan. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2024;17(9):1030-1034. doi:10.5005/jp-journals-10005-2936
- Shukr BS, Alshamrani HM, Alzubaidi MA, et al. Knowledge on Management of Traumatic Dental Injury and Related Predictors in Taif, Saudi Arabia: A Cross-Sectional Study. *Int J Dent*. 2025;2025(1). doi:10.1155/ijod/3623119
- Kaul R. Knowledge, Awareness and Attitude towards Emergency Management of Dental Trauma among the Parents of Kolkata-An Institutional Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. Published online 2016. doi:10.7860/JCDR/2016/20682.8208
- Simmons M, Flannery T. Maximizing Online Visibility, the Importance of Search Engine Optimization on Google. *International Journal of Research Publication and Reviews*. 2023;4(5):1462-1466. doi:10.55248/gengpi.234.5.38049

Çeşitli Rezin Kompozit Materyallerin Laboratuvar Aşınma Dayanımlarının 3B Optik Tarama ile Karşılaştırılması

Comparison of Laboratory Wear Resistance of Various Resin Composite Materials by 3D Optical Scanning

Ali Rıza ÇETİN^a, Nimet ÜNLÜ^a, Selin Seda ÇAĞLAR AŞKIN^a

^aSelçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Konya, Türkiye

^aSelcuk University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Konya, Türkiye

ÖZ

Amaç: Diş restorasyonlarında rezin bazlı kompozit teknolojisinin kullanılmaya başlanması, geçen yüzyılın diş hekimliğinde en büyük ilerlemelerdir. Posterior dişlerin geniş oklüzal alanlarının restorasyonunda kompozit rezinlerin aşınma direnci önemini korumaktadır. Bu çalışmanın amacı posterior restorasyonlar için direkt ve indirekt kompozitlerin laboratuvar aşınma değerlerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışma, 40 adet çürüksüz insan daimi azı diş rastgele 3 nanohibrit direkt kompozit (Tetric Evo Ceram, Filtek Supreme XT, Aelite Estetik) ve 2 adet indirekt kompozit (Estenia, Tescera ATL) olmak üzere 5 gruba ayrıldı (n=8). Dişlerin oklüzal bölgesinde düz dentin yüzeyi oluşturularak 2 mm kalınlığında kompozit malzeme ile restore edildi. Numuneler, yapay tükürük varlığında bir aşınma simülatörü kullanılarak 1.2 Hz frekansta ve 50-60 N normal yükte aşınmaya tabi tutuldu. 30.000 ve 60.000 aşındırma döngüsünden sonra numunelerden sert siva kopyaları yapıldı.

Bulgular: Hazırlanan alçı modeli optik 3 boyutlu tarama kullanılarak tarandı ve aşınma değerleri hesaplandı. Veriler, tek yönlü varyans analizi ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak analiz edildi ($\alpha=0.05$). Sonuç olarak kompozit rezin tipinin aşınma derecesini büyük ölçüde etkilediği tespit edildi. Direkt nanohibrit kompozit rezin malzemesinin (Aelite Esthetic), indirekt mikrohibrit kompozit rezin (Tescera ATL) ve doğrudan nano dolgu kompozit rezine (Filtek Supreme) göre önemli ölçüde daha az aşınma sergilediği gösterilmiştir. Aelite Esthetic, Estenia ve Tetric Evo Ceram ortalama aşınma seviyeleri açısından önemli bir farklılık göstermedi.

Sonuç: Sonuç olarak indirekt kompozitlerin aşınma direnci açısından direkt kompozitlerden üstün olmadığı görüldü. Ancak bu çalışmada kullanılan tüm kompozit rezin malzemelerin aşınma direncinin ADA Onaylı Program hükümlerine göre yeterli olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit rezin, Aşınma dayanımı, Aşınma simülasyonu

GİRİŞ

Aşınma; materyalin çalışma koşullarında yüzeyinde meydana gelen net kayıptır. Aşınma; genellikle kendiliğinden oluşan birçok faktöre bağlı bir durumdur. Oral kavitede mine ve dentinin aşınmasına çok fazla faktör neden olmaktadır.¹ Bunlar; karşıt dişlerin oluşturduğu oklüzal temaslarla oluşan doğal aşınma (atrizyon), besinleri çiğneme, diş fırçalanması ve toz solunumuyla meydana gelen aşınma (abrazyon), besinlerin içerisindeki asitlerin sebep olduğu aşınma, endüstriyel asitlerin inhalasyonu ve kusma sebebiyle oluşan aşınma (erozyon) dır.² Dişin sert dokularının aşınmasının yanı sıra restoratif materyaller de aşınmaktadır. Bunlarda aşınmanın derecesi restoratif materyalin tipine bağlıdır. Kompozitler, bileşimindeki değişikliklerin aşınmayı doğrudan etkilemesi açısından tektir. Doldurucunun boyutu, şekli, sertliği, materyal ile rezinin matriksleri arasındaki bağlantı kalitesi ve polimer matriksindeki dönüşüm derecesi kompozit aşınma özelliklerini değiştirir. Bu nedenle kompozitlerin yapısı; sertlik, elastik modülü, kırılma direnci, bükülme direnci gibi özellikleri aşınma dayanımını etkilemektedir.³

Bilim adamları aşınmayı farklı şekillerde tarif etmişlerdir. Yüzeylerin birbirlerine doğrudan temas ederek aşındırdığı duruma iki cisim abrazyonu denir. Mikroskobik düzeyde hiçbir yüzey pürüzsüz değildir, bu

ABSTRACT

Aim: The introduction of resin-based composite technology in restorative dentistry was one of the most significant investments in dentistry in the last century. Wear resistance continues to be a particularly important issue in the renovation of large occlusal areas in posterior teeth. The purpose of this study was to compare the wear of direct and indirect resin composites designed for in vitro posterior use.

Methods: Therefore, a total of 40 samples were prepared with three direct nanohybrid composites (Tetric Evo Ceram, Filtek Supreme XT, Aelite Estetik) and two indirect composites (Estenia, Tescera ATL) in a randomized complete block design (n=8). The samples were subjected to abrasive wear performed under a normal load of 50-60 N with a frequency of 1.2 Hz on a wear simulator (Selcuk) in the presence of artificial saliva, after which superhard replicas of stone molds were produced analyze the laboratory attrition rate. Wear was quantified by optical 3-D scanning every 30.000 to 60.000 cycles.

Results: Data were analyzed by one-way ANOVA and Tukey's multiple range post hoc test ($\alpha = 0.05$). The results showed that the type of composite resin significantly affects the measured wear. Direct nanohybrid composite resin material (Aelite Esthetic) showed significantly less abrasive wear than indirect microhybrid composite resin (Tescera ATL) and direct nanofilled composite resin (Filtek superior). There was no significant difference in the average wear rate of Aelite Estetik, Estenia and Tetric Evo Ceram.

Conclusion: In summary, indirect resin composites may not have superior wear behavior compared to direct nanohybrid composites. However, the laboratory resistance of all composite resin types was found to be adequate in this study compared to the ADA approval program regulations.

Keywords: Composite resin, Wear strenght, Wear simulator

yüzden yüzeyleri birbirleriyle pürüzlerin karşılaşması sonucunda kontakt oluştururlar. Hareket oluştuğunda bu pürüzler deformasyona uğrarlar. Oluşan kırıkların ve mikroskobik kayıpların hepsi aşınma (wear) olarak tanımlanır.⁴ Molar dişlerin oklüzal temas kısımlarındaki yıllık aşınma değeri yaklaşık olarak 41 μ m dir.⁵ Yüzeylerin araları aşındırıcı parçacık karışımı ile aşındırıldığı sisteme üç cisim abrazyon denir. İki yüzey arasındaki basınç parçacıklara aktarılır ve bu aradaki parçacıklar yüzeylerin pürüzlülüklerini kırarlar. Bu tip aşınma çiğneme sırasında ortaya çıkar ve (grated bread) peksimet, grenli ekmek gibi aşındırıcı gıdaları tüketen hastalarda daha sık gözlenir.⁴ Yüzey moleküllerinin bazı hareketlerinin yüzey altına iletilmesi ile yüzey altında moleküller arası bağın kopması ve yüzey altı hasar oluşması ile meydana gelen aşınmaya *fatig* aşınma denir. Sonuçta yüzey altında meydana gelen bu mikro çatlaklar yüzeyle birleşirse o bölgede materyalin bir kısmı kaybedilir.¹ İki yüzey arasında yüksek düzeyde çekim kuvveti olduğunda oluşan soğuk kaynak durumunda pürüzlerin arasında meydana gelen aşınmaya adeziv aşınma denir. Hareket devam ettiğinde oluşan mikro kaynaklar orijinal birleşim hattının dışında kırılırlar. Bu aşınma genellikle metallerle ilişkili olsa da polimetilmetakrilat materyallerin birbirine bakan iki yüzünde de meydana gelebilir.⁴

Gönderilme Tarihi/Received: 18 Aralık, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 14 Şubat, 2025

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Çetin AR, Ünlü N, Çağlar Aşkın SD. Çeşitli Rezin Kompozit Materyallerin Laboratuvar Aşınma Dayanımlarının 3B Optik Tarama ile Karşılaştırılması. Selcuk Dent J 2025;12(1): 110-117 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1600162

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Selin Seda ÇAĞLAR AŞKIN

E-mail: selin.caglar@selcuk.edu.tr

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1600162

Kompozitlerin polisajlanabilirliğini ve aşınma direncini iyileştirmek için üreticiler daha küçük inorganik dolduruculardan oluşan kompozitler üretmeye başlamıştır. Bu gelişme, diş hekimlerinin kompozite daha fazla alışmasını sağlamış ve posterior bölgede kompozit kullanımını hızlı bir şekilde artırmıştır. Bu süre zarfında ağız içi aşınmayı ölçmek için materyaller arasındaki farklılıkları ortaya koyan birçok çalışma yapılmıştır.⁶

Önceki yıllarda yapılan bazı çalışmalar, posterior kompozitlerde aşınmayı ölçebilmek için optik sensörler aracılığıyla üç boyutlu (3B) ölçüm yöntemi kullanılması ortaya çıkarmıştır.⁷ Güncel çalışmalar diş yüzeylerinin sayısal haritalanmasının restorasyonların aşınmasının indirekt incelemek için daha gerçeğe yakın bir mekanik yöntem olduğunu göstermektedir. Bu aşınma analizi yöntemlerinin temel avantajı sayılabilir. Bu yöntemler sayesinde kompozit rezinlerde aşınma miktarının ve aşınma yerinin belirlenmesi mümkündür.⁸⁻⁹

3B optik taramada kullanılan fotogrametri ve topogrametri yöntemleri, 3 boyutlu cisimlerin iki boyutlu fotoğraflarının alınması ve bu fotoğrafların bilgisayarda yeniden 3B hale dönüştürülmesi işlemi hassas bir şekilde gerçekleştirir. 3B optik tarayıcı, ölçülen parça veya nesne yüzeylerini nokta şeklinde yakalayan bir cihazdır.¹⁰ Bu işlemler için dijital kameralar kullanılmaktadır. Film kullanmaksızın çalışan bu kameralar, lenslerin arkasında ışık yoğunluğunu elektronik sinyallere dönüştüren ve bunları bir bilgisayara aktarabilen bir CCD (Charge Coupled Device) sensör kullanılır. Tüm 3B optik tarama yöntemleri, optik üçgenleme (optical triangulation) ilkesine dayanmaktadır. Belirli sayıda noktanın konumunu doğru bir şekilde belirlemek amacıyla, noktaların tepe olarak kabul edilmiş bir alanı üçgen şeklinde bölme işlemini içeren üçgenleme (triangulation) yöntemi, bütün 3B ölçme ve tarama yöntemlerinde kullanılan bir tekniktir. Nesnenin üzerine düşürülen ışık kesitlerinden gelen bilgiler değerlendirilerek sistem kamerasında kullanılan lense bağlı olarak 1 milyona kadar nokta birkaç saniye içerisinde elde edilmiş olur. Bu durumda mevcut olan herhangi bir model 3B olarak sayısallaştırılabilir.¹¹

Kompozit rezinlerin aşınma miktarlarını laboratuvar ortamında ölçebilmek için, çeşitli araştırma merkezleri farklı derecelerde karmaşıklık içeren aşınma test cihazları geliştirmiştir. Diş fırçası makineleri, iki cisim aşınma makineleri ve üç cisim aşınma makineleri farklı aşınma simülasyon yöntemleri olarak kullanılmıştır. Üç gövdeli, restoratif materyallerin aşınma direncini etkileyen ağız ortamını ve biyolojik değişkenleri taklit etmeye çalışır.⁴ Oral kavitede çiğneme sırasında oluşan aşınmayı benzetmeye çalışan aşınma simülörleri; kuvvet (20-120 N), kuvvet profili (devamlı-aralıklı), temas süresi (400-600 ms), kayma hareketi (0,3-0,8 mm), kayma hareketi hızı (39-41 mm/s), yüklem döngüleri frekans değeri (0.1-3 Hz), ortamın sıcaklık derecesi (5°C-55°C) ve numune yüzeylerinin temizliği (aşındırma ortamı) gibi birtakım ön koşulları yerine getirmelidir.³

Braem ve arkadaşları, 3B tarama sistemi kullanarak yaptıkları 1 yıllık çalışmada, okluzal kontakt bölgelerindeki aşınmanın kontaktsız bölgelerden ölçülen aşınmadan önemli derecede daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.⁷ İlk yapılan çalışmalarda, alçı modellerden yalnızca restorasyon marjinlerindeki aşınmalar hesaplandı için bu tip lokalize aşınmalar ele alınmamıştır.¹² Kompozitlerin artan aşınmalarını göstermek için yürütülen çok merkezli 5 yıllık bir çalışmanın sonucunda, restorasyon boyutu büyüdükçe özellikle molar dişlerde premolar dişlere göre aşınmanın daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir.¹³

2001 yılında posterior restorasyonlarda rezin esaslı kompozitlerin kullanılması için American Dental Association (ADA) tarafından kabul edilen kriterlere göre bir yılın üzerindeki (6 ay ve 18 ay) kompozit restorasyonlarda ortalama aşınma değerlerinin 50 µm'yi geçmemesi koşulu belirtilmiştir (ADA Spesifikasyon No.27). Günümüzde, bu nispeten yüksek aşınma değeri, piyasada bulunan ticari kompozitler için kolayca karşılanabilecek bir hedef haline gelmiştir.⁶

Test edilen bir kompozit malzemenin aşınma direnci, formülasyonu ile belirlenebilir. Doldurucu partiküllerinin boyutları ve miktarları ile polimer matriksinin dönüşüm derecesi, ağız içi aşınma üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, diş hekimi kompozit materyali uygularken yeterli süre zarfında ışığa maruz bırakarak yeterli polimerizasyonu sağlamak zorundadır.¹⁴

Posterior kompozitler gibi dental kompozitlerin performansına ilişkin yapılan güncel uzun vadeli çalışmalar, bu materyallerin iki ve üç yüzöl

restorasyonlarda yeterli olduğunu göstermektedir.¹⁵ Ancak, brüksizm gibi anormal okluzal alışkanlıkları olan hastalarda aşınma önemli bir sorundur. Klinik çalışmalar, geniş kompozit restorasyonların amalgam ve altın restorasyonlara göre daha düşük performansa sahip olduklarını göstermiştir.¹⁶ Posterior restorasyonlarda temel özellikler düşünüldüğünde, kompozitlerdeki aşınma problemi, formülasyonlarındaki değişikliklerle büyük ölçüde azaltılmış ve günümüzde çoğu kişi tarafından çözülmüş bir sorun olarak kabul edilmektedir. Ancak büyük boyutlu restorasyonlarda başarısızlık oranı yüksektir ve brüksizm problemi olan hastalarda aşınma hala bir başarısızlık şekli olarak devam etmektedir. Bazı klinik bilgilere göre, belirli koşullar altında, posterior kompozitlerin okluzal aşınması, on yıl öncesine göre daha az ciddi olmasına rağmen, hala klinik bir sorundur.⁶

Bu çalışmada, posterior dişlerin diş renginde direkt restorasyonunda kullanılabilen nanohibrit doldurucu içeren kompozit materyaller ve dişlerin indirekt restorasyonu için kullanılan kompozit materyaller, laboratuvar ortamında (aşınma simülöründe) aşınma işlemine tabi tutulacak ve üç boyutlu optik tarama yöntemi ile aşınma miktarları ölçülerek karşılaştırılacaktır.

MATERYAL METOT

Bu çalışmada direkt restoratif materyal olarak kullanılan, nano-hibrit doldurucu içeren; Filtek Supreme XT (3M Espe, ABD), Tetric Evo Ceram (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), Aelite Estetik (Bisco, ABD) ile indirekt restoratif materyal olarak kullanılan, mikro-hibrit Tescera ATL (Bisco, ABD) ve hibrit-seramik Estenia (Kuraray, Japonya) kompozitler kullanıldı. Kullanılan kompozit materyaller üretici firma ve bileşimleri Tablo 1 'de listelenmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan kompozit rezinlerin içeriği

Restoratif Materyaller	Organik Matris	İnorganik Doldurucu	Doldurucu % (Ağırlıkça)	Doldurucu % (Hacimce)	Tipi
Supreme XT	TEGDMA, BIS-GMA, UDMA, Bis-EMA	Zirconia-silica 0.6-1.4 µm silica 5-20 nm	% 78.5	% 59.5	Nanohibrit
Tetric Evo Ceram	Bis-GMA, Urethan dimetakrilat, Dekandiol dimetakrilat	Baryum-cam, yterbiyum triflorit, karışık oksit ve prepolymer 40 nm-550 nm	0,82	0,61	Nanohibrit
Aelite Esthetic	Etoksilli bisfenol A Dimetakrilat, Bis-GMA	Eritilmiş cam hamuru Amorf Silika 0.04 – 5.0 µm	0,73	0,54	Nanohibrit
Tescera ATL	Etoksilli Bisfenol A Dimetakrilat, UDMA	Eritilmiş cam hamuru Amorf Silika ort. 3.5 µm	% 20-60 % 10-40		Mikrohibrit
Estenia	UDMA Hidrofobik aromatik Dimetakrilat, Hidrofobik alifatik Dimetakrilat	Yüzeyi işlenmiş alumina 20 nm, Silanlanmış cam, Silanlanmış cam seramik 1.5 µm	0,92	0,82	Hibrit seramik

Dişlerin aşınma simülörüne yerleştirmek üzere hazırlanması

Çalışma için 40 adet yeni çekilmiş sağlam alt molar diş seçildi. Kök yüzeyi temizlenen alt molar dişlerin kronlarının okluzal üçlüsü, dişin uzun aksına dik olacak şekilde düşük hızda elmas bir separe ile (Isomet; Buehler, ABD) su soğutmasıyla kesildi ve düz okluzal dentin yüzeyleri hazırlandı. Düz okluzal dentin yüzeyi su ile #600 grit zımpara kâğıdı kullanılarak düzleştirildi. Dişlerin düz okluzal yüzlerinden 8 mm uzaklık belirlendi ve sabit kalemle işaretlendi.

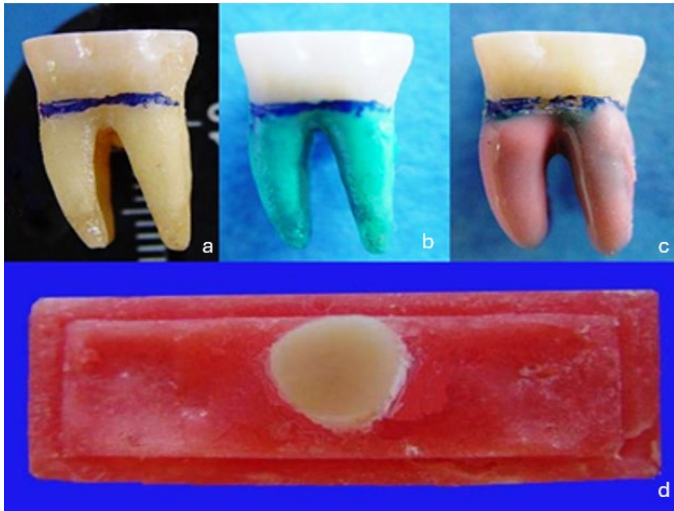
Ayrıca standart bir antagonist dişin hazırlanması için yeni çekilmiş sağlam üst molar dişler seçildi. Bu dişlerin mesiobukkal, distobukkal ve distopalatinal kuspları, airatör ve fissür elmas frez yardımıyla uzaklaştırılmış olup geriye sadece mesiopaltinal kuspları bırakıldı. Kusp tepe noktasından 10 mm uzaklık sabit kalemle belirlendi ve dişlerin uzun aksına dik olan bir çizgi çizildi.

Hazırlanan alt molar dişler, akrilik bloklar içerisine gömülmeden önce, doğal periodontal ligament ile sağlanacak hareket miktarına uygun olacak şekilde mobil olmalarını sağlamak amacıyla yapay periodontal ligament oluşturuldu. Bu amaçla dişler apekslerinden servikalde işaretlenen çizgiye kadar polietere ölçü maddesi ile kaplandı. Restorasyon ve karşıt dişlerin hazırlanmasının ardından, aşınma simülatorüne yerleştirebilmek için özel bir kalıp içerisinde polimetakrilat yapıdaki soğuk akrilik (Imicryl, Konya, Türkiye) içerisine gömüldü. Hazırlanan dişler, 3 farklı direkt kompozit resin restorasyon materyali ve 2 farklı indirekt kompozit resin restorasyon materyali kullanılması amacıyla her grup için 8 diş olacak şekilde rastgele beş gruba ayrıldı. Çalışmada, standardizasyon için tüm restorasyon sistemlerinde A2 renkleri kullanıldı.

Hazırlanan numuneler kurutulduktan sonra, direkt kompozit resin uygulamaları için her firmanın kendi self etch bonding sistemleri üretici talimatlarına uygun şekilde dişlere uygulandı. Daha sonra, düz diş yüzeylerine, standart kalınlıkta kompozit resin blok oluşturabilmek amacıyla 2 mm kalınlıkta ve 8 mm genişlikte teflon diskler kullanılarak kompozit resin uygulandı. Kompozit resinler, halojen ışık kaynağı Hilux Expert (Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ile polimerize edildi.

İndirekt kompozit resin restorasyonlarda ise indirekt kompozit resinler, siman camı üzerine yerleştirilen 2 mm kalınlıkta 8 mm genişliğinde teflon diskler içine uygulanarak birincil polimerizasyon sağlandı. Hazırlanan kompozit diskler kalıplarından çıkartılarak özel fırınlarında polimerizasyonları tamamlandı. Sonrasında kompozit resin diskler resin simanlar ile diş örneklerinin üzerine simante edildi.

1.Grup, Prompt L pop Bond ve Filtek Supreme XT nanohibrit kompozit resin ile restore edildi. 2.Grup, AdheSE Bond ve Tetric Evo Ceram nanohibrit kompozit resin ile restore edildi. 3.Grup, Tyrian SPE + One-step plus ve Aelite Estetik nanohibrit kompozit resin ile restore edildi. 4.Grup, Panavia F resin siman ve Estenia hibrit-seramik kompozit resin ile restore edildi. 5.Grup, Duo-Link resin siman ve Tescera ATL mikrohhibrit kompozit resin ile restore edildi. Daha sonra, kompozit resin numunelerin yüzeyleri Sof-Lex polyshing systems (3M Espe, Almanya) diskleri ile düzleştirildi. Prisma Gloss, polisaj pastası (Dentsply, ABD) ve Enhance polisaj lastikleri (Dentsply, ABD) ile cilalandı. Numuneler aşınma simülatorüne yerleştirilmeden önce, ayrı ayrı hassas polietere ölçü maddesi ile ölçüleri alındı ve sonrasında geliştirilmiş sert alçı kullanılarak modeli elde edildi. (Resim 1)

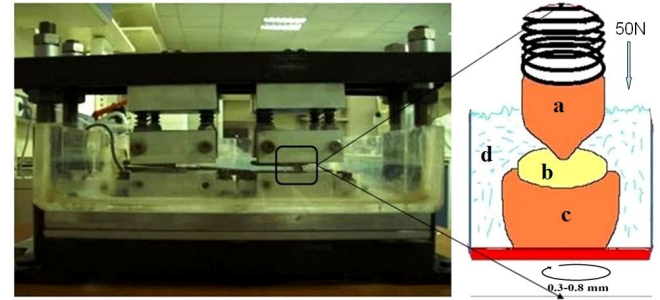


Resim 1. a) Servikalde doğru 8 mm uzaklığının işaretlenmesi b) Kök yüzeyine kaşık adezivi uygulanmış c) Polietere ölçü maddesi ile kaplanmış. d) Dişin akrilik blok içine gömülmesi

Örneklerin Aşınma Simülatorü ile Aşındırılması

Hazırlanan antagonist üst molar diş ve hazırlanan örnek daimi insan molar dişleri çigneme hareketlerini simüle edebilen cihaza yerleştirilip sabitlendi. Her numuneye 50-60 N kuvvet uygulandı. Cihaz, 37°C sabit sıcaklıkta çalıştırıldı ve suni tükürük ortamında, 0,5 mm laterale kayma hareketi, 1.2 Hz frekansta, 30.000 ve 60.000 devir ile antagonist örneğe çigneme hareketi yaptırıldı. 30.000 ve 60.000 devir sonrası aşındırılan numunelerden hassas polietere ölçü maddesi ile ölçüleri alınıp, geliştirilmiş alçı ile modeli elde edildi. Hazırlanan alçı modellerin

fazlalıkları alçı motorunda düzeltilerek 3B taramaya hazır hale getirildi. (Resim 2)



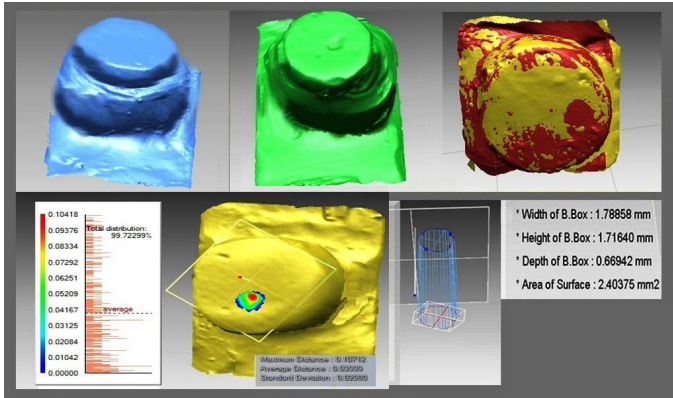
Resim 2. Çalışmada kullanılan çigneme simülatorünün genel görüntüsü. Sağdaki çizim bir örneğin aşınma simülatorü içindeki duruşunu gösterir. (A). Karşıt diş (B).Kompozit örnek (C). Destek diş (D). Suni Tükürük ortamı

Üç boyutlu tarama

Laboratuvarda aşınma simülatorü öncesi, 30.000 devir sonrası ve 60.000 devir sonrası numunelerden alınan ölçüler ile oluşturulan alçı modellerin, aşınma miktarlarını belirlenmesi ve bilgisayar ortamında karşılaştırılabilmesi amacıyla kamera ve parça üzerine lazer ışını yansıtan projektörden oluşan 3B lu tarama cihazı Breuckmann opto TOP-HE 3B optik tarama (sayısallaştırma) sistemi kullanıldı ve numunelerin 3B lu modelleri oluşturuldu. Projektörde alçı modeller üzerinde siyah beyaz ızgara desenleri gibi ışın demetleri düşürmesi ile meydana gelen yüzey görüntüleri optoCAD ve RapidForm2006 PP2 yazılımları ile bilgisayar ortamına transfer edildi. OptoCAD yazılımında dişleri değişik pozisyonlardan taranması sonucu oluşturulan görüntüler birleştirilmiş olup RapidForm2006 PP2 yazılımında aşınmış ve aşınmamış numuneler değerlendirildi. Bu çalışmada aşınma; aşınmamış ve aşınmış dişlerdeki düşey mesafe olarak tanımlanmıştır. Bu mesafe aşındırma cihazında dişlerin karşılıklı hareket ettiği xz-düzlemine dik uzaklıktır. Aşınmanın belirlenmesi istenilen alanlar tespit edilerek, bu alanlardaki en büyük, en küçük ve ortalama aşınma ile standart sapma miktarları belirlenebilmektedir. Kullanılan yazılım aracılığıyla farklı aşınma adlandırılmaları da yapılabilir. Ölçülen dişlere ait nokta bulutu ilk önce RapidForm2006 PP2 yazılımı ile üçgen yüzeylerden oluşan poligon modele çevrilir. Bu halde diş yüzeyleri RapidForm yazılımı tarafından bir kabuk (Shell) olarak algılanır. Birbirleri ile karşılaştırılmak istenen iki kabuğa uygulanacak şey öncelikle "Hızlı çakıştırma" komutu kullanılarak kabukların bir ön çakıştırma işleminin uygulanmasıdır. Öncelikle aşınmış numune seçilmesi koşuluyla, aşınmamış ve aşınmış numune kendi içlerinde hızlı çakıştırılıp kabaca birleştirilmiş olur (inspection → register → quick register). Bu komut iki kabuğu kabaca inceleyerek sonrasında uygulanacak "Bölgesel çakıştırma" ve "Tam çakıştırma" komutlarının yapacağı denemeleri azaltıp yardımcı olur. Ölçmelerin tekrarlanabilirliğinin incelenmesi sırasında aynı numuneye için değişik ölçümlerin karşılaştırılması durumu için ve aşınmanın belirleneceği model ile en baştaki model birbirlerine yaklaştırılması durumunda bu komut kullanılmalıdır. Aşınmanın belirlenmesi için aşınmış ve aşınmamış numunelerin karşılaştırılması gereklidir. Bu durum için tam çakıştırma uygulamak hatalı cevaplar verir. Çünkü aşınmamış ve aşınmış alanlar yazılımda birbirlerine yaklaştırılmaya çalışılır. Bu sebeple sadece aşınmamış bölgelerin çakıştırılmasında bölgesel çakıştırma yapılması şarttır. Değişikliğe uğramayan bölgeler kullanıcı tarafından belirlenmelidir. Bu çalışmada bölgesel çakırtmada numunelerin aşınmayan alanları seçilmiştir. Hızlı çakırtmadan sonrası seçilmiş olan yüzeylerin bölgesel çakırtmada referans için kullanılabilmesi için build → register → 2 shells → regional komutları uygulanmalıdır. Son olarak bölgesel olarak çakışan örnekler arasındaki sapmaların belirlenmesidir. Bu çalışmada aşınma, aşındırma testinde dişler birbirleri için hareket halinde olduğu xz düzlemine dik mesafedir.

Breuckmann 3 boyutlu optik tarama sistemi ve RapidForm yazılımı kullanılarak belirlenen uzaklığı doğru belirlemek için, örneklerin aşınmış ve aşınmamış durumdaki ölçümleri, yukarıda açıklanan işlemler uygulanarak iki ölçümün bölgesel olarak çakıştırılmasıyla y eksenine doğrultusunda bulunan konum değişimleri dik olarak ölçülür.

Bölgesel olarak çakıştırılan model üzerinde aşınmada önemli olan alan işaretlenir daha sonra aşındırılmış modeldeki diğer bölgeler ignore seçeneği ile uzaklaştırılır. Seçilmiş alana kabuk-kabuk arasında fark işlemi uygulanır ve aşınmış ve aşınmamış model arasındaki en fazla, en az ve ortalama mesafe miktarları tespit edilir. (Resim 3)



Resim 3. Diş örnekleri 3 boyutlu görüntüleri (a) Aşınmadan önceki görüntü (b) Aşınmadan sonraki görüntü (c) Tam çakıştırmada benzer kabuklar birbirlerine çok yaklaşması (d) model üzerinde aşınmanın hesaplanması

Aşınma Hacminin Saptanması

Aşınma hacmini belirlemek için dolgu alanı, diş yüzeylerinden *select* → *entities* → *face* komutuyla seçilerek ayrılır. Yukarıda açıklandığı gibi bütün sapma uygulanmış ve ortalama aşınmalarının miktarları saptanarak kayıt edilmiş dolgu bölgelerinde ortak sınır bölgeleri *show boundaries* ile belirtilir ve bu alanlarda *curve* → *create* → *fit boundary* ile referans eğrileri meydana getirilir. Meydana gelen eğriler *curve* → *create* → *project to reference plane* komutuyla iz düşürülür. İz düşürülen eğriler, referans vektör ile *surface* → *create* → *extrude* komutu ile yükseltildikten sonra oluşan yüzeylerin taban alanları *information* → *surface* komutu ile belirlenir. Tanımlanmış toplam alan ortalama aşınma değeri çarpılır. Böylece aşınma hacmi hesaplanmış olur. Kompozit rezinlerin laboratuvar aşınma miktarlarındaki farklılıklarının değerlendirilmesi için tek yönlü ANOVA testi ve bu farklılıkların hangi materyaller arasında olduğunu tespit etmek için ise Tukey's HSD testi kullanıldı. İstatistiksel analiz için SPSS Windows 13.0 paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışma laboratuvar ortamı içerisinde aşınma simülasyonu ile aşındırılan kompozit rezinlerin aşınma öncesi, 30.000 devir ve 60.000 devir sonrasında alınmış olan ölçülerden elde edilen alçı modeller 3 boyutlu taraması gerçekleştirildi. Elde edilen 3B modellerin Rapitform 2006 programının kullanılarak elde edilen 30.000 devir ve 60.000 devir sonrasındaki aşınma değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları ve en çok ve en az olan değerleri Tablo 2 ' de gösterilmiştir.

Test grupları arasında 30.000 devirden sonra en yüksek aşınma değeri ortalaması ($0.230 \pm 0.04 \text{ mm}^3$) indirekt kompozit rezin Tescera ATL'de gözlemlendi. En düşük ortalama aşınma değeri ($0.092 \pm 0.02 \text{ mm}^3$) nanohibrit kompozit rezin Aelite Estetikte gözlemlendi. Test grupları arasında 60.000 devir sonrası en yüksek ortalama aşınma değeri ($0.395 \pm 0.08 \text{ mm}^3$) yine indirekt kompozit rezin Tescera ATL'de gözlemlendi. En düşük ortalama aşınma değeri ($0.191 \pm 0.03 \text{ mm}^3$) ise nanohibrit kompozit rezin Aelite Estetikte gözlemlendi. Yapılan istatistiksel analiz 30.000 devir sonrası laboratuvar aşınma değerinde Aelite Estetik, Estenia ve Tetric Evo Ceram kompozit rezin materyaller arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi ($p>0.05$). Aelite Estetik, Estenia ve Tetric Evo Ceram diğer kompozit rezinlere göre istatistiksel olarak belirgin daha yüksek aşınma direnci gösterdi ($p>0.05$). Estenia, Tetric Evo Ceram ve Supreme XT kompozit rezinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$). En yüksek aşınma değerini ise Tescera ATL laboratuvar kompozit rezininde gözlemlendi.

Aşınma simülatörü ile 60.000 devir aşınma döngüsünden sonra belirlenen laboratuvar aşınma verilerinde yapılan istatistiksel analiz sonucunda Aelite Estetik ve Tetric Evo Ceram kompozit rezin materyalleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). En yüksek aşınma dayanımı değeri Aelite Estetik ve Tetric Evo Ceram kompozit

rezinlerde görüldü ($p>0.05$). Estenia, Tetric Evo Ceram ve Supreme XT kompozit rezinlerin ve Estenia, Supreme XT ve Tescera ATL kompozit rezinlerin aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

Tablo 2. Kompozit rezin materyallerin 30.000 ve 60.000 devir sonrası aşınma değerleri (mm^3)

Kompozit Rezin Materyaller	N	30.000 devir			60.000 devir		
		Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.S.	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.S.
Estenia	8	0.11	0.26	$0.151 \pm 0.05ab$	0.20	0.35	$0.311 \pm 0.05b$
Tescera ATL	8	0.17	0.27	$0.230 \pm 0.04b$	0.25	0.49	$0.395 \pm 0.08b$
Tetric Evo Ceram	8	0.06	0.18	$0.115 \pm 0.04a$	0.14	0.29	$0.240 \pm 0.05a$
Filetek Supreme XT	8	0.12	0.22	$0.165 \pm 0.03b$	0.20	0.40	$0.310 \pm 0.08b$
Aelite Estetik	8	0.07	0.13	$0.092 \pm 0.02a$	0.15	0.23	$0.191 \pm 0.03a$

SS = standard sapma. *üst simge aynı harfe sahip gruplar arası istatistiksel fark yoktur. ($P> .05$).

TARTIŞMA

Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezin sistemlerin fiziksel özelliklerinin incelenmesi, kullanılan restorasyonların ömürlerinin tahmin edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle son yıllarda posterior dişlerin restorasyonunda kullanımı artan kompozit rezin restorasyonların fiziksel özelliklerinin araştırılması da özellikle önemlidir.¹⁷ Literatürde bu amaçla yapılmış çeşitli laboratuvar çalışmalarına rastlamak mümkündür. Yapılan laboratuvar çalışmalarında arka bölgede kullanılan kompozit rezinlerin aşınma miktarları¹⁸⁻¹⁹ değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın amacı; posterior dişlerin restorasyonunda da kullanılan üç nano hibrit direkt kompozit rezin ve iki indirekt inley kompozit rezin materyallerin klinik aşınma miktarlarının değerlendirilmesidir.

Günümüzde kompozit rezinlerin aşınmasının incelenilebileceği ve kompozit rezinlerin klinik davranışlarını tam olarak taklit edecek evrensel olarak kabul edilmiş deneysel bir yöntem yoktur, bu da hedefe ulaşmayı esasen imkansız kılmaktadır.²⁰ Bu nedenle günümüzde iki yaklaşım kabul edilmektedir; sürekli artan bir şekilde ağız ortamı koşullarını tamamen taklit etmeye çalışan deneysel metotlar²¹ veya aşınma mekanizma veya faktörlerinin birkaçı üzerine odaklanan daha kolay deneysel metotlar.²²⁻²³⁻²⁴⁻²⁵ Oklüzal temas alanlarında meydana gelen aşınmayı taklit edilebilmesi için farklı aletler kullanılmıştır.²³⁻²⁶ Çalışmamızda aşınmanın benzetilmesi için Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesinde geliştirilmiş olan aşınma simülasyon cihazını kullandık.

Laboratuvar da biyolojik aşınma sürecinin taklit edilmesinde birden fazla değişkenin göz önünde bulundurulması gerekir. Bu değişkenlerin bazıları aşınmanın taklit edilmesinde çok önemlidir.⁴ Dental materyallerin aşınma dayanıklılıklarının incelendiği çalışmalarda in-vitro aşınma sonuçlarının in-vivo verilerle ilişkilendirilebilmesi için ağız içi şartlar göz önünde bulundurulmalıdır. Materyallerin birbirlerinden farklılıkları kolay bir şekilde belirlenebilir olması için, aşınma testlerindeki farklılıkların olabildiğince az olması istenmektedir. Etkif bir laboratuvar aşınma sistemi için antagonist numunenin seçimi önemli bir faktördür. Antagonist numunenin sertliği ve sürtünme katsayısının oral ortama benzer olması gerekmektedir.²⁷ Antagonist örnekler doğal mine kusplarına benzer şekil ve boyutlarda standardize edilir. Krejci ve arkadaşları sürmemiş üçüncü molar dişlerin palatinal kusplarının şekil ve boyutlarını ölçmüşler ve kusp tepelerinin boyutunu dönme eksenine simetrik olarak $y=0.001x^2$ formülü ile tanımlamışlardır. Oklüzal kontak alanlarındaki aşınmanın simülasyonunda doğal mine antagonistleri kullanmak daha gerçekçi sonuçlar verecektir.²⁸ Bizim çalışmamızda kullandığımız aşınma simülatöründe antagonist için yeni çekilmiş üst molar dişlerin standardize edilmiş palatinal kuspları kullanılmıştır.

Aşınma simülasyonunda kullanılan cihazların 1, 10, 20, 25, 50, 75 ve 100 N arasındaki farklı yükleme/kuvvet uygulama varyasyonları mümkündür.²⁹ Farklı besinlerin çiğnetildiği insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda molarların çiğneme kuvvetlerinin 20N-120 N arasında değiştiği gözlemlenmiştir.³⁰ Bizim cihazımızda 50-70 N' luk oklüzal kuvvet uygulanmıştır.

Farklı çalışmaların sonuçlarına bakıldığında 5.000, 10.000, 25.000, 50.000, 100.000 ve 120.000 arasında değişen devir sayıları gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda Manhart ve arkadaşlarının ile

Yap' ın çalışmalarına benzer bir şekilde 30.000 ve 60.000 devir kullanılmıştır.³¹⁻¹⁸

Laboratuvar aşınmasını taklit ederken antagonist dişlerin temas süreleri klinik koşullara benzer olmalıdır. Bunun nedeni, yüklem ve örneklerin temas süresinin aşınmayı belirgin ölçüde artırmasıdır.³² Kullandığımız aşınma cihazında dişler 50-70 N okluzal kuvvetle ve laterale kayma hareketi ile sürekli olarak karşıt diş örneklerle temas halindedir.³¹ Bu sebeple çalışmamızda kullanılan döngü sayısı düşük tutulmuştur.

Oral kavitede oluşan sıcaklık değişimleri dikkate alınmalıdır çünkü sıcaklık plastik etki oluşturur. Sabit 37°C da ya da 5-55°C termal siklus kullanılabilir. Bizim çalışmamızda ortam sıcaklığı sabit 37°C tutulmuştur.

Oral kavitede doğal kayganlaştırıcı olarak tükürük, plak ve pelikül vardır. Bunların hepsi birlikte bir kayganlaştırıcı sistem oluşturur bu kayganlaştırıcı tabakanın film kalınlığı çok ince olması nedeniyle yüzeydeki pürüzlerin birbirlerine dokunmasını engellemez. Oral kavitenin taklit edildiği laboratuvar çalışmalarında insan tükürüğü kullanımı iyi bir tercihtir fakat dayanıksızlığı ve kontaminasyona sebep olması nedeniyle yeni toplanmış tükürüğe benzer karakteristik özelliklere sahip kayganlaştırıcıların kullanılması daha uygundur.³³ Bizim çalışmamızda sürtünen yüzeylerden kopan partiküllerin uzaklaştırılması, örnek yüzeylerinin yıkanması ve kayganlaştırıcı olması amacıyla laboratuvarda hazırlanan suni tükürük kullanıldı.

Bizim çalışmamızda kullandığımız S.Ü. Dişhekimliği Fakültesi aşınma simülatorü, okluzal kontakt aşınması gibi kayarak aşındırma test cihazına (*Munich Artificial Mouth*) benzemektedir. Bu cihazda numuneler, 50 N dikey yüklemde blok üzerinde iğne (*pin-on-block*) şeklinde dizayn edilen ve titreyerek kayan antagonist ile aşındırılırlar.³⁸

Yaptığımız laboratuvar çalışmasında kompozit resin restorasyonların aşınma dayanımları profilometrik takip²⁵, ağırlık azalmasının ölçülmesi²¹, mikroskobik fotoğraflama¹⁴ veya 3 boyutlu optik tarama³¹ ile bakılabilmektedir.

Moura ve arkadaşları bir amalgam ve iki kompozit resin materyalin laboratuvar aşınma düzeylerini incelemek için M-L skalası ile gözlem ve profilometre yöntemlerini kullanmışlardır. Bu çalışma sonucunda M-L skalası ile yapılan analizde materyaller arası farklılık bulunmazken profilometre yöntemi kullanılarak yapılan analizde amalgamın kompozit rezinlerden daha az aşındığı sonucuna varmışlardır. Profilometri ile karşılaştırıldığında M-L ölçeğinin aşınmayı tespit etmedeki doğruluğu düşüktür.³⁴

Laboratuvar aşınma testimiz sonucunda, iki indirekt inley ve üç direkt nano doldurucu kompozit resin materyalinin okluzal kontak bölgelerinde hacimsel olarak 30.000 döngü sonrası yapılan ölçümlerde 0.092 mm³- 0.223 mm³, 60.000 döngü sonrası yapılan ölçümlerde ise 0.191 mm³- 0.395mm³ arasında aşınma göstermiştir. Laboratuvarda kullandığımız aşınma simülasyon cihazında uygulanan okluzal kuvvet sürekli olduğu için döngü sayıları klinikte uyguladığımız süre periyotlarına karşılık gelmemektedir. Bu nedenle laboratuvar sistemimiz burksız tarzı aşınma modeli olabilir. Ancak, en az ve en çok hacimsel aşınma gözüken kompozit resin klinikte ve laboratuvarda aynı bulunmuştur.

Her iki aşınma çalışmasında da Aelite Estetik nano doldurucu kompozit resin en az aşınırken, Tescera ATL indirekt inley kompozit resin en çok aşınma göstermiştir. Bu sonuç, laboratuvar aşınma simülasyonumuzun klinik çalışmalara uygun olabileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Yaptığımız laboratuvar çalışmasında kullandığımız 5 farklı kompozit resin materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. En çok aşınma direnci gösteren kompozit resin Aelite Estetik nano doldurucu kompozit rezindir. Kompozit rezinlerdeki nano boyutlu partikül kümelerinin mikrohibrit doldurucular ile aynı boyutta olmalarına rağmen daha iyi aşınma direnci göstermelerinin nedeni, aşınma esnasında nano partikül kümelerindeki partiküllerin ikincil büyük partikülleri koparmaları yerine yüzeyden bireysel olarak kırılmalarıdır. Bu sayede aşınma yüzeyinde daha minik pürüzler oluşur ve yüzey pürüzlülüğü azalır. Bizim çalışmamızda da en iyi yüzey pürüzlülük değerine sahip Aelite Estetik nano doldurucu kompozit rezinde gözlenmiştir.

Cha ve arkadaşlarının mikrohibrit ve nano doldurucu kompozit resin materyallerin aşınma miktarlarını karşılaştırmak için yaptıkları

çalışmada kompozit rezinlerin hacimsel olarak 0.043-0.092 mm³ arasında aşındıkları gösterilmiştir. Araştırmacılar kompozit resin materyalleri dental porselen karşılığında 50.000 döngü ile aşınma simülatoründe aşındırılmışlar ve kompozit rezinlerdeki aşınma hacmini ve aşınma bölgelerini 3B profilometre ve dijital haritalama yöntemi ile belirlenmiştir.

Çalışmalar sonucunda mikrohibrit kompozit rezinlerin hacimsel aşınma değerleri 0.053-0.092 mm³ arasındayken, nano doldurucu kompozit resin Filtek Supreme 0.043-0.057 mm³ arasında hacimsel aşınma göstermiştir. Bu çalışmada aşınma dayanımı açısından kompozit resin tipleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.³⁵

Literatürde gözlemlenen kompozit rezinlerin hacimsel aşınma değerleri ile bizim bulduğumuz hacimsel aşınma değerleri arasında belirgin farklılıklar vardır. Bu farkın ana nedeni, kullanılan aşınma simülatorü cihazlarındaki farklılıklar olabilir. Aynı kompozit resin materyalin farklı aşınma simülatorleri ile aşındırıldığı çalışmalarda elde edilen aşınma değerlerinin aşınma simülatorü tipine göre farklılık gösterdiği bulunmuştur.³⁶ Benzer şekilde 2012 yılında yayınlanan bir çalışmada, aşınma test cihazları farklı konseptlerde geliştirildiği için, farklı cihazlar kullanılarak yapılan aşınma testi sonuçlarının karşılaştırmasının ve analiz edilmesinin zor olabileceği belirtilmektedir.³⁷

Başka bir çalışmada mikro doldurucu kompozit resin, mikrohibrit kompozit, hibrit kompozit ve kompomerler kullanılarak Münih aşınma simülatorü ile yaptıkları çalışmada mikro doldurucu kompozit rezinler en az; kompomerler ise en çok kontak aşınması sergilediklerini göstermiştir. Mikrohibrit ve hibrit kompozit rezinlerin aşınma hacimleri de mikro doldurucu kompozit rezinlerden daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmaya göre doldurucu partikül boyutu ve morfolojisinin okluzal kontak alanındaki iki cisim aşınma özellikleri üzerine yüksek etkisi vardır.³⁸

Kompozitlerin aşınması ayrıca, kompozitlerin resin matrisinin moleküler yapısı ve bileşimi gibi ilgili mikro yapılardan da etkilenebilir.¹⁸ UDMA (*üretan dimetakrilat*) molekülünün, hareketliliği engelleyen ve sertliği artıran bir izopropiliden-difenoksi merkez çekirdeği içeren Bis-GMA'dan (*bisfenol A glikol dimetakrilat*) daha yüksek esnekliğe ve monomer zinciri rotasyonuna sahip olduğu ve böylece kararlı hidrojen bağları oluşturma eğiliminin daha düşük olduğu, dolayısıyla UDMA ile karşılaştırıldığında Bis-GMA molekülünün aşınmayı iyileştirdiği belirtilmektedir.³⁹ Bis-GMA molekülleri, bağlar etrafında dönmeye karşı çok daha büyük bir bariyer oluşturan aromatik gruplar içerir. Bu nedenle, aşınma polimerdeki monomerik alt birimlerin doğasından etkilenebilir.⁴⁰ Bu, Bis-GMA içermeyip UDMA içeren Tescera ATL'nin, Bis-GMA içeren Aelite Estetik'e kıyasla daha düşük aşınma direncine sahip olmasını açıklayabilir.

Diş hekimliğinde, indirekt kompozit resin inley kullanılmasının sebeplerinden biri inley restorasyonların fırınlanmasıdır. Kompozit rezinlerin ısı ve ışık ile fırınlanması ile polimerizasyon dereceleri artırılmış olur böylece aşınma dirençlerini de içeren fiziksel özelliklerinde artma sağlanacağı düşünülmektedir. Wassell ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada iki hibrit ve bir mikrohibrit kompozit resin materyallerini geleneksel yöntemle ve ek olarak fırınlama yöntemi ile sertleştirmişler ve iki yöntem arasında aşınma açısından bir fark olup olmadığını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, materyaller arasında aşınma açısından anlamlı bir fark bulunmuştur fakat sertleştirme yöntemleri arasında aşınma açısından herhangi bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.⁴¹

Laboratuvarımızda yapılan aşınma çalışmasında, indirekt kompozit resin materyallerinden biri olan Estenia kompozit resin materyalin aşınma direnci nano doldurucu kompozit rezinlere benzer bulunurken Tescera ATL indirekt kompozit rezinin aşınma direnci daha düşük bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da kompozit rezinlerin fırınması ile ilave polimerizasyonun aşınma dayanımı üzerine olumlu bir etkisi olmamıştır.

Teorik olarak nano yapıları dental kompozit rezinler, mikro doldurucu kompozitlerden daha iyi aşınma ve yorgunluk direnci sağlayarak dayanıklı restorasyonlar oluşturmak amacıyla tasarlanmıştır. Nano doldurucu kompozit rezinlerin aşınma ve diğer fiziksel özelliklerinin araştırılması için Turssi ve Ferracane yaptıkları çalışmada nano doldurucu kompozit rezinler olan Heliomolar, Grandio ve Supreme'in belirgin olarak mikro doldurucu Ceram-X and Premise kompozit rezinlerden daha yüksek bükülme direnci sergilediklerini

bulmuşlardır. Aşınma direncinde ise nano doldurucu kompozit rezinler ile mikro doldurucu kompozit rezinler arasında belirgin bir fark olmadığı gözlenmiştir.³³ Yine Jian-min HAN ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada test edilen tüm nanohibrit veya nano doldurucu kompozit rezinler, geleneksel mikrohibrit veya hibrit kompozit rezinlere göre üstün aşınma direnci göstermemiştir.⁴² Palaniappan ve arkadaşları nano dolgulu bir kompozitin ve bir mikro hibrit kompozitin aşınmasını kantitatif olarak ölçmüştür. İki materyal arasında aşınma kaybı açısından önemli bir fark bulunmamıştır.⁴³

Yılmaz ve arkadaşlarının çalışmasında, mikrofıl, nanohibrit, nanofil, doldurucu kompozitlerin aşınma dereceleri karşılaştırılmış nanofil doldurucu kompozitin nanohibrit doldurucu kompozite göre aşınma direncinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.⁴⁴

Başka bir çalışmada hibrit, nanohibrit, nanofil, mikrohibrit ve minifil hibrit doldurucu kompozitlerin aşınma dirençlerine bakılmış olup çalışmada nanohibrit doldurucu kompozitin nanofil doldurucu kompozite göre daha iyi aşınma direnci gösterdiği rapor edilmiştir.⁴⁵

Faeze Asadian ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada bizim çalışmamızda olduğu gibi antagonist olarak doğal bir diş kullanılmıştır. Çalışmada, dört adet bulk-fill kompozit ve bir hibrit geleneksel kompozit incelenmiş olup geleneksel kompozitin diğer kompozitlerle karşılaştırıldığında anlamlı bir aşınma değerine sahip olmadığı bulunmuştur.⁴⁶

Bu çalışmalara ek olarak aşınma performansına etkisi olduğu varsayılan özelliklerin değerlendirilmesi için planlanan laboratuvar çalışmaları; kırılma sertliği, çekme dayanımı bükülme dayanımı, yüzey sertliği ve yüzey pürüzlülüğü gibi testleri içermektedir. Bu fiziksel özelliklerin bazıları karşılıklı olarak aşınma ile ilişkilidir, ancak sadece fiziksel özelliklere bakılarak dengeli ve güvenilir bir yolla aşınma direncini tahmin etmek imkansızdır.²⁰ Mesela, yüksek kırılma dayanımı olan bir kompozit rezinin abrazyon aşınma dayanımının yüksek olması şart değildir.⁴⁷ Bu çalışmalara ek olarak kullanıcı performansına katkı sağlayacağı düşünülen özelliklerin değerlendirilmesi amacıyla laboratuvar çalışmaları da planlanmaktadır. Kopma sertliği, çekme mukavemeti, eğilme mukavemeti, yüzey sertliği ve yüzey pürüzlülüğü testlerini içerir. Bu fiziksel özelliklerin bazıları aşınma ile ilişkilidir ancak yalnızca fiziksel özellikleri gözlemleyerek aşınma direncini istikrarlı ve güvenilir bir şekilde tahmin etmek mümkün değildir.²⁰ Örneğin, yüksek kırılma dayanıklılığına sahip kompozit rezinlerin yüksek aşınma direncine sahip olması gerekmez.⁴⁷

In vitro aşınma sistemlerinin yalnızca tahmin aracı olduğu unutulmamalıdır. Bu çalışmada kullanılan test cihazı, doğrudan ve dolaylı kompozit malzemelerin aşınma oranını sıralamak için bir potansiyel sağlamıştır. Ancak, aşınma sürecine birkaç faktör katkıda bulunabilir, örneğin malzeme özellikleri, hazırlama tasarımları, intraoral konum, operatör yeteneği ve oklüzyon tipi, parafonksiyonel alışkanlıklar veya diyet ve ağız hijyeni gibi hasta özellikleri. Bu nedenle, bu sıralamanın test edilen kompozitlerin klinik performansı ile ilişkili olup olmayacağı *in-vivo* çalışmalarla doğrulanmalıdır.

SONUÇ

Araştırma sonuçlarımıza dayanarak aşağıdaki sonuçları çıkarmak mümkündür:

- 1) Kullandığımız kompozit rezinlerin klinik aşınma direncinin ADA standartlarını karşıladığı bulunmuştur.
- 2) Kullandığımız kompozit rezinlerin laboratuvar aşınma dirençleri karşılaştırıldığında nano doldurucu kompozit rezin Aelite Estetik en az aşınma özelliği göstermiştir.
- 3) Yaptığımız laboratuvar çalışma ışığında nano doldurucu kompozit rezinlerin, indirekt kompozit rezinler kadar iyi aşınma direncine sahip olduğu ve arka grup dişlerin restorasyonunda da başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Ancak klinik başarıları hakkında daha kesin bir sonuca ulaşmak için daha uzun dönem klinik takip çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç vardır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körlleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu makale Restoratif Diş Hekimliği Derneği 21. Uluslararası Bilimsel Kongresi 1-3 Aralık 2017 Eskişehir Sempozyumu'nda poster olarak sunulan ancak tam metni yayımlanmayan "ÇEŞİTLİ REZİN KOMPOZİT MATERYALLERİN LABORATUAR AŞINMA DAYANIMLARININ 3B OPTİK TARAMA İLE KARŞILAŞTIRILMASI" adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmiş hâlidir

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is the version of the presentation named "Comparisons of the Laboratory Wear Resistance of Various Resin Composite Materials with 3D Optical Scan ", which was presented poster at the Restorative Dentistry Association 21st International Scientific Congress 1-3 December 2017 Eskişehir Symposium, but whose full text was not published, by improving and partially changing the content.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@salcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ARÇ (%80), NÜ (%20)
Veri Toplanması | Data Acquisition: ARÇ (%80), NÜ (%20)
Veri Analizi | Data Analysis: ARÇ (%80), NÜ (%20)
Makalenin Yazımı | Writing up: ARÇ (%60), SSÇA (%40)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ARÇ (%20), SSÇA (%80)

KAYNAKLAR

- Mair L, Stolarski T, Vowles R, Lloyd C. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *Journal of dentistry*. 1996;24(1-2):141-8.
- Teoh S, Ong LF, Yap AU, Hastings GW. Bruxing-type dental wear simulator for ranking of dental restorative materials. *Journal of biomedical materials research*. 1998;43(2):175-83.
- Heintze S, Zellweger G, Cavalleri A, Ferracane J. Influence of the antagonist material on the wear of different composites using two different wear simulation methods. *Dental Materials*. 2006;22(2):166-75.
- Lambrechts P, Debels E, Van Landuyt K, Peumans M, Van Meerbeek B. How to simulate wear? overview of existing methods. *Dental materials*. 2006;22(8):693-701.
- Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. Quantitative in vivo wear of human enamel. *Journal of dental research*. 1989;68(12):1752-4.
- Ferracane JL. Is the wear of dental composites still a clinical concern? is there still a need for in vitro wear simulating devices? *Dental Materials*. 2006;22(8):689-92.
- Braem M, Lambrechts P, Van Doren V, Vanherle G. In vivo evaluation of four posterior composites: quantitative wear measurements and clinical behavior. *Dental Materials*. 1986;2(3):106-13.
- Mehl A, Gloger W, Kunzelmann K-H, Hickel R. A new optical 3-D device for the detection of wear. *Journal of dental research*. 1997;76(11):1799-807.
- Perry R, Kugel G, Kunzelmann K-H, Flessa H-P, Estafan D. Composite restoration wear analysis: conventional methods vs. three-dimensional laser digitizer. *The Journal of the American Dental Association*. 2000;131(10):1472-7.
- Görür B, Akdoğan A, Yurci M. Optik Ölçme Yöntemlerinin Sac ve Plastik Parçaların İmalatındaki Sayısallaştırma, Tersine Mühendislik ve Muayene Prosesleri, www.turkcadcam.net, Aralık; 2005.
- Çakır A. 3D Optik Taramanın Temel Prensipleri. Optik Üçgenleme (Optical Triangulation) Kalıp Dünyası. 2005:26-30.
- Mair L, Vowles R, Cunningham J, Williams D. The clinical wear of three posterior composites. *British dental journal*. 1990;169(11):355-60.
- Wilson N, Norman R. Five-year findings of a multiclinical trial for posterior composite. *Journal of dentistry*. 1991;19(3):153-9.
- Ferracane J, Mitchem J, Condon J, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *Journal of dental research*. 1997;76(8):1508-16.
- Türkün LŞ, Aktener BO, Ateş M. Clinical evaluation of different posterior resin composite materials: a 7-year report. *Quintessence International*. 2003;34(6).
- Van Nieuwenhuysen J-P, D'Hoore W, Carvalho J, Qvist V. Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth. *Journal of dentistry*. 2003;31(6):395-405.
- da Rosa Rodolpho PA, Cenci MS, Donassollo TA, Loguércio AD, Demarco FF. A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *Journal of dentistry*. 2006;34(7):427-35.
- Yap A. Occlusal contact area (OCA) wear of two new composite restoratives. *Journal of oral rehabilitation*. 2002;29(2):194-200.
- Heintze S, Zellweger G, Zappini G. The relationship between physical parameters and wear of dental composites. *Wear*. 2007;263(7-12):1138-46.
- Turssi CP, de Moraes Purquerio B, Serra MC. Wear of dental resin composites: insights into underlying processes and assessment methods—a review. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2003;65(2):280-5.
- Hu X, Harrington E, Marquis P, Shortall A. The influence of cyclic loading on the wear of a dental composite. *Biomaterials*. 1999;20(10):907-12.
- Finger W, Thiemann J. Correlation between in vitro and in vivo wear of posterior restorative materials. *Dental Materials*. 1987;3(5):280-6.
- Wassell R, McCabe J, Walls A. A two-body frictional wear test. *Journal of dental research*. 1994;73(9):1546-53.
- Kawai K, Leinfelder KF. In vitro evaluation of OCA wear resistance of posterior composites. *Dental Materials*. 1995;11(4):246-51.
- Condon JR, Ferracane JL. Evaluation of composite wear with a new multi-mode oral wear simulator. *Dental Materials*. 1996;12(4):218-26.
- Schnabel C, Daes P, Kunzelmann K, Hickel R. Two-body wear simulation in a computer controlled artificial mouth. *J Dent Res*. 1994;74:294.
- Shortall AC, Hu XQ, Marquis PM. Potential countersample materials for in vitro simulation wear testing. *Dental Materials*. 2002;18(3):246-54.
- Krejci I, Albert P, Lutz F. The influence of antagonist standardization on wear. *Journal of dental research*. 1999;78(2):713-9.
- Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Chewing pressure vs. wear of composites and opposing enamel cusps. *Journal of dental research*. 1992;71(8):1525-9.
- Schindler HJ, Stengel E, Spiess WE. Feedback control during mastication of solid food textures—a clinical-experimental study. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998;80(3):330-6.
- Manhart J, Kunzelmann K-H, Chen H, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials*. 2000;16(1):33-40.
- Kaidonis J, Richards L, Townsend G, Tansley G. Wear of human enamel: a quantitative in vitro assessment. *Journal of dental research*. 1998;77(12):1983-90.
- Turssi CP, Ferracane JL, Ferracane LL. Wear and fatigue behavior of nano-structured dental resin composites. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2006;78(1):196-203.
- Moura S, Tavares A, Lima J, Muench A, Cardoso PE. Qualitative and quantitative wear rate analysis of direct restorative materials. *Brazilian Dental Science*. 2003;6(2).
- Cha HS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Evaluation of wear resistance of dental resin composites with a 3D profilometer. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2004;71(2):414-20.
- Heintze S, Zappini G, Rousson V. Wear of ten dental restorative materials in five wear simulators—results of a round robin test. *Dental Materials*. 2005;21(4):304-17.
- Lee A, He L, Lyons K, Swain M. Tooth wear and wear investigations in dentistry. *Journal of oral rehabilitation*. 2012;39(3):217-25.
- Zantner C, Kielbassa AM, Martus P, Kunzelmann K-H. Sliding wear of 19 commercially available composites and compomers. *Dental Materials*. 2004;20(3):277-85.
- Savabi O, Nejatidanesh F, Shabani M, Anbari Z. Two-body wear resistance of some indirect composite resins. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 2011;19(2):81.
- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *European journal of oral sciences*. 1997;105(2):97-116.
- Wassell R, McCabe J, Walls A. Wear rates of regular and tempered composites. *Journal of Dentistry*. 1997;25(1):49-52.
- Han J-M, Zhang H, Choe H-S, Lin H, Zheng G, Hong G. Abrasive wear and surface roughness of contemporary dental composite resin. *Dental materials journal*. 2014;33(6):725-32.
- Palaniappan S, Bharadwaj D, Mattar DL, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Nanofilled and microhybrid composite restorations: Five-year clinical wear performances. *Dental materials*. 2011;27(7):692-700.
- Yilmaz EÇ, Sadeler R, Duymuş ZY, Öcal M. Effects of two-body wear on microfill, nanofill, and nanohybrid restorative composites. *Biomedical and Biotechnology Research Journal (BBRJ)*. 2017;1(1):25-8.
- Topcu FT, Erdemir U, Sahinkesen G, Yildiz E, Usulan I, Acikel C. Evaluation of microhardness, surface roughness, and wear behavior of different types of resin composites polymerized with two different light sources. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2010;92(2):470-8.
- Asadian F, Hoseini AP, Ahmadian L, Rafeie N, Rezaei S, Moradi Z. In vitro attrition wear resistance of four types of paste-like bulk-fill composite resins. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):360.

47. Chadwick R, McCabe J, Walls A, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dental Materials*. 1990;6(2):123-8.

Treatment of Teeth with Intact Occlusal Morphology Using Stamp Technique with Different Impression Materials: A Case Report

Oklüzal Morfolojisi Sağlam Dişlerin Farklı Ölçü Malzemeleriyle Stamp Tekniği Kullanılarak Tedavisi: Olgu Sunumu

Hatun BAL^a, Oktay YAZICIOĞLU^a

^aIstanbul University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, İstanbul, Türkiye

^aIstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

ABSTRACT

The 'Stamp' technique is utilized on teeth with a proper and stable occlusal surface to help replicate the patient's precise anatomy after the removal of decayed tissue, particularly in larger cavities. This method can be employed in various instances where the preoperative tooth anatomy remains intact before being affected by decay and ensures the restoration of both the aesthetic and functional occlusal characteristics, resembling the patient's natural tooth structure. In this case report, three different patients admitted to our clinic were clinically and radiologically examined and found to have class I and class II caries with intact occlusal surfaces. These teeth with caries were treated with the Stamp technique using different impression materials to accurately reflect their anatomy. Following the treatments, final restoration photographs were taken and the restorations were evaluated with 1-year follow-up according to FDI criteria.

Keywords: Dental occlusion, Resin composite, Morphology

ÖZ

Stamp tekniği; oklüzal topografisi doğru ve sağlam olan dişlerde, çürük doku uzaklaştırıldıktan sonra özellikle büyük boyutlara sahip kavitelerde hastanın birebir anatomisini sağlamayı kolaylaştırmak adına uygulanan bir tekniktir. Bu teknik, dişin preoperatif anatomisinin sağlam olduğu, çürük nedeniyle harap olmadığı birçok vakada uygulanabilmekte ve hastanın diş yapısına benzer görüntü ve fonksiyonel oklüzyon özelliklerinin tekrardan kazanılmasını sağlayabilmektedir. Bu vaka sunumunda, kliniğimize başvuran üç farklı hastanın klinik ve radyolojik muayenesi yapılarak oklüzal yüzey morfolojileri bozulmamış sınıf I ve sınıf II çürükleri tespit edilmiştir. Çürük varlığı belirlenen bu dişlerin tedavisi, anatomilerinin doğru yansıtılabilmesi için farklı ölçü malzemeleri kullanılarak stamp tekniği ile tedavi edilmiştir. Tedavileri takiben, bitim fotoğrafları alınmış ve restorasyonlar 1 yıllık takipleri ile beraber FDI kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dental oklüzyon, Resin kompozit, Morfoloji

INTRODUCTION

Modern dentistry has made significant advances towards biomimetic dentistry, a field that focuses on mimicking natural biological processes. These advances have led to significant improvements in both aesthetics and functionality in dental treatments by improving traditional methods and enhancing them with innovative techniques.¹

Developing adhesive technology and material science have directed an important aspect of this transformation towards minimally invasive dentistry based on the principle of preserving the intact tooth structure. With this approach, the use of dental amalgam has become obsolete in some countries due to mercury-related toxicity, unaesthetic appearance, and the need for excessive preparation, and posterior resin composite applications have become the norm in modern dentistry.^{2,3}

Although composite restorations have become popular among dentists, they involve more complex procedures in terms of application. The finishing time is twice as long as that for amalgam, and color selection is also a necessary step.⁴ Additionally, an important consideration in posterior composite restorations is the occlusal anatomical contour and its interaction with the antagonist tooth. The various matrix systems available for posterior restoration applications mainly provide contour and contact of the proximal surfaces, but cannot help in achieving occlusion. Tasks such as occlusal processing and anatomical shaping are reliant on the manual skill of the dentist in direct restorations. This circumstance can result in occlusal discrepancies in patients, ranging from minor to major. The proprioceptors of the stomatognathic system quickly detect any existing incompatibility after direct restorations, leading to a sense of discomfort in patients, albeit slight. To cope with this, patients may adapt to a new habitual occlusal position, potentially causing significant temporomandibular disorders.⁵

While maintaining a functional occlusion that preserves a positive and stable intercusp relationship in centric occlusion without mandibular dysfunction symptoms and signs of tooth wear, it also supports the positive adaptation of the neuro-muscular system, temporomandibular joint, teeth, and supporting structures. Moreover, occlusion plays a crucial role in ensuring orofacial integrity, contributing to psychosocial

well-being.^{6,7} To achieve effective restoration by providing accurate occlusal topography in direct resin composite restoration applications, the Stamp technique has been recommended.⁵

The Stamp technique, proposed by Dr. Waseem Riaz, is employed in direct resin composite restorations to effortlessly achieve accurate occlusal topography. Additionally, it has been documented for the vertical reconstruction of worn teeth during bite restoration.⁸

The Stamp technique is a technique that can be applied to teeth with Class I or Class II caries and direct restoration indications, where clinical and routine radiographic examination reveals significant caries in the dentin, but with intact marginal ridge and occlusal anatomy.⁹ In teeth with mild or moderate cavitation, this technique can be applied by blocking the cavitation with wax and shaping the occlusal surface according to the patient's occlusion.¹⁰ However, the use of this technique is contraindicated in teeth with excessive destruction of the occlusal surface.^{11,12,13,14}

CASE REPORT

It is advised to utilize the Stamp technique for very small caries or teeth with an intact occlusal surface that has not yet developed cavities. Before starting the preparation, an impression of the original anatomy of the tooth is taken. The occlusal surface is then measured using a soft, fluid impression compound.¹⁰ The obtained impression from these intact surfaces is reapplied to the tooth surface with the assistance of an isolating material, such as Teflon tape, before the final composite layer is polymerized. Preserving the original occlusal anatomy and occlusion enables swift completion of the finishing procedures. Through this technique, the patient's ideal and functional bite can be efficiently restored.⁹

Case 1

A 20-year-old female patient applied to Istanbul University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dental Treatment due to pain caused by sweet and cold foods. Both clinical and radiographic (Figure 1.1) examinations were performed. It was determined that the patient's tooth number 47 had Code 4 caries according to the

Gönderilme Tarihi/Received: 4 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 1 Ekim, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atf Bilgisi/Cite this article as: Bal H, Yazicioğlu O. Treatment of Teeth with Intact Occlusal Morphology Using Stamp Technique with Different Impression Materials: A Case Report. Selcuk Dent J 2025;12(1): 118-124 Doi: 10.15311/selcukdentj.1458112

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Hatun BAL

E-mail: balhatun205@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1458112

International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II). Treatment of this tooth was performed by applying the Stamp technique. Isolation was provided with a rubber dam (Figure 1.2). Polishing was performed with a periodontal brush to remove debris from the tooth surface. Without applying any isolator, an impression was taken from the tooth surface with type C silicone (Durosil L, President Dental, Germany) impression agent with putty consistency (Figure 1.3). The impression was removed from the tooth surface and cut around it with a scalpel for ease of application (Figure 1.4).



Figure 1.1. Radiographic image



Figure 1.2. Pre-operative view of the tooth isolated with a rubber dam

Figure 1.3. Taking measurements of the tooth surface with silicone

Figure 1.4. Image of the impression removed from the tooth surface

Preparation of the negative impression was started under water cooling. After opening the access cavity with a green-belted diamond round bur (Ø010, Frank Dental, Germany) and aerator (W&H, Austria), carious dentin tissue was removed with a micromotor (W&H, Austria) and tungsten carbide bur (Ø012, Frank Dental, Germany). After the soft and infected carious tissue was removed, the tooth surface was washed and dried with air-water spray to remove debris (Figure 1.5). Adhesive procedures were performed before composite application. The enamel surface was selectively etched with 37% orthophosphoric acid (Etching Gel, President Dental, Germany) for 15 seconds and washed with water for 10 seconds. Excess water was removed so that the tooth surface remained moist. Universal bonding agent (All Bond Universal, Bisco, USA) was applied to both enamel and dentin surfaces according to the manufacturer's instructions. It was thinned with air so that there was no solvent movement and was polymerized with an LED light device (Elipar Freelight 2, 3M ESPE, USA) for 10 seconds. Universal Composite (Zenchroma, President Dental, Germany) was applied in a 2 mm thick layer. Before the last layer was applied and polymerized, Teflon tape was placed on the tooth surface properly (Figure 1.6). The occlusal impression taken was applied to the tooth surface and pressed (Figure 1.7). Then, the impression, tape, and excess composite were removed from the tooth surface and polymerization was completed (Figure 1.8). The rubber dam was removed and occlusion was checked by articulating paper. Minimal polishing with two-step twist system (Diacomp plus Twist, EVE Technik, Germany) and diamond paste (Diamond Polish, Ultradent, USA) application using a goat-hair brush were performed and the restoration was completed (Figure 1.9). The restoration was evaluated according to FDI criteria both immediately after the restoration was completed and after 1 year when the patient returned for a follow-up. Based on aesthetic, functional and biological criteria, the restoration maintained clinically excellent properties except a slight drop off in marginal adaptation among functional properties that was still at a clinically good level that didn't require any repair or replacement (Figure 1.10).

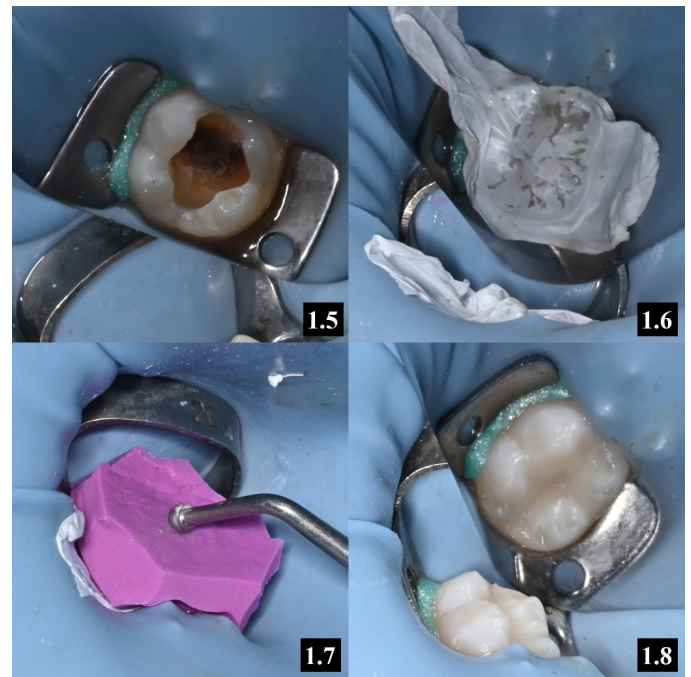


Figure 1.5. Image after removal of infected caries tissue

Figure 1.6. View after placing the Teflon tape

Figure 1.7. Applying the impression to the final composite layer

Figure 1.8. Image after the impression is removed



Figure 1.9. Intraoral view of the tooth after height control and polishing



Figure 1.10. Follow-up image of the tooth after 1 year

Case 2

A radiographic (**Figure 2.1**) and clinical examination of a male patient who applied to our clinic for the treatment of his carious teeth was performed. As a result of the examination, it was determined that the patient's tooth number 46 had Code 4 interface caries according to the ICDAS II. Since the occlusal morphology and marginal ridge were intact, the Stamp technique was applied to this patient using a flowable composite (Nova Compo, Imicryl, Turkey). First, the tooth was isolated with a rubber dam (**Figure 2.2**). After the surface attachments were removed, lacquer (Imiseal Lacquer, Imicryl, Turkey) was applied to the tooth surface. After removing the excess with air, a flowable composite was applied to make an impression of the occlusal surface (**Figure 2.3**), which was then fixed with a bond brush and polymerized with light. After shaping the access cavity with an aerator (W&H, Austria) and diamond round bur (#010, Frank Dental, Germany), infected carious tissue was removed (**Figure 2.4**) with a micromotor and tungsten carbide bur (#012, Frank Dental, Germany). The approximal edge was isolated with matrix tape (Tecci, Turkey) and wedge (Tecci, Turkey). 37% orthophosphoric acid was applied to the enamel surface for 15 seconds. After 10 seconds, the acid was removed by washing it with air-water spray. The tooth surface was only slightly dried so that it remained moist. The universal bonding agent (All Bond Universal, Bisco, USA) was applied to the enamel and dentin surfaces according to the user instructions. The resin composite (Zenchroma, President Dental, Germany) was applied with an incremental technique with a thickness of 2 mm, first forming an approximal wall structure. In the last layer of composite, the tooth surface was isolated with Teflon tape. The composite-brush impression (**Figure 2.5**) was adapted to the tooth surface and pressed for a snug fit (**Figure 2.6**). The impression and Teflon tape were removed. The excess filling was removed with a spatula and polymerized with an LED light device (Elipar Freelight 2, 3M ESPE, USA). Rough finishing was done without removing the rubber dam (**Figure 2.7**). Occlusal check was completed. Polishing was done with two-step twist system (Diacomp plus Twist, EVE Technik, Germany) and fine polishing disk (Sof-Lex, 3M ESPE, USA) specifically for the distal marginal surface and by diamond paste (Diamond Polish, Ultradent, USA) application using a goat-hair brush (**Figure 2.8**). The restoration was evaluated according to FDI criteria both immediately after the restoration was completed and after 1 year when the patient returned for a follow-up. Based on aesthetic, functional and biological criteria, the restoration maintained clinically excellent properties except a minor shortcoming in marginal adaptation among functional properties and surface staining among aesthetic properties, which was mainly due to the marginal gap causing discoloration on the edge of the restoration. Those properties were still at clinically sufficient/satisfactory levels that didn't require any repair or replacement (**Figure 2.9**).



Figure 2.1. Radiographic image

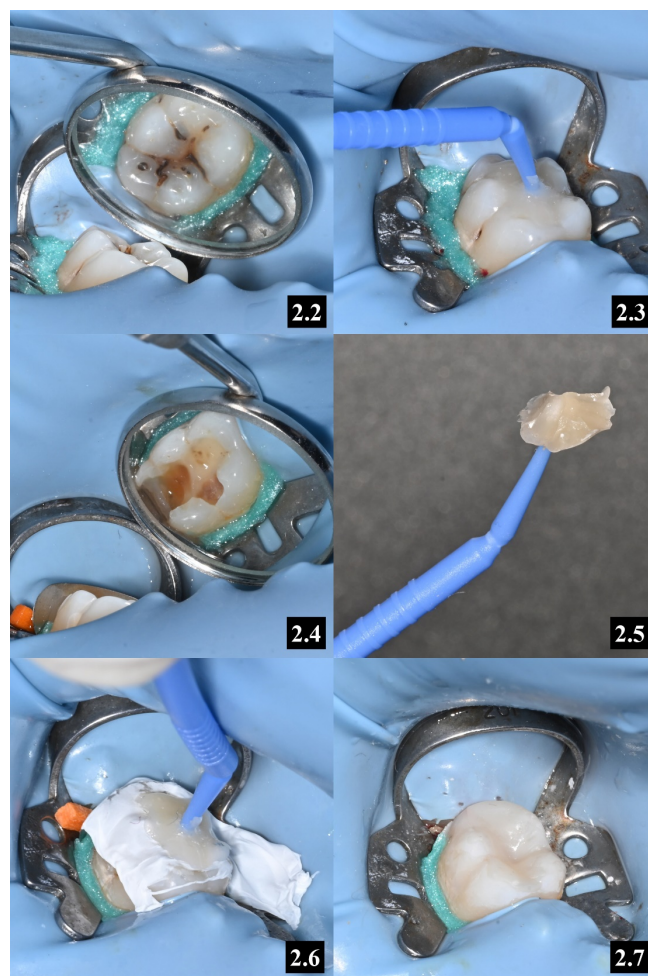


Figure 2.2. Preoperative image of the tooth isolated with a rubber dam

Figure 2.3. Measurement of the occlusal surface with fluid composite

Figure 2.4. Image after removal of infected carious tissue

Figure 2.5. Impression of the occlusal surface

Figure 2.6. Applying the impression to the final composite layer

Figure 2.7. Image before rubber dam removal



Figure 2.8. Intraoral state of the tooth after occlusal check and polishing procedures are completed



Figure 2.9. Follow-up image of the tooth after 1 year

Case 3

A male patient was admitted to our clinic with a detailed anamnesis and was found to be complaining of pain in the right lower quadrant due to sweets. The air-dried teeth were examined in detail clinically and radiographically (**Figure 3.1**). It was determined that tooth number 46 had Code 4 caries according to the ICDAS II. Examination of the approximal surface with a blunt-tipped probe revealed the presence of cavitation. For treatment, the Stamp technique was applied using a gingival barrier (OpalDam Green, Ultradent, USA) as an impression agent. Isolation was provided with a rubber dam (**Figure 3.2**). First, lacquer was applied to the tooth surface. Then, the gingival barrier was applied to cover the occlusal surface after the excess was removed (**Figure 3.3**). It was polymerized with a bond brush. The impression was carefully removed from the tooth surface. The access cavity was opened with an aerator (W&H, Austria) and diamond round bur (Ø010, Frank Dental, Germany) and the infected carious tissue was removed (**Figure 3.4**) with a micromotor and tungsten carbide bur (Ø012, Frank Dental, Germany). The cavity was isolated by applying matrix tape and a wedge. The enamel surface was roughened with 37% orthophosphoric acid for 15 seconds using the selective etch method. Universal bonding agent (All Bond Universal, Bisco, USA) was applied to the entire tooth surface. After thinning with air, light application was performed for 10 seconds. The composite was applied with a thickness of 2 mm prioritizing the approximal edge. Before the last layer of composite was polymerized, a barrier impression (**Figure 3.5**) was applied so that it fit perfectly on the tooth surface isolated with Teflon tape (**Figure 3.6**). The impression and tape were removed, the excess was cleaned and polymerization was achieved with an LED light device (Elipar Freelight 2, 3M ESPE, USA). A rough finish was applied before the rubber dam was removed (**Figure 3.7**). After the occlusal check, polishing was completed with two-step twist system (Diacomp plus Twist, EVE Technik, Germany) and fine polishing disk (Sof-Lex, 3M ESPE, USA) specifically for the mesial marginal surface and by diamond paste (Diamond Polish, Ultradent, USA) application using a goat-hair brush (**Figure 3.8**). The restoration was evaluated according to FDI

criteria both immediately after the restoration was completed and after 1 year when the patient returned for a follow-up. Based on aesthetic, functional and biological criteria, the restoration maintained clinically excellent properties except minor chipping causing a downgrade in fractures and retention criterion among functional properties and in surface luster among aesthetic properties. Those properties were still at a clinically good level that didn't require any repair or replacement (**Figure 3.9**).



Figure 3.1. Radiographic image

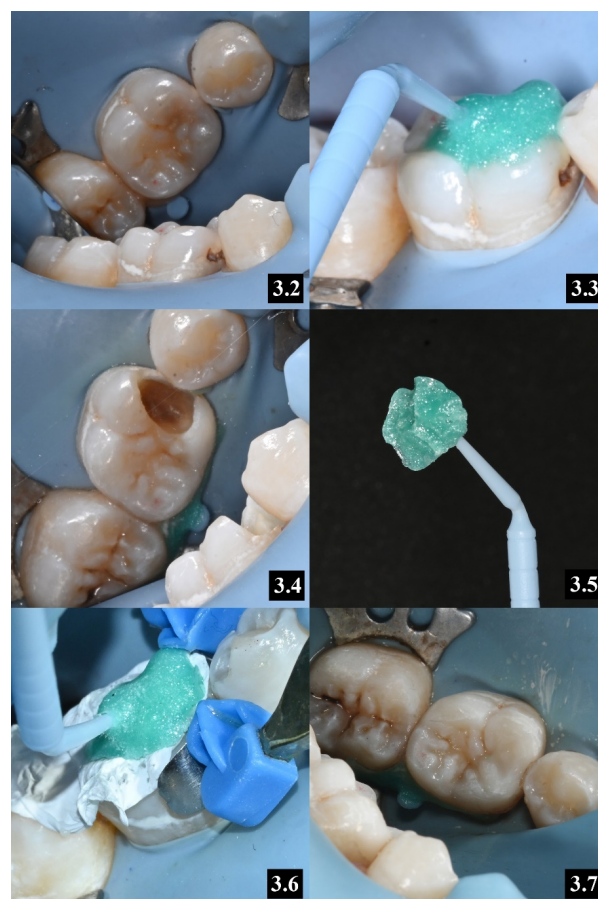


Figure 3.2. Preoperative image of the tooth isolated with a rubber dam

Figure 3.3. Impression of the tooth surface with gingival barrier

Figure 3.4. Image after removal of carious tissue

Figure 3.5. Image of the gingival impression

Figure 3.6. Application of the impression to the occlusal surface

Figure 3.7. Image just before the rubber dam is removed



Figure 3.8. Intraoral state of the tooth after occlusal check and polishing procedures are completed



Figure 3.9. Follow-up image of the tooth after 1 year

DISCUSSION

Composite resin restorations can be performed through either direct or indirect methods. The decision between these methods is influenced by various factors.¹² Direct techniques offer the advantage of completing the restoration in a single session and at a lower cost. However, their mechanical strength is generally lower compared to indirect restorations. Furthermore, they come with a variety of drawbacks including proximal and occlusal wear, surface roughness, marginal discoloration, loss of marginal integrity, secondary caries, postoperative sensitivity, method sensitivity, and inadequate bonding to dentin.¹³ The indirect technique addresses these limitations. However, considerations such as higher costs and time commitments, the necessity for two appointments, the need for a temporary restoration, and limited reparability may sway patients towards opting for direct methods.¹⁵

The primary objective of restoration is to reinstate the natural form and function of teeth, enhancing the comfort of dental treatment for the patient.¹⁶ The newly introduced Stamp technique is a method that captures the occlusal anatomy of posterior teeth with preserved occlusal topography through the creation of an index. This technique offers an advantage in cases of occlusal caries where the occlusal anatomy or marginal ridges are either minimally damaged or not damaged at all.¹⁷ In this study's showcased case series, an attempt was made to treat carious teeth of patients with preserved occlusal form (class I and class II) using the Stamp technique. The goal was to ensure harmony with their antagonist and neighboring teeth while maintaining the cusp-fossa relationship. Conventional impression material, flowable composite, and a gingival barrier were employed

as impression materials in the implementation of this technique. It is advisable to use an isolating agent on the tooth surface when applying a flowable composite or a gingival barrier. This facilitates the easy removal of the impression from the tooth surface without causing damage, while simultaneously preventing these fluid materials from penetrating too deeply by filling the deep pits and fissures. In addition, in patients with limited mouth opening, the traditional impression material may pose difficulty in taking the surface impression on the posterior teeth. Therefore, taking impressions with a fluid composite or barrier using a micro brush may facilitate the feasibility of the procedure. It has been noted that various materials can be readily employed in the implementation of this technique.

The ability to quickly replicate the original morphology in suitable cases highlights the comfort and simplicity of the Stamp technique for both the patient and the dentist. Stretch film can be an alternative to Teflon tape, as it doesn't require removal during exposure. This approach minimizes the impact of ambient light on composite materials, ensuring that the final restoration surface maintains a consistent and appropriate form.^{16,18} These characteristics have proven to be significant for the prolonged effectiveness of composites.⁹

On the other hand, the correct placement of the stamp on the tooth surface immediately after the application of the Teflon tape can be a challenge for beginners. Moreover, the Teflon tape has a certain thickness, which may hinder the transfer of fine details. In the Modified Stamp technique proposed to overcome this problem, a transparent bite impression material is used to create the stamp and Teflon tape is not required during the application phase. Since the stamp is optically transparent, it does not need to be removed before polymerization with light. This new and up-to-date technique allows the occlusal anatomy to be accurately transferred and the restoration to be completed more precisely. Additionally, this also prevents the formation of an oxygen-inhibition layer.¹⁹

Besides the mentioned advantages of the Stamp technique, it has disadvantages such as the need for clinical knowledge and its cost. It necessitates costly materials such as microbrushes, flowable composites, impression materials, or gingival barriers. To overcome this drawback, a suitable spatula such as a cement fulvar can be used instead of a micro brush. In addition, surface impressions can also be taken with expired impression materials, thus contributing to the principles of circular economy.²⁰

CONCLUSION

The Stamp technique can be applied in occlusal caries of all molars and premolars with intact occlusal morphology. With this technique, the patient's original anatomy can be restored with high precision and accuracy. In addition, learning the technique and gaining practice in its application helps save the time required for the completion of the restoration. However, no matter which impression material we use, excess composite must be removed before polymerization and occlusion check and final polishing procedures must be performed after the polymerization stage.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Çıkar Çatışması / Conflict of interest

Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: HB (%70) OY (%30)

Veri Toplanması | Data Acquisition: HB (%60) OY (%40)

Veri Analizi | Data Analysis: HB (%65) OY (%35)

Makalenin Yazımı | Writing up: HB (%50) OY (%50)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: HB (%60) OY (%40)

REFERENCES

1. Murashkin A. "Direct posterior composite restorations using Stamp technique-conventional and modified: A case series." *IJDR* 2.1 (2017): 3-7.
2. Lynch CD, Wilson NH. Managing the phase-down of amalgam: Part I. Educational and training issues. *Br Dent J*. 2013; 215:109-13.
3. Alshehadat SA, Halim MS, Carmen K, Fung CS. The stamp technique for direct Class II composite restorations: A case series. *J Conserv Dent*. 2016;19(5):490-493.
4. Dilley DC, Vann WF, TRO, RMC. Time required for placement of composite versus amalgam restorations. *Asdc Journal of Dentistry for Children*. 1990;57(3):177-183.
5. Geena MG, Kevin RG. Building proximal contacts and contours in resin composite restorations: a technical report. *Journal of Scientific Dentistry*. 2014;4(1):62-69.
6. Gross MD, Mathews JD. (No title). Occlusion In Restorative Dentistry: Technique and Theory. 1982.
7. Roberson TM, Heymann H, Swift EJ, Sturdevant CM. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 2006.
8. Ramseyer ST, Helbling C, Lussic A. Posterior vertical bite reconstructions of erosively worn dentitions and the "Stamp technique" - a case series with a mean observation time of 40 months. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2015;17(3):283-289.
9. Haimilton JC, Krestik KE, Dennison JB. Evaluation of custom occlusal matrix technique for posterior light-cured composites. *Operative Dentistry*. 1998; 23:303-307.
10. G GM, Jayadevan A. Microbrush Stamp technique to achieve occlusal topography for composite resin restorations: a technical report. *Journal of Scientific Dentistry*. 2016;6(2):76-82.
11. Varsha RK. Microbrush Stamp technique-Case report. *General Practice Feature*. Dentaltown, 2015;98-99.
12. Ericson D. What is minimally invasive dentistry. *Oral Health & Preventive Dentistry*. 2004; 2:287-292.
13. Howard NY. Advanced use of an esthetic indirect posterior resin system. Advanced Use of an Esthetic Indirect Posterior Resin System. *Compendium of Continuing Education In Dentistry* (Jamesburg, Nj: 1995). 1997;18(10):1044-1046.
14. Saoji SS, Ikhar A, Manik K, Awghad S, Panchal S. Elevating Restorative Dentistry: Use of the Art of Stamp techniques in Mandibular Posterior Regions. *Cureus*. 2024;16(7): e64014.
15. Azeem RA, MNS. Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: a systematic review. *Journal of Conservative Dentistry*. 2018;21(1):2.
16. Tambake NJ, Tambake S, Gandhi N, Jadhav Y, Madhu K, Burad P. Stamp technique-new perspective of aesthetic dentistry: a case report. *Iosr Journal of Dental and Medical Science*. 2017;16(6):49-51.
17. Reshawn MI, Kolli S. Knowledge, attitude, and practice survey on the use of Stamp technique for the management of class 1 caries in molars among undergraduate students in dental schools. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*. 2022;13(Suppl 2): S421.
18. Pompeu JGF, Moraes RC, Ferreira TO, Prado VLG, Sampaio TDJS, Pedrosa MDS, ve ark. Occlusal Stamp technique for direct resin composite restoration: a clinical case report. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2016;7(4):12427-12430.
19. Qian K, Wang QL, Pan J. 3D Digital Evaluation for Direct Composite Restoration Using the Modified Stamp technique. *Chin J Dent Res*. 2021;24(3):185-9.
20. Liebenberg WH. Occlusal index-assisted restitution of esthetic and functional anatomy in direct tooth-colored restorations. *Quintessence International*. 1996;27(2):81-88.

Restoration with 'Stamp Technique' in Dental Caries with Intact Occlusal Morphology: Case Series

Oklüzal Morfolojinin Bozulmadığı Diş Çürüklerinde 'Stamp Tekniği' ile Restorasyon: Vaka Serisi

Enes Mustafa AŞAR^a ID, Sıla Beren ADIGÜZEL ERDOĞAN^a ID

^aSelcuk University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, Konya, Türkiye

^aSelçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Konya, Türkiye

ABSTRACT

The primary objective of a restoration is to rehabilitate the tooth's morphology, function, and occlusal role as closely as possible to its natural state. The stamp technique is one biomimetic technique that meets these expectations by mimicking nature closely. This technique's advantage is that it allows for the rapid and easy restoration of teeth whose occlusal surfaces have not been compromised by decay. This case presentation aims to share the advantages of the stamp technique in pediatric patients. Occlusal caries were detected in patients who visited our clinic. The affected teeth did not exhibit endodontic symptoms. Using the stamp technique, it was decided to perform direct composite resin restorations on these teeth. Under rubber dam isolation, the occlusal surface was taking an impression. The decay was removed, and the cavity was selectively etched with 37% phosphoric acid gel, followed by the application of an adhesive agent. Composite was placed in the cavity according to the layering technique and polymerized with light. The final composite layer was shaped using the taken impression and light-cured, followed by polishing and finishing procedures. The stamp technique facilitates the reformation of occlusal morphology in posterior composite restorations. Reducing procedure time is valuable for increasing patient motivation in pediatric patients. Additionally, the continuity of chewing and joint functions is maintained by easily replicating occlusal contacts.

Keywords: Composite resin, Conservative dentistry, Stamp technique

ÖZ

Bir restorasyonun temel amacı dişin morfolojisini, işlevini ve oklüzyondaki görevini doğala en yakın şekilde rehabilite edebilmesidir. Bu beklentileri, doğala en yakın şekilde taklit ederek karşılayabilen biomimetik tekniklerden biri de stamp tekniğidir. Bu tekniğin avantajı oklüzal yüzeyin çürük sebebiyle bozulmadığı dişlerin hızlı ve kolayca restore edilebilmesidir. Bu olgu sunumunun amacı çocuk hastalarda stamp tekniğinin avantajlarını paylaşmaktır. Kliniğimize başvuran hastalarda oklüzal çürükler tespit edilmiştir. İlgili dişlerde endodontik semptomlar bulunmamaktadır. Dişlere stamp tekniği kullanılarak direkt kompozit rezin restorasyon yapılmasına karar verilmiştir. Rubber dam izolasyonu altında oklüzal yüzeyin ölçüsü alınmıştır. Çürük temizlenip kavite %37'lik fosforik asit jeli ile selektif olarak asitlenip adeziv ajan uygulanmıştır. Kaviteye tabakalama tekniğine uygun şekilde kompozit yerleştirilmiş ve ışıkla polimerize edilmiştir. Son tabaka kompozit de alınan ölçüyle şekillendirilip ışıkla polimerize edilmiş, cila ve bitim işlemleri uygulanmıştır. Stamp tekniği posterior kompozit restorasyonlarda oklüzal morfolojinin yeniden oluşturulmasında kolaylık sağlamaktadır. Özellikle çocuk hastalarda işlem süresinin kısalması hasta motivasyonunun artması açısından değerlidir. Ayrıca oklüzal temasların kolayca taklit edilmesiyle çiğneme ve eklem fonksiyonlarının devamlılığı sağlanır.

Anahtar Kelimeler: Kompozit rezin, Oklüzal morfoloji, Stamp tekniği

Introduction

The primary objective of restoring a tooth is to regain its original function and aesthetics. Nowadays, biomimetic approaches have started to gain importance. Biomimetic dentistry aims to approximate nature as closely as possible. Its main objective is to replace lost tooth tissues with materials that will restore their original function, meet aesthetic expectations, and withstand all functional stresses.¹

For patient comfort, it is crucial for restorations to mimic occlusal anatomy and ensure occlusal stability to restore ideal chewing function. Reproducing occlusal anatomy as it was can be challenging with traditional methods. During attempts to create an ideal occlusal surface, excessively contoured or shallow, irregular surfaces may also be formed.² Disruption of occlusal anatomy can lead to complications such as neuromuscular imbalance and impaired chewing function. To avoid these complications, a restorative technique known as the stamp technique has been developed. This technique aims to make the design of occlusal anatomy quicker and more reproducible, thereby minimizing anatomical errors.³ The complexity of the traditional approach has led to the exploration of innovative solutions, resulting in the emergence of the "Stamp technique." This new restorative approach aims to facilitate the design of occlusal anatomy while reducing the risk of anatomical errors.⁴ Dr. Waseem Riaz is the clinician who first described the Stamp technique for replicating ideal occlusal anatomy in composite resin restorations. This technique, aimed at maintaining function and aesthetics, involves taking an impression of the occlusal surface before caries removal. The obtained impression can be considered a negative copy of the occlusal anatomy and is used to shape the final composite layer. To create the impression, the occlusal surface of the tooth to be restored must be intact.⁵ For this reason, it can be said that the stamp

technique has a limited indication.⁶ Stamp technique can be applied to teeth with intact marginal walls, intact occlusal anatomy and dentin caries in clinical and radiographic examinations.⁷ However, cases have been reported in the literature where the stamp technique can also be used for interproximal carious lesions where the occlusal and interproximal walls and marginal ridge remain intact.⁸ Additionally, this technique is also used to rehabilitate the loss of vertical dimension caused by teeth worn down by occlusal forces.⁹

There are two stages that distinguish the Stamp technique from traditional techniques in practice. The first one is to take an impression of the occlusal surface before starting cavity preparation.¹⁰ The second is to create the surface anatomy using this impression before placing the final composite layer on the tooth.⁸ In this case report, cases restored with the stamp technique in paediatric patients are presented.

Case Reports

Four patients aged 10-14 years, who were systemically healthy and presented with complaints of dental caries, were included in this case report at the Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Selçuk University. The case reports comprise five cases, as one patient's report includes two teeth. Clinical examination of the patients revealed that the occlusal surface anatomy of the carious teeth was intact. The patients exhibited no symptoms such as pain or percussion sensitivity. Examination with a probe in the fissures of the teeth revealed soft surfaces, and brown discolorations were observed in the fissures of the affected teeth. Radiological images of the cases where deep occlusal caries were suspected confirmed the presence of dentin caries. Due to the intact occlusal surface anatomy and the preserved marginal ridges, treatment was planned using the Stamp technique. The patients'

Gönderilme Tarihi/Received: 20 Temmuz, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 1 Ağustos, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Aşar EM, Adigüzel Erdoğan SB. Restoration with 'Stamp Technique' in Dental Caries with Intact Occlusal Morphology: Case Series. Selcuk Dent J 2025;12(1): 125-128 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1519380](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1519380)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Enes Mustafa AŞAR

E-mail: enesmustafasar@gmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1519380](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1519380)

parents were informed about the treatment and informed consent was obtained. Treatment commenced with the administration of local anesthesia. The teeth were isolated with a rubber dam, and the occlusal surfaces were polished to remove debris. A thin layer of Vaseline was applied to the occlusal surfaces, followed by applying flowable composite (Nova Compo-HF, Imicryl). A bond brush was gently placed in the center of the occlusal surface and light-cured to take the impression of the occlusal surface. Carious tissue was removed using diamond and steel round burs. The tooth surfaces were etched with 37% orthophosphoric acid (Panora 200 Asit Etch Etching Gel, Imicryl) for 30 seconds on enamel and 15 seconds on dentin. The acid was rinsed off with water for approximately 30 seconds. The cavity was gently dried with air. Adhesive (Nova Compo-B, Imicryl) was applied according to the manufacturer's instructions, rubbed for 20 seconds to act as a primer, and light-cured for 20 seconds. Universal composite (Nova Compo-HS, Imicryl) was placed in 2 mm layers in the cavity, and each layer was light-cured for 20 seconds. Before the final composite layer was polymerized, the occlusal surface was covered with Teflon tape. The initial occlusal impression key was gently pressed onto the restored tooth to shape the occlusal surface anatomically. After final polymerization, occlusion was checked. Occlusal adjustments were completed, and after polishing, the treatments were finished (Figures 1-5).

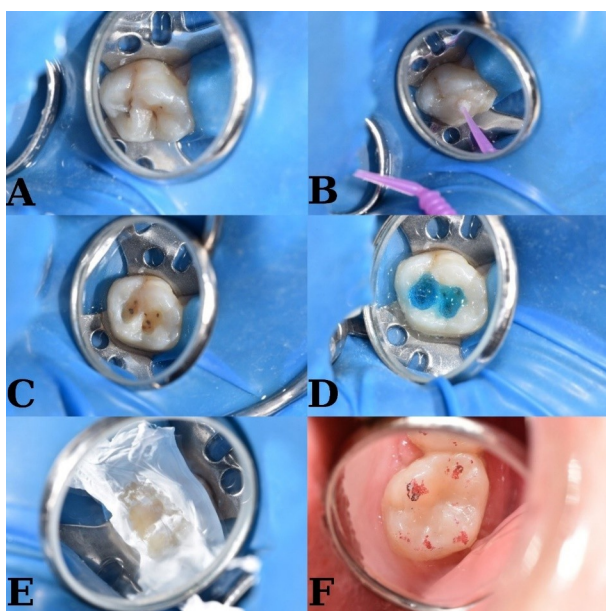


Figure 1. Application of the stamp technique on tooth number 16 of a 10-year-old female patient; A) Occlusal Caries; B) Taking an impression of the occlusal surface; C) Cavity preparation; D) Acid etching; E) Placement of Teflon tape; F) Final

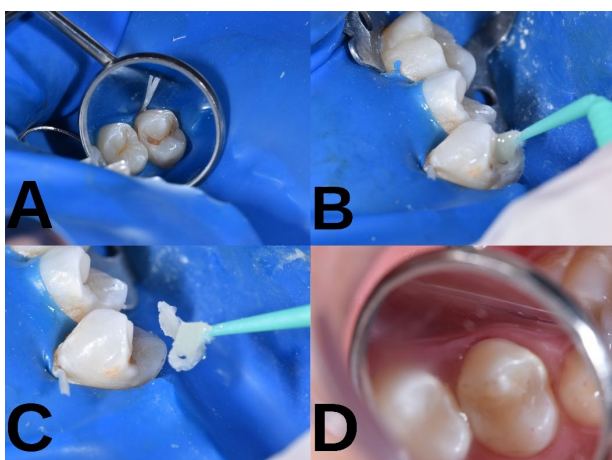


Figure 2. Application of the stamp technique on tooth number 24 of a 13-year-old male patient; A) Occlusal Caries; B) Taking an impression of the occlusal surface; C) Occlusal impression; D) Final

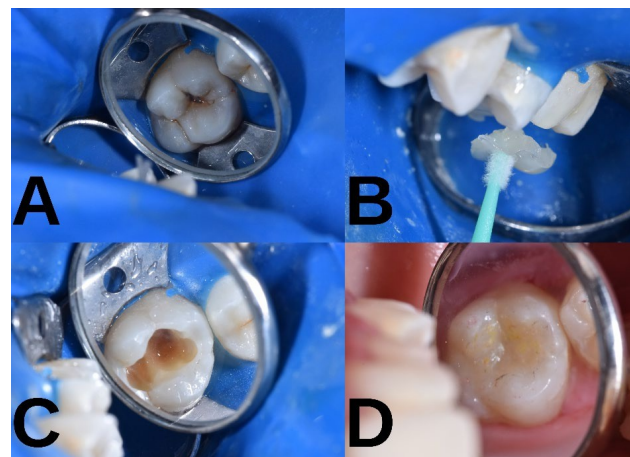


Figure 3. Application of the stamp technique on tooth number 26 of a 13-year-old male patient; A) Occlusal Caries; B) Taking an impression of the occlusal surface; C) Occlusal cavity; D) Final

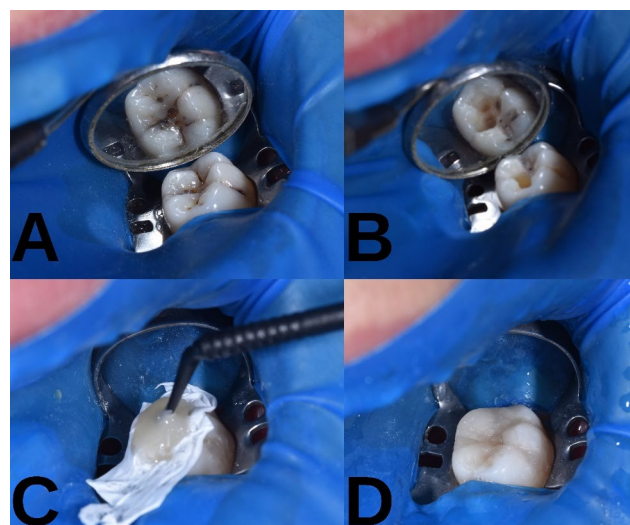


Figure 4. Application of the stamp technique on tooth number 36 of a 12-year-old male patient; A) Occlusal Caries; B) Occlusal cavity; C) Placement of Teflon tape; D) Final

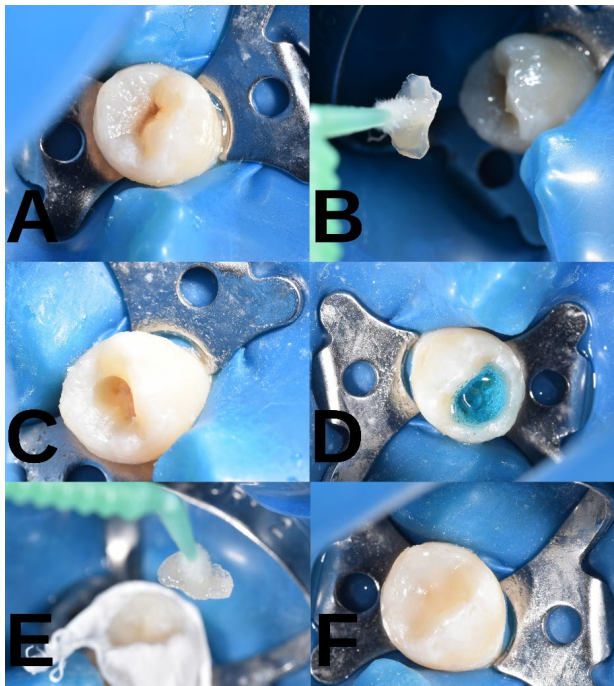


Figure 5. Application of the stamp technique on tooth number 35 of a 14-year-old female patient; A) Occlusal Caries; B) Taking an impression of the occlusal surface; C) Cavity preparation; D) Acid etching; E) Placement of Teflon tape; F) Final

Discussion

Biomimetic approaches are techniques used to achieve results that closely mimic the natural tooth structure and the tubercle-fossa relationship. Composite resins are frequently used materials in biomimetic restorations. In addition to their biomimetic properties, composites also offer the advantage of enabling minimally invasive procedures.¹⁰

In addition to their excellent aesthetic properties, composite resins can be used in direct and indirect restorations, allowing minimal preparation thanks to their ability to be used with adhesive systems.¹⁰ Direct techniques allow for the completion of restorations in a shorter time, which is a significant advantage, especially for pediatric patients. However, their mechanical strength is often lower compared to indirect restorations. Additionally, they have various disadvantages, including wear on proximal edges and occlusal surfaces, surface roughness, marginal discoloration, secondary caries, postoperative sensitivity, technique sensitivity, and insufficient bonding to dentin.¹¹

The Stamp technique, one of the direct techniques, involves creating an occlusal surface impression critical to replicate the occlusal surface anatomy. This technique provides advantages in cases of occlusal caries where the occlusal anatomy and marginal ridges remain intact.¹² In this study, Class I carious teeth with intact occlusal surface anatomy were treated using the Stamp technique. The aim was to preserve the tubercle-fossa relationship and to recreate the occlusal surface anatomy as close to natural as possible. The flowable composite was used as the impression material, and Vaseline was applied to facilitate easy removal of the impression from the surface. It is noted that different materials, like conventional impression materials, can also be used in the application of this technique.

The ability to quickly and practically replicate the original morphology in suitable cases makes the Stamp technique a comfortable treatment option for both the patient and the dentist. However, the need for additional materials and clinical expertise can be considered disadvantages of this technique. Using a cement spatula instead of a bond brush and expired impression materials as the impression material could be beneficial in reducing costs.¹³

Following the introduction of the Stamp technique by Dr Waseem Riaz, many case reports have been published.⁵ Although the technique has many limitations, case reports have presented

successful results in teeth treated with this technique.^{3,4,8,10,14} Similar to the literature, in this case, series, the Stamp technique was applied only to occlusal carious teeth with preserved occlusal surface integrity.

Zotti and colleagues conducted an in vitro study examining 20 composite fillings restored using the Stamp technique and the conventional layering technique under a scanning electron microscope. They statistically analyzed the data obtained, testing the cases for microleakage, marginal adaptation, the presence of overhangs, and voids. The results were successful for both techniques, with no significant difference found between them. However, the researchers reported a significant difference in the restoration times between the two techniques, noting that the finishing and polishing time required for the Stamp technique was considerably shorter.³

Conclusion

Despite some limitations in the applications of the Stamp technique, it offers advantages such as the ability to rehabilitate surface anatomy and occlusion in a manner closest to the original, and a reduced need for finishing and polishing procedures. The ability to replicate ideal occlusal relationships and the shorter treatment duration are also significant for patient comfort.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışma 24-26 Mayıs 2024 tarihinde düzenlenen olan Necmettin Erbakan Üniversitesi 3. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresine sözlü olarak sunulmuştur.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This study was presented orally at the Necmettin Erbakan University 3rd International Dentistry Congress held on 24-26 May 2024.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: EMA (%70) SBAE (%30)
Veri Toplanması | Data Acquisition: EMA (%80) SBAE (%20)
Veri Analizi | Data Analysis: EMA (%50) SBAE (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: EMA (%30) SBAE (%70)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: EMA (%60) SBAE (%40)

REFERENCES

1. Singer L, Fouda A, Bourauel C. Biomimetic approaches and materials in restorative and regenerative dentistry: review article. *BMC Oral Health*. Feb 16 2023;23(1):105. doi:10.1186/s12903-023-02808-3
2. Shaikh H, Choksi D, Idnani B. Posterior composite restoration with stamp technique. *Indian J Oral Health Res*. 2020;6(1):29-31.
3. Zotti F, Vincenzi S, Zangani A, Bernardi P, Sbarbati A. Stamp Technique: An Explorative SEM Analysis. *Dent J (Basel)*. Mar 8 2023;11(3) doi:10.3390/dj11030077
4. Agrawal P, Nikhade P. Stamp Approach for Posterior Composite Restorations: A Case Report. *Cureus*. 2022;14(7)
5. Mary G, Jayadevan A. Microbrush stamp technique to achieve occlusal topography for composite resin restorations-A Technical Report. *J Scientific Dent*. 2016;6(2):76-82.
6. Murashkin A. Direct posterior composite restorations using stamp technique-conventional and modified: A case series. *IJDR*. 2017;2(1):3-7.
7. Saoji SS, Ikhar A, Manik K, Awghad S, Panchal S, Manik Jr K. Elevating Restorative Dentistry: Use of the Art of Stamp Techniques in Mandibular Posterior Regions. *Cureus*. 2024;16(7)
8. Alshehadat SA, Halim MS, Carmen K, Fung CS. The stamp technique for direct Class II composite restorations: A case series. *J Conserv Dent Endod*. 2016;19(5):490-493.
9. Ramseyer ST, Helbling C, Lussi A. Posterior vertical bite reconstructions of erosively worn dentitions and the "stamp technique"-A case series with a mean observation time of 40 months. *J Adhes Dent*. 2015;17(3):283-289.
10. Wijaya YH, Soesilo D, Rochyani L, Pangabdian F. Direct composite restoration using stamp technique and pizza technique: A case report. 2020;
11. Eltoukhy RI, Elkaffas AA, Ali AI, Mahmoud SH. Indirect resin composite inlays cemented with a self-adhesive, self-etch or a conventional resin cement luting agent: A 5 years' prospective clinical evaluation. *Journal of Dentistry*. 2021; 112:103740.
12. Reshawn MI, Kolli S. Knowledge, attitude, and practice survey on the use of stamp technique for the management of Class I caries in molars among undergraduate students in dental schools. *J Adv Pharm Technol Res*. 2022;13(Suppl 2): S421-S426.
13. Klein C, von Ohle C, Wolff D, Meller C. A quantitative assessment of silicone and PTFE-based stamp techniques for restoring occlusal anatomy using resin-based composites. *Clinical Oral Investigations*. 2022;26(1):207-215.
14. Pompeu JGF, Moraes RC, Ferreira TO, Prado V, de Jesus Sousa Sampaio T, da Silva Pedrosa M. Occlusal stamp technique for direct resin composite restoration: A clinical case report. *Int J Recent Sci Res*. 2016;7(7):12427-12430.

Diş Hekiminin Erken Teşhisi ile Gardner Sendromu: 3 Vaka Raporu

Gardner Syndrome with Early Diagnosis By the Dentist: 3 Case Report

Sümeyye ÇELİK^a, Alican KURAN^a, Umut SEKİ^a, Hasan YILMAZ^b, Enver Alper SİNANOĞLU^c

^aKocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi AD, Kocaeli, Türkiye

^aKocaeli University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Kocaeli, Türkiye

^bKocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İç Hastalıklar AD, Gastroenteroloji Bilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

^cKocaeli University, Faculty of Medicine, Department of Internal Medicine, Division of Gastroenterology, Kocaeli, Türkiye

ÖZ

Gardner sendromu otozomal dominant kalıtmı nadir görülen bir sendromdur. Gastrointestinal poliplerin dışında ekstraintestinal bulgu olarak çenelerde osteomlar, gömülü/süpernumere dişler, epidermoid kistler, desmoid tümörler, retinal lezyonlar görülebilir. Rutin diş hekimi muayenesi esnasında panoramik radyografi ile çenelerde ekstraintestinal bulgular tespit edilebilir ve bu durum da diş hekimlerini daha ileri klinik araştırmalar yapmaya yönlendirebilecek önemli bir gösterge olabilir. Bu çalışmanın amacı kliniğimize başvuru ve daha önceden bu durumun farkında olmayan Gardner Sendromlu üç olguyu bildirmek ve sendromun çenelerde gözükebilecek ekstraintestinal bulguları sebebiyle diş hekimlerin dikkatini bu konuya çekmektir.

Anahtar Kelimeler: Gardner sendromu, Osteom, Panoramik Radyografi

ABSTRACT

Gardner syndrome is a rare autosomal dominant inherited syndrome that may present with a number of extraintestinal findings. These include osteomas, impacted/supernumerated teeth, epidermoid cysts, desmoid tumors and retinal lesions. The presence of these extraintestinal findings in the jaws can be identified through the use of panoramic radiographs during routine dental examinations. This may serve as an important indicator that may direct dentists to further clinical investigations. The objective of this study is to present three cases of Gardner's Syndrome that were initially unaware of their condition and to highlight the importance of dentists being aware of the extraintestinal findings of the syndrome, which may appear in the jaws.

Keywords: Gardner Syndrome, Osteoma, Panoramic Radiograph

Giriş

Gardner sendromu, Familial Adenomatöz Polipozis (FAP)' in bir alt tipi olarak yumuşak doku tümörleri ve osteomların tabloya eşlik ettiği otozomal dominant kalıtım gösteren genetik bir hastalıktır.¹ Gardner sendromunun görülme sıklığı 4.000-12.000/1 arasındadır.² Bu sendrom; çenelerde çok sayıda osteom, yoğun kemik adası (YKA) olarak çok sayıda enostoz, ciltte epidermoid kistler, subkütanöz desmoid tümörler, ince ve kalın bağırsakta ise çok sayıda polipler ile karakterizedir. Ayrıca, çenelerdeki bulgulara ek olarak süpernumere dişler, gömülü dişler ve odontomalari kapsayan dental anomaliler sayılabilir.³ Bu hastalarda kolon ve rektumda bulunan çok sayıda poliplerden kolorektal malignite gelişme ihtimali yüksektir. Tedavi edilmedikleri halde, kolonda çok yüksek oranda penetrasyon görüldüğü rapor edilmiştir.⁴

Otozomal dominant olan bu sendromun diş hekimliği için önemi kolondaki poliplerin dördüncü dekatta malign dönüşüme uğramasından önce, başka bölgelerdeki lezyonların bağırsaktakilerden önce ortaya çıkabilmesidir. Bu bulgular sayesinde erken tanı mümkün olabilir. Özellikle çenelerde görülen radyolojik bulgular çoğunlukla belirti göstermeden tesadüfi olarak tespit edilmektedir. Çene bulgularına eşlik edebilen özellikle kafa derisinde yer alan çok sayıda sebace kistlerin erken tespiti, hayat kurtarıcı olabilecek ileri araştırma ve tedavilere imkân sağlayabilir.⁵ Sendromun ailesel geçişi gerçeği göz önüne alınarak, diğer aile bireylerinin dental muayenesinin yapılması Gardner sendromunun erken teşhisinde, malign lezyonların gelişimine karşı diş hekiminin yaptığı muayenenin önemini ortaya koymaktadır.⁶

Bu vaka raporunda Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Oral Diagnoz kliniğine başvuru, daha önce hastalığının farkında olmayan ve tanısı panoramik röntgen bulgularına dayanarak yapılan kolonoskopi sonucu konmuş birisi anne-oğul diğeri de başka bir hasta olmak iki farklı ailede tespit edilen Gardner sendromu olguları sunulmaktadır.

OLGU SUNUMU

1. VAKA

41 yaşında kadın hasta diş eksikliği nedeniyle Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Oral Diagnoz

Kliniğine başvurdu. Radyolojik muayenesi esnasında panoramik radyografide alt ve üst çenede yer yer diş köklerine süperpoze olan, osteosklerotik, bilateral ve multifokal olarak izlenen radyopak alanlar ve alt sağ kanin diş distalinden bazis mandibulaya uzanan yoğun sklerotik alan dikkat çekti (**Resim 1**). Hastadan alınan aile öyküsünde annesini bağırsak kanseri nedeniyle kaybettiği, kız kardeşinde bağırsak polipi olduğu, kendisinin ise zaman zaman kabızlık yaşadığı öğrenildi. Hasta radyolojik bulgularla yapılan korelasyon sonucunda Gardner sendromu ön tanısıyla değerlendirilmesi ve kolonoskopisi için Gastroenteroloji kliniğine yönlendirildi. Diş merkezde yapılan kolonoskopi işlemi sonucunda kolon segmentlerinde 110 cm'de bir, 80 cm'de iki, 60 cm'de dört ve ampulla recti bölgesinde iki adet olmak üzere toplam dokuz adet polip olduğu görüldü. Kolonoskopi esnasında tespit edilen ve eksize edilen polipler için malignite özellikleri düşünülmüdü. Hastaya yılda bir kolonoskopi yaptırması önerildi. Hastanın birinci derece yakın akrabaları Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Oral Diagnoz ve Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahiliye Anabilim Dalı Gastroenteroloji kliniklerine yönlendirildi. Ek olarak retina pigment hipertrofisi değerlendirilmesi için göz doktoruna yönlendirildi.



Resim 1. Mandibulada daha fazla görülen ve diş kökleri üzerine süperpoze olan çok sayıda osteosklerotik alan izlenmektedir. Maksilla ve mandibulada bilateral olarak görülen lezyonların toplam sayısının beşin üzerinde olduğuna dikkat ediniz.

Gönderilme Tarihi/Received: 30 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 25 Temmuz, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Çelik S, Kuran A, Seki U, Yılmaz H, Sinanoğlu EA.

Diş Hekiminin Erken Teşhisi ile Gardner Sendromu: 3 Vaka Raporu. Selcuk Dent J 2025;12(1): 129-132 Doi: 10.15311/selcukdentj.1492900

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Sümeyye ÇELİK

E-mail: smyycelik41@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1492900

2. ve 3. VAKA

22 yaşında erkek hasta diş çürükleri şikâyetiyle Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Oral Diağnoz kliniğine başvurdu. Panoramik röntgen incelendiğinde alt ve üst çenede yer yer diş köklerine ve mandibular kanalın üzerine süperpoze olan amorf yapıda osteosklerotik, bilateral ve multifokal olarak izlenen radyopak alanlar, persiste süt dişlerine eşlik eden gömülü dişler dikkat çekti (**Resim 2**). Ekstraoral herhangi bir değişiklik gözlenmedi. Aile öyküsü alındığında annesinde bağırsak problemleri olduğu öğrenildi. Daha sonra kliniğimize çağrılan annesinin de panoramik röntgeninde multifokal radyopak alanlar gözlemlendi (**Resim 3**). Annenin rutin kolonoskopi yaptırdığı ve bağırsak polipleri olduğu, ancak hastalığının kalıtsal olabileceğini bilmediği, çocuğundaki oluşumların farkında olmadığı öğrenildi. Ayrıca Vaka 3'ün (annenin) babasının kolon kanserinden dolayı hayatını kaybettiği öğrenildi. Hastanın kontrollerine devam etmesi önerildi ve hastalar göz muayenesi için yönlendirildi.



Resim 2. Gömülü dişler ve onlara eşlik eden persiste süt dişleri osteosklerotik multifokal alanlar.



Resim 3. Mandibulada diş kökleri arasında yaygın osteosklerotik alanlar.

Hastalarda pozitif aile hikâyesinin bulunması, çok sayıda osteom ve çok sayıda poliplerin bulunması nedeniyle Gardner sendromu tanısı koyuldu.

TARTIŞMA

FAP; adenomatozis polipozis koli (APC) genindeki mutasyonlardan kaynaklanan, rektum ve kolon mukozasında sayıları yüzler ila binler arasında değişen adenom gelişimi ile karakterize otozomal dominant kalıtsal bir hastalıktır. APC geni tümör baskılayıcı bir gen olarak transkripsiyon, hücre döngüsü kontrolü, apoptozis gibi çeşitli hücresel işlemlerde görev alır. Mutasyonu sonucunda tümör baskılayıcı özelliği inaktif olur.⁷ Dikkat çekici olarak FAP görülen tüm hastalarda kolorektal kanser gelişme riski mevcuttur.⁸ Bu malignite durumu FAP için ayırt edici bir kriter olmasına rağmen, ekstraintestinal lezyonların bir araya gelmesi Gardner Sendromu için tanı kriterlerinin ve prognostik belirteçlerin önemli bir unsuru olarak kabul edilmektedir.⁹ Erken tanı konulabilen olgularda, adenomatöz poliplerde kanser gelişiminin yakın takip ve düzenli kontrollerle engellenebildiği gözetildiğinde;⁸ bu noktada osteomlar, diş anomalileri, deri lezyonları ve retinada retinal pigment epitelinin konjenital hipertrofisi gibi ekstraintestinal lezyonların Gardner sendromu ile ilişkisinin bilinmesi önem kazanmaktadır.⁹

Hastaların çoğunluğunda aile öyküsü bulunmasına rağmen olguların %25'inde kendiliğinden gelişen mutasyon sonucu ailede etkilenen ilk kişi olabildiği rapor edilmiştir. Bu hastalar genellikle bağırsak semp-

tomları açısından tıbbi kontrol altında olmadıklarından %67'sinde kolorektal kanser gelişmektedir. Tedavisiz hastaların neredeyse tamamında 40 yaşına gelmeden kolon kanseri gelişmektedir.¹⁰ Bizim olgularımızda da vakaların hepsinin ailelerinde gastrointestinal sistem rahatsızlıkları bulunuyordu. Özellikle 3.vakanın bağırsak polipleri nedeniyle rutin kolonoskopi yaptırdığı öğrenildi. Ancak rahatsızlığının genetik kalıtsal olduğunu bilmemesi dolayısıyla çocuğu olan 2.vakanın bu sendroma sahip olduğu hakkında bir bilgisi yoktu. Bu perspektif doğrultusunda özellikle Gardner sendromu gibi genetik kalıtsal hastalıklarda hekimlerin hastalarını rahatsızlıkları hakkında daha açıklayıcı bir şekilde bilgilendirmesi gerekmektedir.

Osteomlar Gardner Sendromunun önemli bir bileşenidir ve hastaların %50'sinde gözlenmektedir.¹⁰ Frontal kemik en sık tutulan kemiktir ve bunu maksilla/mandibula takip eder.¹¹ Yu ve ark., yaptıkları çalışmada osteomların ve dental anomalilerin Gardner Sendromu vakalarının %53'ünde ilk klinik belirti olarak ortaya çıktığını belirtmişlerdir.¹² Bilgisayarlı tomografi ve kemik taraması osteomların görüntülenmesi için ekstra bilgiler sağlasa da dental rutin klinik muayenede sıklıkla kullanılan panoramik radyografinin Gardner sendromu için yeterli olduğu kabul edilmektedir. Bunun nedeni ise panoramik radyograflerde multifokal yaygın lezyonların net bir şekilde izlenebilmesidir.⁶ Ayrıca, Gardner sendromlu hastaların çenelerinde osteomlar dışında; gömülü diş, gecikmiş diş sürmesi, odontoma gibi dental anomaliler görülebilmektedir.¹³ Bu durumlara da panoramik grafler aracılığıyla rutin muayene sırasında rastlanabilir. Gardner Sendromunda gözlenebilen lezyonlar radyografik incelemede radyopak ve iyi sınırlı izlenebileceği gibi, atılmış pamuk görünümü veren yaygın radyopasiteler şeklinde de olabilmektedir.¹⁴ Bazı hastalarda osteomlar bazen görülmeyebilir ancak beş ya da daha fazla YKA varlığı sendromun belirtisi olarak gösterilebilir.³ Bizim olgularımızın tamamının panoramik graflerinde amorf yapıda osteosklerotik, bilateral ve multifokal radyopak alanlar izlenmesi literatürdeki bilgiler ile benzer olduğu görüldü. Ayrıca 22 yaşında olan 2.vakanın panoramik radyografisinde gözlenen persiste süt dişlerine eşlik eden gömülü dişler de Gardner Sendromunda izlenebileceği belirtilen dental anomali çeşitleri ile uyumluydu.

Gardner Sendromunda ekstraintestinal bulgu olarak; hastaların %75'inde gözde pigmente lezyonlar, %50'sinde vücutta epidermoid kistler, %10'unda çoğu karın bölgesinde olmakla birlikte desmoid tümörler görülebilmektedir.¹⁵ Bu çalışmada hiçbir olguda çenede görülen ekstraintestinal bulgular dışında bir bulguya rastlanılmamıştır.

Gardner Sendromlu hastalarda zamanında teşhis ve tedavi planlanması yapılmadığı durumlarda yüksek mortalite riski bulunmaktadır. Çenelerde izlenen osteom olduğu düşünülen lezyonlar, diş hekimlerini daha ileri klinik araştırmalar yapmaya yönlendirebilecek önemli bir gösterge olabilir. Bizim çalışmamızda bütün olgularda çenelerde osteomlar ve bir vakada ise dental anomali izlenmekteydi. Bu doğrultuda, diş hekimleri rutin muayene sırasında panoramik radyografi incelerken Gardner sendromunun osteomlar, odontomlar, gömülü/süpernumerer dişler ve hipersementoz gibi klasik ekstraintestinal belirtileri ile ilk karşılaşabilecek uzmanlar olması dolayısıyla bu konu hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Ayrıca genetik otozomal baskın kalıtsal bir hastalık olması dolayısıyla bu hastalarda aile hikâyesinin sorgulanmasına önem gösterilmelidir.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: EAS (%100)
Veri Toplanması | Data Acquisition: SÇ (%50) AK (%25) US (%25)
Veri Analizi | Data Analysis: US (%25) HY (%25) EAS (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: SÇ (%50) AK (%50)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: SÇ (%80)
US (%20)

KAYNAKLAR

1. Gardner EJ, Richards RC. Multiple cutaneous and subcutaneous lesions occurring simultaneously with hereditary polyposis and osteomatosis. *Am J Hum Genet.* 1953;5(2):139-147.
2. Butler J, Healy C, Toner M, Flint S. Gardner syndrome—review and report of a case. *Oral Oncol Extra.* 2005;41(5):89-92. doi:10.1016/j.ooe.2005.02.001
3. White SC, Pharoah MJ, Oral Radiology (Seventh Edition). Mosby; 2014
4. Talseth-Palmer BA, Wijnen JT, Andreassen EK, et al. The importance of a large sample cohort for studies on modifier genes influencing disease severity in FAP patients. *Hered Cancer Clin Pract.* 2013;11(1):20. doi:10.1186/1897-4287-11-20
5. Başaran M, Çelik Ö, Bayrakdar İS, et al. Diagnostic charting of panoramic radiography using deep-learning artificial intelligence system. *Oral Radiol.* 2022;38(3):363-369. doi:10.1007/s11282-021-00572-0
6. Lee BD, Lee W, Oh SH, Min SK, Kim EC. A case report of Gardner syndrome with hereditary widespread osteomatous jaw lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(3):e68-72. doi:10.1016/j.tripleo.2008.10.018
7. Nishisho I, Nakamura Y, Miyoshi Y, et al. Mutations of chromosome 5q21 genes in FAP and colorectal cancer patients. *Science.* 1991;253(5020):665-669. doi:10.1126/science.1651563
8. Half E, Bercovich D, Rozen P. Familial adenomatous polyposis. *Orphanet J Rare Dis.* 2009;4:22. doi:10.1186/1750-1172-4-22
9. Blackwell MC, Thakkar B, Flores A, Zhang W. Extracolonic manifestations of Gardner syndrome: A case report. *Imaging Sci Dent.* 2023;53(2):169-174. doi:10.5624/isd.20230006
10. Demirci H, Sakin Y, Polat Z, Kantarcioglu M, Uygun A, Bagci S. Gardner Syndrome: Case Report. *Gulhane Med J.* 2015;57(2):196. doi:10.5455/gulhane.31476
11. Madani M, Madani F. Gardner's syndrome presenting with dental complaints. *Arch Iran Med.* 2007;10(4):535-539.
12. Yu D, Ng CW B, Zhu H, Liu J, Lin Y. Bone and dental abnormalities as first signs of familial Gardner's syndrome in a Chinese family: a literature review and a case report. *Med Sci MS.* 2018;34 Focus issue F1:20-25. doi:10.1051/medsci/201834f104
13. Saito K, Sekine M, Goto F, et al. Gardner syndrome with odontogenic sinusitis: A case report. *Clin Case Rep.* 2021;9(6):e04256. doi:10.1002/ccr3.4256
14. Kaya İ, Bozkurt P. Gardner Sendromlu Olguya Dental Teşhis ve Tedavi Yaklaşımları. *Türkiye Klin Diş Hekim Bilim Derg.* 2018;24(2):153-156.
15. Ben Lagha N, Galeazzi JM, Chapireau D, Oxeda P, Bouhnik Y, Maman L. Surgical management of osteoma associated with a familial Gardner's syndrome. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(6):1234-1240. doi:10.1016/j.joms.2005.10.047

Maksiller Retrognatik ve Mandibular Prognatik Hastanın Alt-RAMEC ve Yüz Maskesini Takiben Sabit Ortodontik Tedavisi: Vaka Sunumu

Treatment of a Patient with Maxillary Retrognathism and Mandibular Prognathism Using Alt-RAMEC and Facemask Followed by Fixed Orthodontic Therapy: A Case

Çağan Erkman ŞAYLAN^a, Mehmet Birol ÖZEL^a

^aKocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Kocaeli, Türkiye

^aKocaeli University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Kocaeli, Türkiye

ÖZ

Bu vaka sunumunda, iskeletsel sınıf III ve anterior çapraz kapanışlı 10 yıl 2 ay yaşındaki bir erkek hastanın henüz Alt-RAMEC protokolündeki maksiller genişletme ve daraltmalar devam ederken başlatılan yüz maskesi ile protraksiyonu ve takiben yapılan sabit ortodontik tedavisi sunulmaktadır. Tedavi öncesi ve sonrası klinik bulgular ile sefalometrik analizler değerlendirilmiştir. Tedavi sonucunda, sağ ve sol kaninler ve molarların sınıf I ilişkisi getirildiği, normal overjet ve overbite sağlandığı ve hastanın profilinin, oklüzyonunun ve estetik görünümünün iyileştirildiği gözlenmiştir. Bu vaka sunumu, Alt-RAMEC ile birlikte yüz maskesi protokolünün iskeletsel sınıf III maloklüzyon tedavisinde etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alt-RAMEC, Yüz maskesi, Anterior çapraz kapanış

ABSTRACT

This case report presents the treatment of a 10-year and 2-month-old male patient with skeletal Class III malocclusion and anterior crossbite using the Alt-RAMEC protocol combined with facemask protraction followed by fixed orthodontic therapy. The facemask protraction was initiated while the maxillary expansion and constriction phases of the Alt-RAMEC protocol were ongoing. Clinical findings and cephalometric analyses were evaluated before and after treatment. The treatment results showed that Class I canine and molar relationships were achieved on both sides, with normal overjet and overbite. Additionally, improvements were observed in the patient's profile, occlusion, and aesthetic appearance. This case report demonstrates that the Alt-RAMEC protocol combined with facemask is an effective method for treating skeletal Class III malocclusion.

Keywords: Alt-RAMEC, Facemask, Anterior crossbite,

GİRİŞ

Sınıf III maloklüzyonların iskeletsel ve dental tedavisi zor ve uğraştırıcı olmakla beraber sıklıkla maksiller retrognati veya mandibular prognatiye bağlı olarak gelişir¹. Bu tür maloklüzyonlar, mandibulanın aşırı büyümesi veya maksillanın yetersiz gelişimi ile karakterizedir ve çoğunlukla estetik ve fonksiyonel sorunlara yol açar². Bu tipteki maloklüzyonların tedavisinde, büyüme döneminde uygulanan ortopedik tedaviler önemli bir rol oynar³.

Son yıllarda, hızlı maksiller genişletme (RME) ve yüz maskesi kombinasyonuna ek olarak, alternatif hızlı maksiller genişletme-daraltma (Alt-RAMEC) protokolü geliştirilmiştir. Bu protokol, maksillayı sutural bağlantılarını bir miktar mobilize ederek protraksiyon kuvvetlerinin etkinliğini artırmayı amaçlar. Alt-RAMEC protokolü, maksillanın 1 hafta genişletilip 1 hafta daraltılması şeklinde uygulanır ve bu işlem 7-9 hafta boyunca tekrarlanır³. Yapılan çalışmalar, Alt-RAMEC protokolü ile elde edilen maksiller protraksiyonun, klasik RME yöntemine göre daha fazla olduğunu göstermektedir^{4,5}. Alt-RAMEC protokolünün etkinliği, maksillanın sagittal yönde daha fazla hareket etmesini sağlayarak iskeletsel sınıf III maloklüzyonların tedavisinde önemli sonuçlar verir⁶.

Vaka sunumumuz, 10 yıl 2 ay yaşındaki bir erkek hastada Alt-RAMEC ve yüz maskesi protokolü ile iskeletsel sınıf III maloklüzyon ve anterior çapraz kapanışın nasıl düzeltildiğini göstermektedir. Böylece dentofasiyal ortopedik yaklaşımla birlikte onun mütemmim bir cüzü olan ve takiben gerçekleştirilen ortodontik sabit tedavi uygulanmış bir hasta ele alınmıştır.

Tedavi öncesi ve sonrası klinik bulgular ve sefalometrik analizler incelenerek, tedavi süreci ve sonuçları tartışılarak, Alt-RAMEC ile birlikte yüz maskesi kullanımı kombinasyonunun maksiller retrognatik hastalarda başarılı sonuçlar verdiğinin gösterilmesi amaçlanmaktadır.

OLGU SUNUMU

10 yıl 2 ay yaşındaki bir erkek hasta ailesi ile birlikte kliniğimize “alt çenesinin fazla önde olması” şikâyetiyle başvurmuştur. Anamnezinde genel olarak sağlıklı olduğu öğrenilmiştir. Ekstraoral muayenede orta

yüz yetersizliği nedeniyle konkav bir profil (Şekil 1); intraoral muayenede (Şekil 2) anteriorda negatif overjet, Sınıf III molar ve kanin ilişkisi saptanmış olup; De Nevreze manevrasına cevap negatiftir.

Tedavi Hedefleri

Tedavi hedefleri, iskeletsel sınıf III maloklüzyon ve anterior çapraz kapanışın düzeltilmesini amaçlamaktadır:

1. Maksillanın sagittal olarak ilerletilmesi ve iskeletsel ve dental Sınıf I ilişkisi
2. Anterior çapraz kapanışı elimine ederek ideal overjet ve overbite ilişkisi sağlamak.
3. Dengeli ve estetik bir profil elde etmek.
4. Fonksiyonel oklüzyon sağlamak ve eklem fonksiyonlarını iyileştirmek.

Tedavi Süreci

Yapılan sefalometrik değerlendirmelerin sonucu Tablo 1’de “Tedavi Öncesi” başlıklı sütunda verilmiştir. Tedavi süreci iki aşamadan oluşmuştur. İlk aşamada, alternatif hızlı maksiller genişletme ve daraltma (Alt-RAMEC) protokolü uygulanmış, ardından yüz maskesi kullanılarak maksillanın sagittal protruzyonu sağlanmıştır (Şekil 3). İkinci aşamada ise sabit ortodontik tedavi ile oklüzyon düzenlenmiştir.

Alt-RAMEC protokolünde, ilk hafta maksilla, günde 1 mm genişletilerek toplamda 6 mm genişletilmiştir. İkinci hafta, genişletme vidası günlük 1 mm kapatılmıştır. Kalan haftalarda, genişletme vidasının günlük bir hafta boyunca açılıp bir hafta boyunca kapatılarak Alt-RAMEC protokolü 7 haftalık döngünün sonunda tamamlanmıştır. Bu protokol devam ederken, 2. haftada maksillanın öne doğru hareket ettirilmesi için yüz maskesi ile 400-500 gr. ve 16 saat süreli protraksiyon yönlü kuvvet uygulanmaya başlanmıştır. Genişletme ve daraltma protokolü sonrası relapsı önlemek amaçlı vida tel ligatürle fikse edilip kompozitle sabitlenmiştir. Ardından sabit ortodontik tedavi ile dişler seviyelenmiş ve sıralanmış, hastanın konjenital olarak eksik olan mandibular ikinci premolarları için yaşamının ileriki yıllarında gerekli olacak implant boşlukları oluşturulmuştur.

Gönderilme Tarihi/Received: 1 Ağustos, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 15 Ekim, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atf Bilgisi/Cite this article as: Şaylan CE, Özel MB. Maksiller Retrognatik ve Mandibular Prognatik Hastanın Alt-RAMEC ve Yüz Maskesini Takiben Sabit Ortodontik Tedavisi: Vaka Sunumu. Selcuk Dent J 2025;12(1): 133-136 Doi: 10.15311/selcukdentj.1526190

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Çağan Erkman ŞAYLAN

E-mail: saylancagan@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1526190

Tedavi Sonuçları

Tedavi sonrasında, maksillanın ve mandibulanın sagittal yöndeki pozisyonlarında belirgin iyileşmeler sağlanmış ve hastanın iskeletsel sınıf III maloklüzyonu başarılı bir şekilde sınıf I oklüzyona dönüştürülmüştür. Ayrıca, üst ve alt kesici eğimlerinde normalleşme sağlanmıştır. Dudak pozisyonlarındaki iyileşmeler de estetik ve fonksiyonel açıdan başarılı sonuçlar elde edildiğini göstermektedir (Tablo 1; Tedavi Sonrası Sütunu).

Tablo 1. Tedavi Öncesi (T0) ve Sonrası (T2) Sefalometrik Değerler ve Açıklama

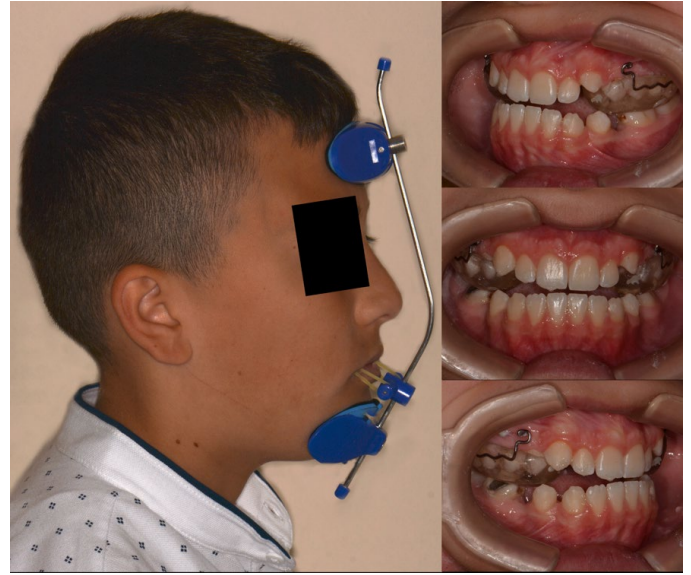
Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	Açıklama
SNA (°)	82.08	45779	77.73	80.01	Maksillanın sagittal yöndeki pozisyonunda iyileşme
SNB (°)	77.71	45749	83.87	79.62	Mandibulanın sagittal yöndeki pozisyonunda iyileşme
ANB (°)	13606	45689	-6.14	0.39	Sınıf III kapanıştan, Sınıf I'e geçiş
FMA (°)	25	4.0	24.98	26.38	Normodiverjent yüz paterni
SN-GoMe (°)	33.7	45780	31.42	38.11	Yüz maskesi kaynaklı vertikal büyüme bir miktar artmış
IMPA (°)	90	45780	81.27	88.86	Alt kesici eğimlerinde iyileşme
İnterinsizal açı (°)	130	45874	144.84	125.48	Üst ve alt kesici eğimlerinde normalleşme
U1 to NA (°)	22	5.0	24.75	27.53	Üst kesici eğimi hafif artış
Üst dudak- E düzlemi (mm)	-4.7	2.0	-5.26	-3.26	Üst dudak pozisyonunda iyileşme
Alt dudak- E düzlemi (mm)	-2.0	2.0	-1.81	-0.58	Alt dudak pozisyonunda iyileşme



Şekil 1. Tedavi Öncesi (T0) ve Tedavi Sonu (T2) Ekstraoral Fotoğraflar



Şekil 2. Tedavi Öncesi (T0) ve Tedavi Sonu (T2) Ağız İçi Fotoğraflar



Şekil 3. Tedavi Devam Ederken (T1) Yüz Maskesi Kullanımı ve Ağız İçi Aparey



Şekil 4. Tedavi Öncesi ve Sonrası Sefalometrik Film Çakıştırmaları

TARTIŞMA

Bu vaka sunumunda, Alt-RAMEC ve yüz maskesi protokolü ile tedavi edilen iskeletsel sınıf III maloklüzyonlu bir hastanın tedavi süreci ve sonuçları ele alınmıştır. Alt-RAMEC protokolü, ilk olarak 2005 yılında Liou tarafından tanıtılmış ve 7-9 hafta boyunca genişletme vidasının açılıp kapatılması ile sutural mobilizasyon sağlanmıştır. Bu yöntem tıpkı diş çekimi sırasında dişi alveolar soketten çıkarmak için uygulanan ardışık bukkal ve lingual hareketlere benzer bir mentalite ile çalışmaktadır. Alt-RAMEC protokolü, maksillanın 7 mm genişletilmesi ile başlar ve ardından genişletme vidası kapatılarak 1 mm/s hızla daraltılır. Kalan haftalarda, genişletme cihazının vidası bir hafta boyunca açılıp bir hafta boyunca kapatılarak protokol tamamlanır. Bu sürecin ardından maksillanın öne doğru hareket ettirilmesi için protraksiyon kuvveti uygulanır. Bu yaklaşım, maksillanın daha fazla mobilizasyonunu sağlamakta ve sfenoid kemik gibi direnç yapılarının zayıflamasına neden olmaktadır³. Çalışmamızda da benzer şekilde maksillada 6 mm genişletmeden sonra daraltma protokolüne geçilmiştir ve suture mobilizasyonu gerçekleştirildiği düşünüldükten sonra

maksiller protraksiyona başlanmıştır.

İşçi ve ark., 4 haftalık Alt-RAMEC protokolü ile 1 haftalık RME uygulamasını karşılaştırmış ve Alt-RAMEC grubunda A noktasının hareket miktarının (4.13 mm) RME grubuna göre (2.33 mm) iki kat daha fazla olduğunu rapor etmiştir⁴. Buna karşın, Vieira ve ark.⁵ ile DodeLatour ve ark.⁷ tarafından yapılan çalışmalar, RME tedavi grubuna kıyasla maksillanın daha fazla öne hareket etmediğini bildirmiştir. Vakamıza paralel bir şekilde Masucci ve ark. ve Wilmes ve ark., Alt-RAMEC protokolü ile SNA, ANB açıları ve Wits değerlerinin arttığını ve bunların RME'li hastalara nazaran daha fazla artış gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır^{6,8}.

Alt-RAMEC protokolü ile yüz maskesi tedavisinin, maksillanın sagittal yönde daha fazla hareket etmesini sağladığı ve mandibulanın posterior rotasyonunu azalttığı bildirilmiştir⁹. Çalışmamızda mandibulada bir miktar posterior rotasyon gözlenmiştir ancak salt RME'li protokole göre karşılaştırmak için başka hasta grubuyla bir çalışma planlanması gerekmektedir.

Hastamızdaki bulgulara paralel olarak, Alt-RAMEC esnasında ve sonrasında yapılan yüz maskesi ile protraksiyonu karşılaştıran Cantürk ve ark., aynı zamanda 5 ve 9 haftalık Alt-RAMEC protokollerini de karşılaştırmışlar ve protokoller arasında fark bulamamışlardır¹⁰.

Vakamızdaki tedavi sonucu elde edilen değişimlere paralel olarak Castrillón-Marín ve ark. tarafından yapılan bir vaka takdiminde, SNA açısında 4°, ANB açısında ise 4° artış gözlenmiştir¹¹.

Çalışmamızın aksine, Kaya ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, Alt-RAMEC protokolü ile birlikte miniplaklar kullanılmış ve yapılan yüz maskesi tedavisinin, maksiller protraksiyonu artırmada daha etkili olduğu bulunmuştur¹².

Alt-RAMEC protokolünün diş kökleri, alveolar kemikler ve periodontal dokular üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak, RME'nin dişlerde kök rezorpsiyonunu artırabileceği bazı çalışmalar tarafından desteklenmektedir¹³. Mamafih bizim vakamızda çevre dokularda fazladan bir olumsuz etki izlenmemiştir.

Pithon ve ark. tarafından yapılan sistematik bir derleme, Alt-RAMEC protokolünün RME'ye göre daha etkili olduğunu, ancak relaps ve nüks konusunda yeterli çalışma bulunmadığını ve uzun dönem sonuçları içeren çalışmalara ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur¹⁴. Vakamızda ve literatürde henüz uzun vadeli takip süreleri gözlenememiş olsa da, Meazzini ve ark., Alt-RAMEC ve maksiller ilerletme yapılan dudak damak yarıklı hastalarda değişikliklerin uzun vadede korunduğu ve relaps riskinin düşük olduğunu bildirmiştir¹⁵.

SONUÇ

Alt-RAMEC ve yüz maskesi protokolü, iskeletsel sınıf III maloklüzyon ve anterior çapraz kapanış tedavisinde etkili bir yöntem olup, genişletme ve daraltma prosedürü henüz tamamlanmadan, Alt-RAMEC esnasında, başlanan yüz maskesi ile maksilla protraksiyonu, dentofasiyal ortopedinin mükemmel bir cüzü olan sabit ortodontik tedavi ile birlikte hem hekim hem de hasta için tatminkâr sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Çıkar Çatışması / Conflict of interest

Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ÇEŞ (%70), MBÖ (%30)
Veri Toplanması | Data Acquisition: ÇEŞ (%100)
Veri Analizi | Data Analysis: ÇEŞ (%100)
Makalenin Yazımı | Writing up: ÇEŞ (%95), MBÖ (%5)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ÇEŞ (%100)

KAYNAKLAR

1. Guyer EC, Ellis EE, McNamara JA, Behrents RG. Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents. *Angle Orthod.* 1986;56(1):7-30. doi:10.1043/0003-3219(1986)056<0007:COCIMI>2.0.CO;2
2. Ngan PW, Hagg U, Yiu C, Wei SH. Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. *Semin Orthod.* 1997;3(4):255-264. doi:10.1016/s1073-8746(97)80058-8
3. Liou EJW. Effective maxillary orthopedic protraction for growing Class III patients: a clinical application simulates distraction osteogenesis. *Prog Orthod.* 2005;6(2):154-171.
4. Isci D, Turk T, Elekdag-Turk S. Activation-deactivation rapid palatal expansion and reverse headgear in Class III cases. *Eur J Orthod.* 2010;32(6):706-715. doi:10.1093/ejo/cjq006
5. da Luz Vieira G, de Menezes LM, de Lima EMS, Rizzato S. Dentoskeletal effects of maxillary protraction in cleft patients with repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate-Craniofacial J Off Publ Am Cleft Palate-Craniofacial Assoc.* 2009;46(4):391-398. doi:10.1597/07-144.1
6. Masucci C, Franchi L, Giuntini V, Defraia E. Short-term effects of a modified Alt-RAMEC protocol for early treatment of Class III malocclusion: a controlled study. *Orthod Craniofac Res.* 2014;17(4):259-269. doi:10.1111/ocr.12051
7. Do-deLatour TB, Ngan P, Martin CA, Razmus T, Gunel E. Effect of alternate maxillary expansion and contraction on protraction of the maxilla: a pilot study. *Hong Kong Dent J.* 2009;6(2):72-82.
8. Wilmes B, Ngan P, Liou EJ, Franchi L, Drescher D. Early class III facemask treatment with the hybrid hyrax and Alt-RAMEC protocol. *J Clin Orthod.* 2014;48:84-93.
9. Liu W, Zhou Y, Wang X, Liu D, Zhou S. Effect of maxillary protraction with alternating rapid palatal expansion and constriction vs expansion alone in maxillary retrusive patients: a single-center, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;148(4):641-651.
10. Canturk BH, Celikoglu M. Comparison of the effects of face mask treatment started simultaneously and after the completion of the alternate rapid maxillary expansion and constriction procedure. *Angle Orthod.* 2015;85(2):284-291.
11. Castrillón-Marín RA, Barbosa-Liz DM, Ardila CM. Treatment of Class III malocclusion using Hybrid Hyrax, Face Mask and Alt-RAMEC Protocol: A Case Report in a Latin-American patient. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(7):e665-e669. doi:10.4317/jced.55939
12. Kaya D, Kocadereli I, Kan B, Tasar F. Effects of facemask treatment anchored with miniplates after alternate rapid maxillary expansions and constrictions; a pilot study. *Angle Orthod.* 2011;81(4):639-646. doi:10.2319/081010-473.1
13. Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, Lenke J. Determinants controlling iatrogenic external root resorption and repair during and after palatal expansion. *Angle Orthod.* 1991;61(2):113-122.
14. Pithon MM, Santos N de L, Santos CRBD, et al. Is alternate rapid maxillary expansion and constriction an effective protocol in the treatment of Class III malocclusion? A systematic review. *Dent Press J Orthod.* 2016;21(6):34-42. doi:10.1590/2177-6709.21.6.034-042.oar
15. Meazzini MC, Zappia LB, Tortora C, Autelitano L, Tintinelli R. Short- and Long-Term Effects of Late Maxillary Advancement With the Liou-Alt-RAMEC Protocol in Unilateral Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate-Craniofacial J Off Publ Am Cleft Palate-Craniofacial Assoc.* 2019;56(2):159-167. doi:10.1177/1055665618772395

Kompozit Rezinlerde Güncel Gelişmeler

Recent Developments in Composite Resins

Hacer BALKAYA^a, Halime ÇETİNER^a, Sezer DEMİRBUĞA^a

^aErciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Kayseri, Türkiye

^aErciyes University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Kayseri, Türkiye

ÖZ

Amalgama alternatif olarak üretilen ve uzun yıllardan beri dolgu materyali olarak kullanılan kompozit rezinler, formülasyonlarındaki değişiklikler sayesinde geliştirilen fiziksel özellikleri, diş sert dokularına adezyonları, geniş renk skalasına sahip olmaları sayesinde yüksek estetik görünümleri, civa içermemeleri, ısı iletkenliklerinin düşük olması, konservatif kavite preperasyonuna izin vermeleri, çürük temizlendikten sonra geriye kalan diş dokularını desteklemeleri, restorasyonun tek seansta bitirilebilmesi, porselen ve altın restorasyonlara oranla daha ekonomik olmaları gibi pek çok avantaja sahiptirler. Tüm bu avantajlarının yanı sıra bu materyallerin uygulamalarının teknik hassasiyet gerektirmesi, ısıl genişleme katsayılarının yüksek olması, elastisite modüllerinin düşük olması, polimerizasyon büzülmesi göstermeleri, streslerin yoğun olduğu bölgelerde aşınmaya karşı dirençlerinin düşük olması ve artık monomer kalma ihtimali gibi bazı olumsuz özellikleri de mevcuttur. Son yıllarda üretici firmalar kompozit rezinlerin bu olumsuz özelliklerinin üstesinden gelebilmek amacıyla materyal içeriğinde çeşitli modifikasyonlar yapmıştır. Kompozit rezin materyallerdeki organik matriks içeriğinin değiştirilmesi, nanopartikül ve biyoaktif materyallerin eklenmesi, adezyon özelliklerinin geliştirilmesi, polimerizasyon sistemlerinin değiştirilmesi, biyomimetik diş hekimliği ve doku mühendisliğindeki gelişmeler neticesinde "akıllı materyaller" üretilmesi bu amaçla yapılan bazı modifikasyonlardır. Bu derlemenin amacı kompozit materyaller ile ilgili mevcut literatürü pekiştirmek ve son gelişmeleri özetlemektir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit rezin, Bulk-fill kompozit, Fiberle güçlendirilmiş kompozit, Nanoteknoloji, Universal kompozit

ABSTRACT

Composite resins, which are produced as an alternative to dental amalgam and have been used as filling materials for many years, have an indisputable superiority with their improved physical properties through changes in their formulations, adhesion to tooth hard tissues, high aesthetic appearances with a wide range of colors, mercury-free, having low thermal conductivity, allowing conservative cavity preparation, supporting the remaining tooth tissues after caries removal, completing the restoration in a single session, and being more economical compared to porcelain and gold restorations. In addition to all these advantages, these materials also have some negative properties such as requiring technical precision in their applications, high coefficient of thermal expansion, low modulus of elasticity, exhibiting polymerization shrinkage, low resistance to wear in areas with intense stresses, and the possibility of residual monomer remaining. In recent years, manufacturers have made various modifications to overcome these negative properties of composite resins. Some modifications made for this purpose include changing the organic matrix content in composite resin materials, adding nanoparticles and bioactive materials, improving adhesion properties, changing polymerization systems, and producing "smart materials" as a result of developments in biomimetic dentistry and tissue engineering. The purpose of this review is to strengthen the existing literature on composite materials and summarize the latest developments.

Keywords: Composite resin, Bulk-fill composite, Fiber-reinforced composite, Nanotechnology, Universal composite

KOMPOZİT REZİNLER

Genel anlamda hem organik hem de inorganik maddeleri içeren dolgu maddelerine birleşik anlamına gelen 'kompozit' adı verilmiştir.¹ Amalgama alternatif olarak üretilen ve uzun yıllardan beri dolgu materyali olarak kullanılan kompozit rezinler, formülasyonlarındaki değişiklikler sayesinde geliştirilen fiziksel özellikleri, diş sert dokularına adezyonları ve geniş renk skalasına sahip estetik görünümleri ile tartışılmaz üstünlüğe sahiptirler.²

Kompozit rezinler 3 temel yapıdan oluşmaktadır. Bunlar;

I-Organik Yapı: Kompozit rezinler organik matriksin yapısına göre metil metakrilat matriksli olanlar ve Bis-GMA matriksli olanlar olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.³

II-Inorganik Yapı: Kompozit rezinlerin yapısında bulunan inorganik yapı, matriks içine dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko ve yitruyum cam, baryum alüminyum silikat gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur.⁴

III-Ara bağlayıcılar: Kompozit rezinlerde inorganik ve organik komponentleri birbirine bağlayan yapı, organik silisyum bileşikler olup bunlara 'silan' adı verilmektedir.¹

Genel olarak ideal bir dolgu maddesi; mekanik etkilere karşı dirençli, kavite duvarlarına adaptasyonu iyi, ısı iletkenliği az, porozitesi azaltılmış, canlı dokularla biyolojik olarak uyumlu, hazırlanması ve uygulanması kolay, özellikle ön grup dişler için estetik olarak uyumlu

olmalı, radyopak doldurucu içermeli, ağız içinde hacim ve şekil değişikliğine uğramamalı, maliyeti az, raf ömrü uzun olmalı, mine-dentin bonding ajanlarıyla uyumlu olmalı, bitirme ve polisaj işlemleri iyi ve kalıcı olmalıdır.²

Diş renginde, estetik materyaller olan kompozit rezinler civa içermedikleri için toksik değildirler, ısı iletkenlikleri düşüktür, diş dokularına bağlanabilme yetenekleri vardır, kenar sızıntıları azalmıştır, konservatif kavite preperasyonu için uygundur, çürük temizlendikten sonra geriye kalan diş dokularını destekler, restorasyon tek seansta bitirilebilir, porselen ve altın restorasyonlara oranla daha ekonomiktirler.⁴ Kompozit rezinlerin bu olumlu özelliklerinin yanı sıra olumsuz özellikleri de mevcuttur. Bunlar; uygulanışları kolay değildir, özel bir yetenek ve deneyim gerektirirler, ısıl genişleme katsayıları yüksektir, elastisite modülleri düşüktür, biyolojik uyumluluğu tartışmalıdır, polimerizasyona bağlı büzülme gösterirler, streslerin yoğun olduğu bölgelerde aşınmaya karşı dirençleri düşüktür, restorasyon ömrü sınırlıdır.⁴ Kompozit rezinlerin mevcut dezavantajlarını gidermek, mekanik ve kimyasal özelliklerini geliştirmek amacıyla geçmişten günümüze kadar birçok çalışma yapılmıştır ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte farklı materyaller geliştirilmiştir.

Bis-GMA ve UDMA'nın İkamesi Olarak Yeni Diakrilat Monomerlerinin Geliştirilmesi

Metakrilik monomer bileşimleri sıklıkla çok fonksiyonlu radikal metakrilatlar içerir.⁵ Tipik olarak bu çok fonksiyonlu metakrilat bileşimleri, Bisfenol A diglisidil metakrilat (Bis-GMA) veya

Gönderilme Tarihi/Received: 25 Nisan, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 4 Haziran, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atf Bilgisi/Cite this article as: Balkaya H, Çetiner H, Demirbuğa S. Kompozit Rezinlerde Güncel Gelişmeler. Selcuk Dent J 2025;12(1): 137-143 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1472498](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1472498)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Hacer BALKAYA

E-mail: dhacer89@hotmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1472498](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1472498)

dimetakriloksietil 2,2,4-trimetilheksametilen diüretan (UDMA) bazlıdır.⁶ Bis-GMA, metakrilik asit ve bisfenol A diglisidil eterden türetilen bir diesterdir.⁷ İki polimerize edilebilir grup taşıyan Bis-GMA çapraz bağlı bir polimer oluşturmaya eğilimlidir.⁵ Bununla birlikte Bis-GMA'nın kullanımı, temel ürünlerinden biri olan bisfenol A'nın endokrin fonksiyonu bozucu etkisi olması nedeniyle bir sorun teşkil etmektedir.^{8, 9} Ek olarak Bis-GMA'nın viskozitesinin yüksek olması nedeniyle trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) gibi düşük viskoziteli bir monomer; kompozit rezinlerin içerisine her zaman dahil edilmelidir.⁵ Bununla birlikte rezin içeriğine TEGDMA'nın fazla eklenmesi, polimerizasyon büzülmesinin ve su emiliminin artmasına ve mekanik özelliklerin zayıflamasına neden olur.¹⁰

Yoshinaga ve ark. iyi mekanik özelliklere sahip sertleşmiş ürünler elde etmek için dental akrilik monomerler geliştirmişlerdir.⁵ Bis-GMA ve UDMA'nın yerini alacak metakrilik monomer süstituentleri olarak bu çalışmada beş üretan akrilik monomeri sentezlenmiştir.⁵ Bu çalışmada sentezlenen üretan diakrilatlardan TMXDI-HEA, TMXDI HPA, XDI-HPA ve NBDI-HEA içeren kürlenmiş rezin, UDMA'ya kıyasla daha yüksek mekanik özellikler sergilemiştir. Akrilat monomerlerin metakrilat monomerlere kıyasla yüksek toksisitesi endişe verici olsa da, yüksek mekanik özelliklere sahip olmaları ve ağız dışında kürlenmesinin monomer toksisitesini azaltması nedeniyle bu üretan akrilatların özellikle hibrit rezin bloklarda kullanımı daha uygun olabilir.⁵

Dental Restoratif Materyallerde Matris Olarak Kullanım İçin Yeni Üretan-Dimetakrilat Monomerleri ve Bileşimleri

Barszczewska-Rybarek ve ark. yaptıkları bir çalışmada, bir ila üç oksietilen grubu içeren 1,3-bis(1-izosiyanoato-1-metiletil) benzen (MEBDI) ve oligoetilen glikoller monometakrilatlardan yeni üretan-dimetakrilat monomerleri sentezlemiştir.¹¹ MEBDI bazlı üretan-dimetakrilatların TEGDMA ile kombinasyonu, yüksek derece monomer dönüşüm derecesine, düşük polimerizasyon büzülmesine, düşük su emme ve suda çözünürlüğe ve iyi mekanik özelliklere sahip kopolimerlerin elde edilmesini sağlamıştır.

Östrojeniteyi Önlemek İçin Bis-GMA İçermeyen Biyopolimerin Geliştirilmesi

Jun ve ark. yeni bir izosorbit türevi biyomonomer ailesi sentezlemişve östrojenite riski olmadan geleneksel Bis-GMA bazlı bir malzemeyle karşılaştırılabilir fiziko-mekanik ve biyolojik özellikler sergileyen bir dental kompozit matrisi olarak kullanılabilmesini deneysel olarak göstermiştir.¹² ISDB bazlı dental kompozitler ticari kompozitlere benzer şekilde polimerizasyon derinliği, Vickers sertliği, basınç dayanımı/modülü, su emme/çözünürlük ve yüzey pürüzsüzlüğü sergilemiştir. Ayrıca, bu materyaller dental kompozitler ve polimer bazlı restoratif malzemeler için ISO standardını karşılamıştır. Bir ekstrakt kullanılarak yapılan sitotoksikite testlerinde, hücrelerde deneysel ISDB bazlı materyaller ve ticari bir Bis-GMA içeren kontrol grubu arasında hücrelerde karşılaştırılabilir bir canlılık oranı gösterilmiştir.

Sürekli Antibakteriyel Etkiye Sahip Quaterner Amonyum Bileşikleri İçeren Dental Restoratif Materyaller

Son yıllarda kompozit rezinlerin geliştirilmesi adına yapılan çalışmalar, antibakteriyel mikropartiküller içeren materyalleri kapsamaktadır.¹³ Bir antibakteriyel madde olan Quaterner Amonyum; inorganik silika ile birleştirilerek elde edilen bileşim (QASi); laboratuvar ortamında ve insanlar üzerinde incelenmiştir. QASi içeren dental restoratif materyaller, uzun süreli antibakteriyel özelliklere ve hâlihazırda pazarlanan materyallerle karşılaştırılabilir mekanik özelliklere sahiptir. Ayrıca bu materyaller ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından onaylanmıştır. Klinik çalışmalar QASi içeren kompozitlerin, restorasyonların etrafındaki çürük oluşumunu belirgin şekilde azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

CQ Bazlı Sistemlerde Yüksek Performanslı Yardımcı Başlatıcılar Olarak Sülfonatlar ve Sülfonatların Kullanımı

Kirschner ve ark. yaptıkları çalışmada, dental metakrilat rezinlerin mavi ışık altında polimerizasyonu için amin içermeyen fotobazlatıcı sistemler (PIS'ler) geliştirmişlerdir.¹⁴ Artmış polimerizasyon derecesi ile mükemmel mekanik özelliklere ve olağanüstü renk stabilitesine sahip dental kompozitler elde edilebileceği öne sürülmüştür. Önerilen yeni aminsiz sistemlerle, CQ/amin referans sistemi ile benzer veya daha iyi performanslar ve ağartma özellikleri elde edilmiştir.

Dinorbornyl Ether Bisphenol A / Triallyl Triazine Trione (TMES-DNBPA/TATATO), Tetramercaptoethyl Silane-Trinorbornyl Triazine Trione / Triallyl Triazine Trione (TMES-TNTATO/TATATO) Katkılı Yeni Prototip Dental Kompozitler

Çağdaş kompozit dental restoratif materyallerin polimerik bileşeninin parçalanması; restorasyon ömrünü tehlikeye atarken, bu materyallerden sızabilen bileşiklerin hücresel sonuçları da bulunmaktadır. Bu nedenle yeni nesil kompozit rezinlerin daha uzun bir ömüre sahip olacak şekilde tasarlanması ve bu materyallerden salınan herhangi bir bileşiğin hücreler üzerinde toksik etkisinin olmaması gerekmektedir.¹⁵ Van der Laan ve ark. düşük büzülme gerilimi sergileyen çapraz bağlı polimerik rezinler elde etmek için eş zamanlı tiyolene bazlı polimerizasyon ve allil sülfid bazlı zincir transfer reaksiyonu geliştirmişler ve yeni prototip kompozitler elde etmişlerdir.¹⁵ Geçmişte kompozit rezinlerde doldurucu olarak çoğunlukla biyolojik olarak inert olan cam kullanılırken; prototip kompozitlerin birçoğuna mine kristallerine benzeyen ve biyoaktif olan florapatit (FA) kristalleri eklenmiştir. Tüm prototip kompozit rezinlerde, BisGMA/TEGDMA bazlı kompozitle karşılaştırıldığında, BisGMA/TEGDMA+camla doldurulmuş prototip kompozitlersertlik derecesinde artış görülmüştür. Yalnızca cam doldurulmuş prototip kompozitlerin diğer mekanik özellikleri BisGMA/TEGDMA bazlı kompozitle karşılaştırılabilir düzeyde bulunmuştur. Kompozit rezin içeriğine FA ilavesi, prototipin ve bisGMA/TEGDMA kompozitinin mekanik özelliklerini zayıflatmıştır.

Metal İyonu Salan Biyoaktif Cam (BAG) İçeren Kompozitler

Biyoaktif cam (BAG); son zamanlarda tıp ve diş hekimliğinde kemik oluşumunu uyarma, diş hassasiyeti, beyaz nokta lezyonlarının remineralizasyon tedavisi ve dişlerin restorasyonu dahil olmak üzere çeşitli uygulamalar için önerilen benzersiz bir malzemedir.¹⁶⁻¹⁹ Aponso ve ark. yaptıkları çalışmada optimize edilmiş BAG-rezin kompozitin yalnızca rezin içeren kompozitlere kıyasla biyofilm büyümesini önemli ölçüde engellediğini göstermişlerdir.²⁰

BAG'ın, metal iyonlarını salabilmesi ve oral biyofilmlerin oluşumunu engellemesi nedeniyle dental kompozit rezinlere eklenmesi önerilmiştir.²⁰

Activa BioActive Restorative

Yeni bir tür biyoaktif rezin bazlı kompozit (ACTIVA-Restorative, Pulpdent, Watertown, MA, ABD) 2013 yılında dünya çapında piyasaya sürülmüştür.²¹ Bu yeni ürün, rezin ile modifiye edilmiş cam iyonomerlere eşdeğer kabul edilmektedir.²² Bu biyoaktif rezin bazlı kompozit, cam partikülleri ve poliasit bileşenlerini içeren cam iyonomerin gösterdiği asit-baz sertleşme reaksiyonunun yanı sıra hem ışıqla hem de kimyasal polimerizasyon kabiliyetine sahip olan biyoaktif iyonik bir rezin matrisi içermektedir.²² Dolayısıyla ACTIVA üç tip sertleştirme mekanizmasına sahiptir.²³ Üreticiye göre bu restoratif materyal, doğal dişlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini taklit eden bir iyonik rezin matrisi ve biyoaktif dolgu maddeleri içeren ilk biyoaktif dental materyaldir.²² Ayrıca ACTIVA'nın cam iyonomerlerden daha fazla florür iyonu salımına sahip olduğu iddia edilmiştir.²²

Biounion Dolgu Materyalinden Asidite Kaynaklı Çinko İyonu Salınımı ve Streptococcus Mutans'a Karşı İnhibe Edici Etkileri

Liu ve ark. yaptığı çalışmaya göre, restoratif malzemelere dahil edilen BioUnion dolgu materyali yeni bir biyo-fonksiyonel cam tozudur.²⁴ BioUnion dolgu materyalinin en benzersiz işlevi asidik ortamlarda Zn²⁺ salma yeteneğidir. BioUnion dolgu materyallerinden asetik asitli ortamda salınan Zn²⁺ konsantrasyonları, sulu ortamda salınanlara göre daha fazla bulunmuştur. BioUnion dolgu materyalinin S. mutans inhibisyonu kapasitesi, sakkaroz ilavesine yanıt olarak süspansiyon pH'ındaki düşüşe paralel olacak şekilde sakkarozsuz ortama göre daha fazla bulunmuştur. Asit maruziyeti BioUnion dolgu materyallerinden

Zn²⁺ salınımını arttırmıştır. Bununla birlikte bu materyalin asitlere tekrar tekrar maruziyeti sonrasında S. mutans'a karşı inhibe edici etkilere sahip olduğu gösterilmiştir.

Monovinil Akrilat Rezin Monomeri, 2-(fenil amino formaldehit bazlı oksijen etil metakrilat) BOCNA

Zhang ve ark. geleneksel ışıqla sertleşen kompozit rezinleri sentezlemek için kullanılan TEGDMA seyrelticiyi yeni bir BOCNA seyreltici ile değiştirmiştir.²⁵ Önerilen ışıqla sertleşen kompozit rezinin özellikleri geleneksel rezinin yanı sıra üç ticari rezin kompozitin (Tetric N-Ceram, Neofil ve Gradia Direct) özellikleriyle karşılaştırılmıştır. BOCNA ile sentezlenen rezin, geleneksel rezine kıyasla daha az büzülme, daha düşük çekme gerilimi ve eşit derecede güçlü mekanik özellikler sergilemiştir. Bunun nedeni BOCNA monomerinin C=C çift bağına sahip tek bir fonksiyonel grubu varken TEGDMA monomerinin ek bir fonksiyonel grubu olmasıdır.

Self Adeziv Bulk-Fill Kompozitler

Son zamanlarda iddia edilen florür salma ve "bulk-fill" özelliklerine sahip bazı yeni self adeziv rezinli malzemeler "biyoaktif malzemeler" veya "akıllı malzemeler" olarak tanımlanmıştır. Bu malzemeler kimyasal bileşim açısından cam iyonomer ailesinden farklı olmakla birlikte bu materyallere alternatif olabilirler.²⁶ Activa BioActive Restorative (Pulpdent Corp., Watertown, MA, ABD, 2013'te piyasaya sürüldü), Cention N (Ivoclar-Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein, 2016'da piyasaya sürüldü) ve Surefill (Dentsply Sirona, Konstanz, Almanya, 2019'da piyasaya sürüldü) yüksek viskoziteli cam iyonomerlere (HV-GIC) rakiplerdir ve genişletilmiş endikasyonlara sahiptirler.²⁷ HV-GIC'lerin aksine bu materyaller, dişlerde "cuspal-coverage" gerektirmediklerinden her türlü kaviteyi restore edebilen malzemeler olarak tanımlanmaktadır.²⁷

François ve ark. yaptığı çalışmada, HV-GIC ile karşılaştırıldığında tüm bu materyallerin ışıqla polimerizasyon modunda, ayrıca Cention N ve Activa BioActive Restorative'in self-polimerizasyon modunda daha iyi bükülme direncine sahip olduğunu ve bu nedenle basitleştirilmiş protokollere sahip posterior restorasyonlar için daha güçlü alternatifler olabileceğini bildirmişlerdir.²⁷ Ancak hiçbir materyal adeziv sistemle elde edilen adezyon değerlerine ulaşamamıştır ve universal adezivle kullanıldığında daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerine sahip olmamıştır.

Kısa Fiber Takviyeli Akışkan Dental Kompozitler

Fiber takviyeli kompozitlerin mikro/nano/hibrit doldurucu kompozitlere kıyasla üstün mekanik özelliklere sahip olduğu kanıtlanmıştır.²⁸ Restorasyon derinliğinin fazla olduğu durumlarda restorasyonun yeterli fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması; uzun ömürlülüğü ve oral yapının karmaşık asidik ortamında higro-termal darbeye yüklerine dayanıklı olması gereklidir.²⁸ Cam fiber takviyesinin kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini geliştirmesi nedeniyle son on yılda ışıqla sertleşen paketlenilebilir fiber takviyeli kompozitlerin üretilmesine olan ilgi artmıştır.²⁸ Doldurucu oranı artırılmış akışkan kompozitlerde kısa cam fiberlerin kullanılması; gelişmiş mekanik özellikleri korurken tabaka sayısının azalmasını ve uygulamanın kolaylaşmasını sağlamıştır.

Raju ve ark. yaptığı bir çalışmada, kısa fiber içerikli kompozit rezinlerin geleneksel muadillerine kıyasla mekanik özelliklerindeki iyileşmenin yanı sıra artmış ışık penetrasyonu sayesinde daha yüksek polimerizasyon derecesi gösterdiğini bildirmişlerdir.²⁸ Bu durum materyalden salınan artık monomer miktarını azaltırken materyalin termal genleşme katsayısını düşürmüştür.²⁸ Ayrıca fiber ilavesi materyalin su emilimi ve çözünürlüğü üzerinde ihmal edilebilir bir etkisi sağlarken, fiber uzunluğunun materyalin fiziksel özellikleri üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir.²⁸

Thiol-Michael Fotopolimerizasyonuna Dayalı Restoratif Dental Materyaller

Thiol-Michael polimerizasyonları, temel diş hekimliği sistemlerinden farklıdır. Burada polimerizasyon, radikal aracılı olmaktan ziyade tiol ve elektron eksikliği olan vinil monomerler arasındaki anyon aracılı kademeli büyüme reaksiyonu yolunu izlemektedir. Son zamanlarda geliştirilen tiyolen polimerizasyon sistemi, özel radikal aracılı kademeli büyüme mekanizmasıyla, daha az büzülme gösteren ve artmış kırılma dayanıklılığına sahip polimerik ağ oluşumu

sağlayabilecek önemli bir yöntem olarak kabul edilmektedir.²⁹

Peptid Gömülü Biyoaktif Cam Kompozit Rezin

Lu ve ark. yaptığı çalışmada mezoporoz biyoaktif camın (MBG) gözenekli yapısını ve amelogenin derive peptidin (QP5) benzersiz amfoterik özelliklerini kullanarak yeni bir kompoziti başarıyla sentezlemişlerdir.³⁰ Elde edilen bu kompozitin, pH duyarlı akıllı ilaç salım modu sayesinde, asidik ortamda terapötik iyonları ve peptidleri salarak asidik ortamı nötralize edebildiği ve çürük önlemede etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu bileşik, hücrelere birçok yolla aktif olarak taşınarak dental pulpa kök hücrelerinin migrasyonunu, farklılaşmasını ve mineralizasyonunu teşvik edebilmektedir.³⁰

Ultralong Hidroksiapatit Nanotellerin Mine Benzeri Materyallere İlavesi

Günümüzde biyomimetik diş hekimliği kapsamında araştırmacıların kayıp diş dokusunun yerine geçebilecek diş benzeri yapıya sahip dental materyal arayışı devam etmektedir. Minenin en temel bileşeni olan hidroksiapatit (HA) kristalleri, c eksenine göre paralel olarak organize olmuş birkaç mikron uzunluğunda HA nanoliflerinden oluşmaktadır. Dolayısıyla dental restoratif materyal içeriğine nano yapıda, farklı şekillerde hidroksiapatit partiküllerin ilavesi fikri diş dokusu benzeri biyomimetik restorasyonlar yapılabilmesi amacıyla ilk aklı gelen uygulamalardan biridir. Wang ve ark. HA nanotellerden oluşan deneysel kompoziti test ettikleri çalışmalarında geliştirdikleri bu mine benzeri kompozitin sertlik, aşınma ve asitle pürüzlendirilme özelliklerinin mineye benzer olduğunu, gerilme ve basma dayanımı özelliklerinin ise geleneksel kompozit rezinlerden daha iyi olduğunu göstermişlerdir.³¹

Nano-Katkılı Antibakteriyel Kompozit Rezinler

Kendiliğinden birleşen peptitler ve işlevselleştirilmiş amino asitler, pek çok biyomedikal uygulamada kullanılmak üzere yeni nanomalzemelerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Bunlar nanomalzemeler ilaç salımı yapan sistemlerde kullanılmakla birlikte rejeneratif uygulamalarda doku iskelesi olarak veya kendi kendine birleşen antibakteriyel amfifilik, sıklık ve fibril oluşturuca peptitleri içeren antibakteriyel parçalar olarak da kullanılmaktadır. Schnaider ve ark. yaptıkları bir çalışmada, (Florenilmetiloksikarbonil) Fmoc-pentafluoro-L-fenilalanine-OH tarafından oluşturulan nanoyapıların antibakteriyel yeteneklerini, bakteri morfolojisi üzerindeki önemli etkilerini ve bu nanoyapıların rezin bazlı kompozitlere işlevsel olarak ilave edilmesi için geliştirilen yeni yöntemleri sunmuşur.³² Araştırmacılar bu birleştirilmiş malzemelerin, bakteriyel büyümeyi ve canlılığı inhibe ettiğini ve memeli hücre hatlarına karşı sitotoksik olmadığını bulmuşur.³²

Pirinç Kabuğu Doğal Biyoatığından Elde Edilen Kompozit Rezin

Pirinç kabuğu yaklaşık %35-45 selüloz, %20 lignin, %19-25 hemiselüloz ve %14-17 balmumundan oluşmaktadır. Pirinç kabuğu, sert bir yüzeye, yüksek silika içeriğine, düşük yoğunluğa, yüksek dayanıklılığa ve bakteriyel ayrışmaya karşı dirence sahip bir biyoatıktır. Pirinç kabuğunun bu olumlu özelliklerinin yanı sıra ucuz olması ve geri dönüşüme katkı sağlayan çevreci bir yaklaşım olması amacıyla farklı alanlarda kullanılması ve ticarileştirilmesi birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Literatürde pirinç kabuğu silikasıdan üretilen dental kompozit rezinin, geleneksel kompozit rezinlerin yerini potansiyel olarak alabilecek mükemmel bir performans gösterdiği bildirilmiştir.³³ Pirinç kabuğu içerikli dental kompozit rezin, ticari olarak temin edilebilen mikrohürit kompozit rezinlere göre biraz daha düşük fiziksel ve mekanik dayanım gösterirken, yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi açısından geleneksel kompozit rezinlere göre daha iyi performans sergilemiştir. Ayrıca zirkonya nano tozunun pirinç kabuğu içerikli dental kompozite ilavesi materyalin basınç dayanımı ve sertlik değerlerini arttırmıştır.³³

Fonksiyonel Madde Olarak Çinko/Stronsiyum Katkılı Hidroksiapatit Dâhil Ederek Geliştirilmiş Antibakteriyel ve Mineralizasyon Özelliklerine Sahip Rezin Kompozitler

Gelişmiş antibakteriyel aktiviteye ve mineralizasyon kapasitesine sahip dental rezin kompozitler (DRC), fonksiyonel dolgu maddeleri kullanılarak kolayca hazırlanabilirler.³⁴ Nanotüp morfolojisi ve kontrol edilebilir doping iyonları içeriği ile basit bir kimyasal co-precipitation yöntemiyle sentezlenen Sr/HAP ve Zn/HAP, DRC'lere istenilen performansı sağlamak için fonksiyonel dolgu maddeleri olarak kullanılabilir. Zn/HAP, DRC'lere ağırlıkça %4 veya daha yüksek miktarda

güçlü antibakteriyel aktivite sağlayabilirken, Sr/Hap ağırlıkça %4 veya daha yüksek miktarında yeterli mineral birikimini indükleyebilir. Bu kompozit rezinler, diş restorasyonu için yeterli mekanik özelliklere ve mükemmel biyoyumluluğa sahiptir ve mikro sızıntı ve sekonder çürük problemleriyle başa çıkmada yardımcı olabilir.

Karbon Nanotüpler

Karbon nanotüpler (CNT'ler), birkaç nanometreden birkaç mikrona kadar ölçülen, karbon atomlarının altıgen bir ağından oluşan içi boş, silindirik bir yapıyı içerir. Karbon nanotüplerin fizikokimyasal ve mekanik özelliklerinin ayarlanabilir olması nedeniyle, bunların diş hekimliği malzemelerine dahil edilmesinin kullanımını artırması ve daha yeni ve daha etkili fonksiyonel uygulamalara yol açması beklenmektedir. Bu potansiyel gelişmeler, fonksiyonelleştirilmiş karbon nanotüplerin ilaç taşıma sistemleri olarak kullanımıyla çürük önleme için yeni malzemelerin geliştirilmesine ve doku mühendisliği için hücre dışı matrisi taklit eden biyomimetik iskeletlerin oluşturulmasına yol açabilir. Ayrıca, karbon nanotüpler, antimikrobiyal ve doku yenileyici özelliklere sahip ajanlar için taşıma sistemi olarak, biyoaktif özellikler de dahil olmak üzere ilginç özelliklere sahip diş hekimliği malzemelerinin geliştirilmesi için büyük bir potansiyele sahiptir.³⁵

Siprofloksasin Yüklü Gümüş Nanopartiküller İçeren Dental Kompozit

Metalik nanopartiküller arasında gümüş nanopartiküller (AgNP'ler), bakteri hücre zarını hedef alırlar ve bakteri hücrelerindeki metabolik süreçleri bozarak hücre ölümüne yol açarlar. Bu NP'ler, antibiyotiklerle kombinasyon halinde materyale güçlü antibakteriyel aktivite kazandırdıkları için ilaç dağıtım sistemleri olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Siprofloksasin (CIP), çoklu bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde yaygın olarak kullanılan geniş spektrumlu bir florokinolondur. CIP, CIP yüklü nanokompozitler, CIP yüklü polimerik nano elyaflar, CIP yüklü nanotüpler ve CIP yüklü AgNP'ler dahil olmak üzere birden fazla nanoplatforma yüklenmiştir. AgNP'lere yüklendiğinde CIP'nin Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı gelişmiş antibakteriyel aktivite göstermektedir. Arif ve ark. siprofloksasin yüklü gümüş nanopartiküller (CIP-AgNP'ler) içeren yeni bir tür antibakteriyel rezin kompozit sentezlemişlerdir.³⁶ Araştırmacılar, CIP-AgNP'ler içeren rezin kompozitlerin antibakteriyel aktivitesinin ve basınç dayanımının, basit rezin kompozitlerinden daha üstün olduğunu ve AgNP'leri içeren rezin kompozitlerden daha biyoyumlu olduğunu göstermiştir. Ayrıca CIP-AgNP ilavesinin materyalin estetik özelliğini olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir.

İmmobilize Edilebilir Öjenol Türevi Monomer İçeren Resin Esaslı Dental Kompozitler

İmmobilize edilebilir öjenol (Eg) türevlerinin rezin bazlı kompozitlerin içeriğine eklenmesi özellikle kanal içi post simantasyonu ve kor build-up restorasyonları için kullanılan materyallerin geliştirilmesinde ümit verici olmuştur. Bu uygulamada hedef, güçlü bir antimikrobiyal olarak Eg kısmının avantajından yararlanmak, dental restoratif materyale sürekli antibakteriyel aktivite kazandırmak ve re-enfeksiyon riskini azaltarak uzun vadeli performansı arttırmaktır. Alrahlah ve ark. yaptığı çalışmada, öjenolün yeni bir polimerize edilebilir türevini (EgGMA) içeren yeni dental formülasyonların özelliklerini değerlendirmişlerdir.³⁷ EgGMA miktarı ve sıcaklığı arttıkça viskozitede bir azalma olduğunu ortaya çıkarmıştır. EgGMA'nın düşük bir miktarda rezinlerin matrisine ilave edilmesi su emilimi üzerinde herhangi bir belirgin etki olmaksızın kullanım ve çözünürlük özellikleri dahil olmak üzere kompozit rezinlerin performansını artırmıştır.

Post Uygulaması İçin Yüksek Dolduruculu Cam Fiber Takviyeli Polibenzoksazin Esaslı Yüksek Performanslı Kompozitler

Fiberle güçlendirilmiş polimer kompozitler, yüksek dayanımları nedeniyle mükemmel mekanik özellikler gerektiren çok sayıda uygulamada kullanım için muazzam bir potansiyele sahiptir. Mora ve ark. polibenzoksazin esaslı cam fiber post hazırlamış ve cam fiber içeriğinin mekanik ve termal özellikler üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir.³⁸ Cam fiber ile güçlendirilmiş polibenzoksazin kompozitin bükülme özellikleri, yani bükülme modülü ve bükülme mukavemeti, dentininkine benzer bulunmuştur. Ayrıca cam fiber takviyeli polibenzoksazin kompozit post ile restore edilen dişin dentininde doğal dişin dentininden daha düşük bir maksimum stres değeri sağlanmıştır.

Montmorillonit Nanokil İçeren Düşük Büzülmeli Kompozitler

Montmorillonit (MMT), merkezi bir oktahedral alüminyum hidroksit tabakasına kaynaşmış iki tetrahedral silikon oksit tabakasından oluşan kristalimsi ve katmanlı bir nanokil mineralidir. Ritto ve ark. yaptığı bir çalışmada, nanokil doldurucu (montmoril lonite Cloisite®—MMT) içeren düşük büzülmeli dental kompozit üretmiş ve bunların sitotoksikite ve fiziko-mekanik özelliklerini değerlendirmiştir.³⁹ Kompozit rezin içeriğine ağırlıkça %5 ve %7,5 MMT nanokillerin dahil edilmesi, materyalin fiziko-mekanik özelliklerini (fleksural güç, elastik modül, su emme, suda çözünürlük ve higroskopik genleşme) tehlikeye atmadan düşük sitotoksikite ve düşük polimerizasyon büzülmesine sahip kompozitlerin üretilmesine izin vermiştir.

Selüloz/Hidroksiapatit Bazlı Restoratif Kompozitler

Selüloz yüksek mekanik özellikleri nedeniyle filtrasyon membranı, biyoteknoloji ve rejeneratif tıp alanında birçok uygulama alanında kullanılmaktadır. Dental restoratif materyallere selüloz ilavesi materyalin mekanik özellikleri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Ayrıca selüloz/nano-hidroksiapatit (nHA) kemik rejenerasyonu için umut verici olduğu bildirilmiştir. Sabir ve ark. yaptıkları bir çalışmada dental restorasyonlarda güçlendirici bir ajan olarak kullanılmak üzere selüloz lifleri üzerinde hidroksiapatitin (HA) in-situ sentezini amaçlamışlardır.⁴⁰ Araştırmacılar çalışmalarında SEM analizi bulgularına göre hidroksiapatitin selüloz parçacıkları üzerinde biriktiğini ve büyüdüğünü göstermişlerdir. Ayrıca selüloz/HA partikülleri, hücre canlılığı testinde biyoyumlu olarak değerlendirilmiştir. Genel olarak yüksek oranda (%50 wt.) selüloz/HA parçacıkları içeren deneysel kompozitlerin mikro sertlik, basma dayanımı, eğilme dayanımı gibi mekanik özelliklerinin daha iyi olduğu gösterilmiştir. Bu sonuçlar selüloz/HA partiküllerinin potansiyel olarak dental restoratif materyallerde bir güçlendirici ajan olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Yeni Nesil Bulk-Fill Resin Kompozitler

Bulk-fill rezin kompozitler, geleneksel kompozit rezinlere göre artan polimerizasyon derinlikleri nedeniyle ~4,0-5,0 mm'lik çok daha kalın tabakalar kullanılarak uygulanabilirler.^{41,42} Bulk-fill kompozit rezinler viskozitelerine göre yüksek ve düşük viskoziteli (akışkan) bulkfill kompozitler olarak sınıflandırılmaktadır.⁴³ Yüksek ve düşük viskoziteli bulk-fill kompozit rezinler arasındaki temel fark, yüksek viskoziteli olanlar geleneksel kompozitler kadar güçlüyken, düşük viskoziteli olanların çiğneme yüklerini desteklemek için yeterince güçlü olmadığından ince bir geleneksel kompozit rezin tabakası ile yüzeysel bir korumaya ihtiyaç duymasındır.⁴³

Yüksek viskoziteli bulk-fill kompozit rezinler, genellikle ağırlıkça %79 ve düşük viskoziteli bulk-fill kompozit rezinler ağırlıkça %68 doldurucu içerir.⁴³ Bulk-fill kompozitler, daha kalın tabakalar halinde uygulanabildikleri ve klinisyenin restorasyon için harcadığı toplam süreyi azalttıkları için, rezin bazlı restorasyonların uygulama tekniğini basitleştirmektedir.⁴³ Bulk-fill kompozit rezinlerin kimyasal bileşimi, daha uyumlu rezin monomer doldurucu tipinin ve farklılaştırılmış başlatma sisteminin varlığına dayanmaktadır.⁴⁴ Bulk-fill kompozit rezinler marjinal adaptasyon,⁴² fiziko-mekanik özellikler, yorulma direnci ve kasal defleksiyon açısından geleneksel kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında benzer şekilde performans gösterebilirler.^{45,46}

Universal Kompozit Rezinler

Kompozit rezin teknolojisindeki en son gelişmelerden birisi de "Universal Kompozit Rezinler" olarak bilinen yeni materyallerdir.⁴⁷ Universal kompozit rezinler, renk taklit etme potansiyeli (CAP) olarak da bilinen diş yapısıyla "harmanlama" etkisi nedeniyle önceki kompozit rezinlere göre daha az renk tonu taşır.^{48, 49} Bu kompozit rezinler çevreye mine ve dentin ile etkileşime girerek renk farklılıklarının azalmasını sağlar.⁴⁹ Omnicrom (Tokuyama Dental America, Inc.) bu amaçla üretilmiş ilk gerçek universal kompozit rezindir.⁴⁷ Bu kompozit rezin, üretici firma tarafından Onaltı Vita Classical tonunun tamamına (VITA North America, Yorba Linda, CA) uyacağı belirtilen tek tonlu bir malzeme olarak piyasaya sürülmüştür.⁴⁷

İlk kompozit rezinin tanıtılmasından bu yana, kompozit rezinlerin organik matrisinin bileşimi önemli ölçüde değişmemiştir.⁴⁷ Bu konuda ilk istisna silorana bazlı kompozit rezinlerdir.⁴⁷ Bununla birlikte BPA (bisfenol-A) toksitesi konusunda kamuoyunda oluşan son gelişmeler,

alternatif rezin monomerlerin bulunmasını ve bu monomerlerin dental adezivlerin ve kompozit rezinlerin bileşimine eklenmesi konusunu da gündeme getirmiştir.⁴⁷ İlgili üreticilerin SDS belgelerine göre, Filtek Universal ve Omnicroma'nın rezin matris formülasyonlarının Bis-GMA veya bisfenol A etoksilat dimetakrilat (Bis-EMA) içermemesi bu kompozit rezinlerin diğer avantajı olarak karşımıza çıkmaktadır.⁴⁷

Klinik olarak kullandığımız universal kompozitlerin tesviyesi çok kolaydır, cila özellikleri mükemmeldir.⁵⁰ Bununla birlikte, mevcut universal kompozit rezinlerin birkaçının renk stabilitesinin ideal olmadığı da bildirilmiştir.⁵¹

SONUÇ

Kompozit rezin materyallerdeki son gelişmeler; organik matris içeriğinin değiştirilmesi, nanopartikül ve biyoaktif materyallerin eklenmesi, polimerizasyon sistemlerinin değiştirilmesi olarak sınıflandırılabilir. Bununla birlikte biyomimetik diş hekimliği ve doku mühendisliğindeki gelişmeler neticesinde üretilen 'akıllı materyaller' ışığında kompozit rezinlerin mevcut dezavantajlarını gidermek için yapılan çalışmalar gelecek için umut vericidir.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: HB (%50) SD (%40) HÇ (%10)
Veri Toplanması | Data Acquisition: HB (%50) HÇ (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: HB (%40) HÇ (%40) SD (%20)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: HB (%60)
HÇ (%20) SD (%20)

KAYNAKLAR

- Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int.* 1993; 24(9):641.
- Altun C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gülhane Tıp Derg.* 2005; 47(1): 77-82.
- Craig RG, Powers J, Wataha J. Direct esthetic restorative materials. *Res Dent Mater.* 2000; 244-267.
- Dayanç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Güneş Kitabevi LTD. Şti. 2000; 1(20): 74-84.
- Yoshinaga K, Yoshihara K, Yoshida Y. Development of new diacrylate monomers as substitutes for Bis-GMA and UDMA. *Dent Mater.* 2021; 37(6): 391-398.
- Asmussen, E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater.* 1998; 14(1): 51-56.
- Peutzfeldt, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997; 105(2): 97-116.
- Tarumi H, Imazato S, Narimatsu M, Matsuo M, Ebisu S. Estrogenicity of fissure sealants and adhesive resins determined by reporter gene assay. *J Dent Res.* 2000; 79(11): 1838-1843.
- Landuyt KLV, Nawrot T, Geebelen B, Munck JD, Snauwaert J, Yoshihara K, et al. How much do resin-based dental materials release? A meta-analytical approach. *Dent Mater.* 2011; 27(8): 723-747.
- Flávia Gonçalves F, Caio LN, Azevedo CLN, Ferracane JL, Braga RR. BisGMA/TEGDMA ratio and filler content effects on shrinkage stress. *Dent Mater.* 2011; 27(6): 520-526.
- Barszczewska-Rybark IM, MartaWC, Grzegorz C. Novel urethane-dimethacrylate monomers and compositions for use as matrices in dental restorative materials. *Int J Mol Sci.* 2020; 21(7): 2644.
- Jun SK, Cha JR, Knowles JC, Kim HW, Lee JH, Lee HH. Development of Bis-GMA-free biopolymer to avoid estrogenicity. *Dent Mater.* 2020; 36(1): 157-166.
- Featherstone JD. Dental restorative materials containing quaternary ammonium compounds have sustained antibacterial action. *J Am Dent Assoc.* 2022.
- Kirschner J, Szillat F, Bouzrati-Zerelli M, Becht JM, Klee JE, Lalevée J. Sulfonates and sulfonates as high-performance co-initiators in CQ based systems: Towards aromatic amine-free systems for dental restorative materials. *Dent Mater.* 2020; 36(2): 187-196.
- Van der Laan HL, Zajdowicz SL, Kuroda K, Bielajew BJ, Davidson TA, Gardinier J, Kohn DH, et al. Biological and mechanical evaluation of novel prototype dental composites. *J Dent Res.* 2019; 98(1): 91-97.
- Jia W, Lau GY, Huang W, Zhang C, Tomsia AP, Fu Q. Cellular response to 3-D printed bioactive silicate and borosilicate glass scaffolds. *J Biomed Mater Res B: Appl Biomater.* 2019; 107(3): 818-824.
- Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X, et al. Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *J Dent.* 2010; 38(5): 400-410.
- Bakry AS, Abbassy MA, Alharkan HF, Basuhail S, Al-Ghamdi K, Hill R. A novel fluoride containing bioactive glass paste is capable of remineralizing early caries lesions. *Materials.* 2018; 11(9): 1636.
- Par M, Tarle Z, Hickel R, Ilie N. Polymerization kinetics of experimental bioactive composites containing bioactive glass. *J Dent.* 2018; 76: 83-88.
- Xu YT, Wu Q, Chen YM, Smales RJ, Shi SY, Wang MT. Antimicrobial effects of a bioactive glass combined with fluoride or triclosan on *Streptococcus mutans* biofilm. *Arch Oral Biol.* 2015; 60(7): 1059-1065.
- Bansal R, Burgess J, Lawson NC. Wear of an enhanced resin-modified glass-ionomer restorative material. *Am J Dent.* 2016; 29(3): 171-174.
- Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. *Dent Mater J.* 2018; 37(2): 293-300.
- Croll TP, Berg JH, Donly KJ. Dental repair material: a resin-modified glass-ionomer bioactive ionic resin-based composite. *Compendium.* 2015; 36(1): 1-8.
- Liu Y, Kohno T, Tsuboi R, Kitagawa H, Imazato S. Acidity-induced release of zinc ion from BioUnion™ filler and its inhibitory effects against *Streptococcus mutans*. *Dent Mater J.* 2020; 39(4): 547-553.
- Zhang, N, Xie C. Polymerization shrinkage, shrinkage stress, and mechanical evaluation of novel prototype dental composite resin. *Dent Mater J.* 2020; 39(6): 1064-1071.
- Klee, JE, Renn C, Elsner O. Development of novel polymer technology for a new class of restorative dental materials. *J Adhes Dent.* 2020; 22(1): 35-45.
- François P, Remadi A, Le Goff S, Abdel-Gawad S, Attal JP, Dursun E. Flexural properties and dentin adhesion in recently developed self-adhesive bulk-fill materials. *J Oral Sci.* 2021; 63(2): 139-144.
- Raju R, Rajan G, Farrar P, Prusty BG. Dimensional stability of short fibre reinforced flowable dental composites. *Sci Rep.* 2021; 11(1): 4697.
- Burujeny SB, Yeganeh H, Atai M, Gholami H, Sorayya M. Bactericidal dental nanocomposites containing 1, 2, 3-triazolium-functionalized POSS additive prepared through thiol-ene click polymerization. *Dent Mater.* 2017; 33(1): 119-131.
- Lu J, Liu Z, Wang K, Gu M, Peng X, Zhang Y, et al. Odontogenesis by Endocytosis of Peptide Embedding Bioactive Glass Composite. *J Dent Res.* 2022; 101(9): 1055-1063.
- Wang QQ, Wu LP, Zhang S, Tao Y, Li YZ, Zhou QL, et al. Assembly of Ultralong Hydroxyapatite Nanowires into Enamel-like Materials. *J Dent Res.* 2022; 101(10): 1181-1189.
- Schnaider L, Ghosh M, Bychenko D, Grigorians I, Ya'ari S, Antsel TS, et al. Enhanced nanoassembly incorporated antibacterial composite materials. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2019; 11(24): 21334-21342.
- Lin GSS, Cher CY, Cheah KK, Noorani TY, Ismail NH, Ghani NRNA. Novel dental composite resin derived from rice husk natural biowaste: A systematic review and recommendation for future advancement. *J Est Restor Dent.* 2022; 34(3): 503-511.
- Li Y, Zhang D, Wan Z, Yang X, Cai Q. Dental resin composites with improved antibacterial and mineralization properties via incorporating zinc/strontium-doped hydroxyapatite as functional fillers. *Biomed Mater.* 2022; 17(4): 045002.
- Castro-Rojas MA, Vega-Cantu YI, Cordell GA, Rodriguez-Garcia A. Dental applications of carbon nanotubes. *Molecules.* 2021; 26(15): 4423.
- Arif W, Rana NF, Saleem I, Tanweer T, Khan MJ, Alshareef SA, et al. Antibacterial Activity of Dental Composite with Ciprofloxacin Loaded Silver Nanoparticles. *Molecules.* 2022; 27(21): 7182.
- Alrahlah A, Al-Odayni AB, Saeed WS, Al-Kahtani A, Alkhtani FM, Al-Mafleh NS. Water Sorption, Water Solubility, and Rheological Properties of Resin-Based Dental Composites Incorporating Immobilizable Eugenol-Derivative Monomer. *Polymers.* 2022; 14(3): 366.
- Mora P, Nunwong C, Sriromreun P, Kaewsriprom P, Srisorrachatr U, Rimdusit S, et al. High Performance Composites Based on Highly Filled Glass Fiber-Reinforced Polybenzoxazine for Post Application. *Polymers.* 2022; 14(20): 4321.
- Ritto FP, da Silva EM, Borges ALS, Borges MAP, Sampaio-Filho HR. Fabrication and characterization of low-shrinkage dental composites containing montmorillonite nanoclay. *Odontology.* 2022; 110(1): 35-43.
- Sabir M, Ali A, Siddiqui U, Muhammad, N Khan AS, Sharif F, et al. Synthesis and characterization of cellulose/hydroxyapatite based dental restorative composites. *J Biomater Sci Polym Ed.* 2020; 31(14): 1806-1819.
- Kim RJY, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent.* 2015; 43(4): 430-439.
- Fronza BM, Makishi P, Sadr A, Shimada Y, Sumi Y, Tagami J, et al. Evaluation of bulk-fill systems: microtensile bond strength and non-destructive imaging of marginal adaptation. *Braz Oral Res.* 2018; 32.
- De Lacerda LR, Bossardi M, Mitterhofer WJS, de Carvalho FG, Carlo HL, Piva E, et al. New generation bulk-fill resin composites: Effects on mechanical strength and fracture reliability. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019; 96: 214-218.
- AR Aleixo, RD Guiraldo, APP Fugolin, SB Berger, RLX Consani, AB Correr, et al. Evaluation of contraction stress, conversion degree, and cross-link density in low-shrinkage composites. *Photomed Laser Surg.* 2014; 32(5): 267-273.

45. Sousa-Lima RX, Silva LJA, Chaves LVF, Geraldeli S, Alonso RCB, Borges BCD. Extensive assessment of the physical, mechanical, and adhesion behavior of a low-viscosity bulk fill composite and a traditional resin composite in tooth cavities. *Oper Dent*. 2017; 42(5): 159-166.
46. Tsujimoto A, Nagura Y, Barkmeier WW. Simulated cuspal deflection and flexural properties of high viscosity bulk-fill and conventional resin composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2018; 87: 111-118.
47. Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ, Gomes G, Pizzolotto L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *J Esthet Restor Dent*. 2021; 33(1): 51-68.
48. Suh YR, Ahn JS, Ju SW, Kim KM. Influences of filler content and size on the color adjustment potential of nonlayered resin composites. *Dent Mater J*. 2017; 36(1): 35-40.
49. Iyer RS, Babani VR, Yaman P, Dennison J. Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins. *J Esthet Restor Dent*. 2021; 33(2): 394-400.
50. Christensen G. New, innovative restorative resins appear promising. *Clin Rep*. 2019; 12(4): 1-3.
51. Sulaiman TA, Rodgers B, Suliman AA, Johnston WM. Color and translucency stability of contemporary resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2021; 33(6): 899-905.

Zebrafish, A Model Organism For Research in Dentistry

Zebra Balığı, Diş Hekimliği Araştırmalarında Model Organizma

Simge MEŞELİ^a , Dilek TAĞTEKİN^a , Ebru EMEKLİ ALTURFAN^b 

^aMarmara University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, İstanbul, Türkiye

^aMarmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

^bMarmara University, Faculty of Dentistry, Department of Basic Medical Sciences, İstanbul, Türkiye

^bMarmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

ABSTRACT

Zebrafish (*Danio rerio*) is a tropical freshwater fish, lives in South Asia, India, and Pakistan. The use of zebrafish as a model organism in embryology and genetic studies of vertebrates was first mentioned by George Streisinger. Zebrafish has become a popular vertebrate model organism for biomedical research due to its numerous advantages. Zebrafish genome has homologues of 70% human genes, 80% of which are associated with human diseases. Zebrafish embryos are transparent, develop rapidly, and the development stages can be monitored easily by a stereomicroscope. Due to its various advantages, zebrafish has been preferred in neuroscience, cancer, pharmacology and toxicity research for years. Recently, it has begun to be used as a model organism in dental research. This review aims to provide information on the use of zebrafish in many fields of dental research, dental materials and tooth formation.

Keywords: Zebrafish; Model organism; Dental research; Biocompatibility; Toxicity

ÖZ

Zebra balığı (*Danio rerio*), Güney Asya, Hindistan ve Pakistan'da yaşayan tropikal bir tatlı su balığıdır. Zebra balığının omurgalıların embriyolojisi ve genetik çalışmalarında model organizma olarak kullanılmasından ilk kez George Streisinger bahsetmiştir. Son yıllarda zebra balığı, sayısız avantajı nedeniyle biyomedikal araştırmalar için popüler bir omurgalı model organizma haline gelmiştir. Zebra balığı genomunun %70'i insan genlerinin homologlarına sahiptir ve bunların %80'i insan hastalıklarıyla ilişkilidir. Zebra balığı embriyoları şeffaftır, hızlı gelişir ve embriyoların gelişim aşamaları stereomikroskopla kolaylıkla takip edilebilir. Zebra balığı, çeşitli avantajlarından dolayı nöroloji, kanser, farmakoloji ve toksisite araştırmalarında yıllardır tercih edilmektedir. Son zamanlarda diş hekimliğine ait araştırmalarda model organizma olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu derleme, zebra balığının dental araştırmalar, dental materyaller ve odontogenezis gibi birçok alanda kullanımı hakkında bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zebra balığı, Model organizma, Dental araştırma, Biyouyumluluk, Toksisite

INTRODUCTION

Model organisms are considered the guide for toxicity and biomedical studies to investigate the human biology. Many model organisms, such as rat, mice, dog, pig, rabbit or zebrafish are used in studies according to their human-like genetic properties and practical advantages.¹

Zebrafish (*Danio rerio*), which is a model organism, is used in chemical toxicity studies,^{2,3} and recently indicated as “gold standard”.⁴

Zebrafish, which is a tropical freshwater fish, lives in South Asia, India, and Pakistan, and belongs to *Cyprinidae* family, in the infraclass Teleost of the class Actinopterygii.¹

It was first mentioned in the study of George Streisinger that zebrafish could be used as a model organism in embryology and genetic studies of vertebrates.⁵ Kimmel researched detailed genetics, developmental characteristics and nervous system of zebrafish.^{6,7} By the 1990's, zebrafish became a widely used model organism in developmental genetics and toxicity studies.⁸

Although zebrafish is anatomically different from mammals due to the lack of some organs, they have similar molecular and physiological characteristics. Zebrafish genome has homologues of 70% human genes, 80% of which are associated with human diseases.⁹

The zebrafish embryo develops rapidly, and has a short generation time of 3-4 months. All of its major organs appear within 36 hours postfertilization and are functional on the 5th day. The fertilization of zebrafish happens externally and it allows to manipulate the embryos during development stage. Zebrafish embryos are transparent and one of the main advantages of zebrafish is the visualization of the development of embryos by using a stereomicroscope (Figure 1). There isn't a placental barrier, so applying toxins to zebrafish embryos by adding to the water is easy than other model organisms in toxicology

studies.^{1,10} Large numbers of zebrafish can live in small tanks, and maintenance of research is relatively more efficient because of the rapid reproduction of zebrafish compared to other mammals.¹¹



Figure 1. Representative image of a zebrafish embryo taken by a stereomicroscope at 72 hours post fertilization (hpf)

Due to all these advantages, zebrafish has been preferred in neuroscience, cancer, pharmacology and toxicity research for years.¹²⁻¹⁴ In recent years, it has begun to be used as a model organism in dental research.

Zebrafish is a polyphyodont organism, replacing teeth throughout its life, has no teeth in oral cavity, instead it has 22 pharyngeal teeth.¹⁵ The teeth of zebrafish have similar structure with human teeth. In zebrafish, dental pulp contents odontoblasts, dental nerves and blood vessels. It is covered by dentin, which has no tubules. Like the human tooth embryogenesis, tooth crown of zebrafish is produced from dentin, and it is covered by enameloid. Enameloid is a hypermineralized layer and has both epithelial and mesenchymal

Gönderilme Tarihi/Received: 2 Mart, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 11 Eylül, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Meşeli S, Tağtekin D, Emekli Alturfan E. Zebrafish, A Model Organism For Research in Dentistry. Selcuk Dent J 2025;12(1): 144-148 Doi: 10.15311/selcukdentj.1446275

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Simge MEŞELİ

E-mail: dtsimgemeseli@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1446275

origins. There is no cementum layer is found in zebrafish (Figure 2).^{1,16,17} Sculze et al. declared that zebrafish is a good model organism to study odontogenesis.¹⁸ Accordingly, in recent years, zebrafish and their embryos have begun to be used in dental research, in order to analyze the biocompatibility and toxicity of biomaterials, as well as to examine the effect of dental x-ray devices used for diagnosis on embryo development, and in research in the field of periodontology (Figure 3).¹⁹⁻⁴⁴

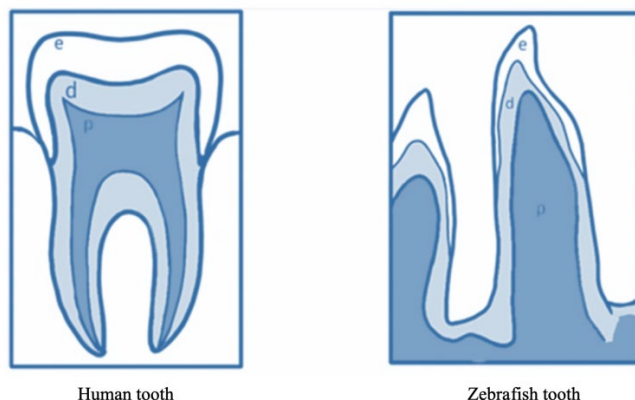


Figure 2. The shape of human tooth and zebrafish tooth e: enamel, d: dentine, p: pulp

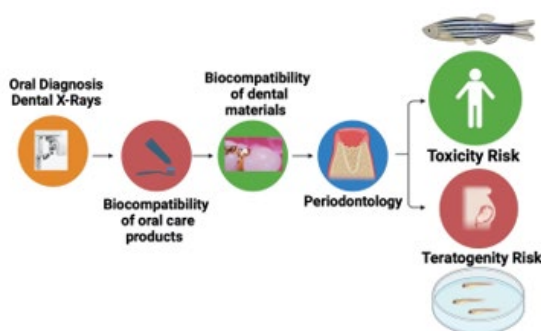


Figure 3. Zebrafish and their embryos are used in dental research to analyze the biocompatibility and toxicity of biomaterials, to examine the effect of dental x-ray devices used for diagnosis on embryo development, and in research in the field of periodontology. Created with BioRender.

CLINICAL and RESEARCH CONSEQUENCES

1. Studies on Toothpaste Ingredients:

Toothpaste contains many chemical components. Some studies have been conducted with zebrafish embryos on the biocompatibility of these components. Meşeli et al. compared a herbal toothpaste with a conventional toothpaste, the hatching and mortality rates of the herbal toothpaste were found to be similar to the control group. While the hatching rate of conventional toothpaste was found to be lower than the control group, the mortality rate was found to be significantly higher than the control group.¹⁹

Fluoride content in toothpastes can be found in the forms of sodium monofluorophosphate (SMFP), sodium fluoride (NaF), amine fluoride (AmF), and stannous fluoride (SnF₂).²⁰ Zhang et al. applied to zebrafish embryos various doses of fluoride to induce dental fluorosis in odontogenesis stage and found minor cystic-like changes after fluoride treatment.²¹ Barlett et al. exposed zebrafish to different

concentrations of NaF and after fluoride treatment they found pits and increased organic components in zebrafish teeth.²²

In the study investigating the effect of NaF on the zebrafish reproductive system, it was found that NaF exposure with different doses for 30 and 60 days, significantly affected ovarian development, disrupted reproductive hormones, and caused apoptosis in the zebrafish ovary.²³ It has also been stated that fluoride not only affects the ovary, but also can disrupt the testicular structure and affect sex hormone synthesis in zebrafish.²⁴

Sodium lauryl sulfate (SLS) is the most commonly used detergent in toothpastes due to its antibacterial and cleansing effects. Meşeli et al. examined the biocompatibility of low-dose and high-dose SLS on zebrafish embryos. The results of this study showed that there was no significant difference between low dose SLS and the control group. The survival rate in the high dose SLS group was found to be significantly lower than the control group.¹³ In a recent study, the effect of toothpastes with different detergent contents (SLS and cocamidopropyl betaine (CAPB)) on the odontogenesis of zebrafish embryos were examined.²⁵ As a result of this study it is declared that SLS and CAPB content significantly affected the development parameters of zebrafish embryos and the expression of genes affecting tooth development.

Another content **triclosan** is added to toothpaste due to its antimicrobial effect. Oliveira et al. examined the biocompatibility of triclosan on zebrafish embryos. In this study it is found that triclosan causes acute toxicity, reducing hatching rate, pigmentation and stature.²⁶

Gaur et al. conducted a study with **sodium benzoate**, which is added to toothpastes as a preservative, and found a 100% mortality rate in zebrafish larvae at a dose of 500 ppm.²⁷

Calcium carbonate nanoparticles (CaCO₃) are one of the widely used abrasives in toothpaste. It was shown safe and don't cause mortality and genotoxicity. Zebrafish treated with CaCO₃ developed without developmental abnormality.²⁸ Another nanoparticle commonly found in toothpaste is **titanium dioxide**. The doses in specific standards (TiO₂) were biocompatible on zebrafish, however, significantly high doses of TiO₂ showed autophagy and cell necrosis.²⁰ In the study conducted with **silica nanoparticles** added to toothpastes due to their abrasive properties, Yi et al. found that exposure to silica nanoparticles negatively affected the developmental parameters of zebrafish, disrupted the coagulation feature of zebrafish embryos, and triggered thrombolytic activity.²⁹

2. Studies on Dental Materials

Biocompatibility may be defined as a material's ability to have a specific functional application providing a suitable host response.³⁰ It is an emerging need to investigate the biocompatibility of dental materials in contact with human tissues.

Bisphenol A-glycidyl-methacrylate (Bis-GMA) is one of the main components of composite resins used in restorative dentistry.³⁰ Kramer et al. exposed zebrafish embryos to different concentrations of Bis-GMA (1 µM and 10 µM) and investigated craniofacial development. They found that exposure to Bis-GMA decreased survival rates, increased variety of morphological defects, and impacted specific features of viscerocranium.³¹

Bioceramics are used especially in endodontic treatments as perforation repair materials, pulp capping agents, and root-end fillings. Biodentine and Mineral trioxide aggregate (MTA) are the widely used Bioceramics in today's dentistry. Makkar et al. examined the biocompatibility of the Bioceramics on the zebrafish embryos. They found morphological malformations and increasing mortality rates with the increasing concentrations. They declared that biocompatibility of Biodentine was higher than MTA.³² Another one of the bioceramics, widely used in dentistry is hydroxyapatite. Carbonate Hydroxyapatite (CHA) is one of the bioceramic material can be used as dental implant.³³ Pratama et al. examined the biocompatibility of CHA exposed to different concentrations in zebrafish embryos. No morphological defect or change in mortality rate, hatching rate and heart rate was observed in zebrafish exposed to CHA.³⁴ Another one of the neutral bioceramic metal compound used in dental implants is Zirconia oxide nanoparticles (ZrO₂NPs). Karthiga et al. studied the

effect of ZrO₂NPs on the embryonic development of zebrafish. In this study it is found that ≥ 0.5 -1 $\mu\text{g/ml}$ of ZrO₂NPs instigated developmental acute toxicity in zebrafish embryos, causing mortality, hatching delay, and malformation. At 1 mg/ml of ZrO₂NPs treatment, they observed the mortality of unhatched embryos as a common phenotype. According to their results, they declared that lower concentrations of ZrO₂NPs nanoparticles are more toxic to zebrafish embryos.³⁵

Porcelain to metal fused metal crown (PFM) is a widely preferred restorative material in dentistry. Metal base of crowns may consist of some metal alloys such as titanium, silver palladium (Ag-Pd), gold palladium (Au-Pd), nickel chromium (Ni-Cr), and cobalt chromium (Co-Cr). The metal lines of these restorations are exposed to oral cavity and release ions which are not biocompatible on human epithelial cells.³⁶ Zhao et al. investigated the toxicity of the metal alloys of PFM on the zebrafish embryos. In the study, metal alloys were putted in the artificial saliva for 1, 4 and 7 weeks. After that zebrafish embryos were treated in the artificial saliva solution and investigated for mortality, hatching and heart rates, and malformation and swimming behaviors. They found Ni-Cr alloy had the lowest biocompatibility following the Co-Cr and Ag-Pd alloys. As a result of this study, it is declared that Ti and Au-Pd alloys are biocompatible for crowns and dental materials.³⁷

3. Studies on Oral Radiology

Panoramic imaging is one of the most used extraoral dental radiographic technique to visualize maxilla, mandible and the surrounding structures. Although patients are exposed to relatively low doses of radiation with panoramic imaging, it appears that it may be hazardous to health considering lifetime exposure. It has been reported that repeated dental x-rays increase the risk of several types of cancers.³⁸ Karagöz et al. examined the effects of panoramic x-rays at two different exposure times on zebrafish embryos, and focused on developmental parameters. They found that the toxicity effect observed in the development of zebrafish embryos exposed to the high-speed standard panoramic x-rays (5.5 s) were higher than those observed with the pedodontic panoramic x-rays (4.8 s).³⁹

As prenatal exposure to various environmental chemicals have been related with the aetiopathogenesis of autism spectrum disorder (ASD), Kollayan et al., (2024) investigated the potential effects of low-dose x-rays from dental diagnostic x-rays on neurodevelopment and molecular mechanisms associated with ASD in developing zebrafish embryos. They found developmental toxicity as evidenced by pericardial oedema, yolk sac oedema and scoliosis, impaired locomotor activity, oxidative stress, apoptosis and alterations in genes associated with neurogenesis and ASD progression.⁴⁰ Based on the result of these studies the association between ASD and low-dose ionizing radiation were suggested to be further evaluated.

4. Studies on Periodontology

Periodontitis is a bacteria-induced inflammation, which damages the tissues around the teeth and causes tooth loss. Porphyromonas gingivalis (P. gingivalis) is a strong periodontopathogen, which is related to severe periodontitis. Gingipain (GP) is one of the major endotoxins among the virulence factors of P. gingivalis.⁴¹ Recently, periodontologists are interested in the relationship between metabolic diseases and periodontitis, such as obesity and diabetes mellitus.⁴² Gunduz et al. investigated the effects of gingipain injections in overfed zebrafish. They studied with control (C), gingipain (GP), overfeeding (OF) and OF+GP groups. As a result of this study, it is declared that gingipain disrupts the oxidant-antioxidant balance and ALP activity in the intestines due to overnutrition and provided important information on the effects of periodontal pathogens on intestinal health in metabolic diseases.⁴³ In a recently study, Gunduz et al. examined the effects of gingipain in hyperglycemia-induced zebrafish model by evaluating inflammation, oxidant-antioxidant status, and the cholinergic system. Lipid peroxidation (LPO), nitric oxide (NO), glutathione (GSH), glutathione S-transferase, catalase, acetylcholinesterase (AChE), alkaline phosphatase (ALP), and sialic acid (SA) levels were determined. According the results of this study they declared that gingipains have a role in the increased inflammatory response in hyperglycemia-associated diseases.⁴⁴

CONCLUSION

There are many materials used in dentistry which are in contact with human oral tissues. It is a necessity to investigate the biocompatibility

of the chemical dental materials. Zebrafish are used especially in biocompatibility studies due to their rapid reproduction ability, suitability of laboratory conditions, ability of monitoring embryo development, and homology with human genes. Zebrafish can also be preferred in odontogenesis studies because their dental structures are similar to human teeth. Zebrafish studies can be used not only in biocompatibility research but also to search the relationship between periodontopathogen oral pathogenic microorganisms and metabolic diseases.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - iThenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması/ Design of Study: SM (%50) DT (%20) EEA (%30)

Veri Toplanması/ Data Acquisition: SM (%50) EEA (%50)

Veri Analizi/ Data Analysis: SM (%60) EEA (%40)

Makalenin Yazımı/ Writing up: SM (%50) DT (%20) EEA (%30)

Makale Gönderimi ve Revizyonu/ Submission and Revision: SM (%100)

REFERENCES

- Karaman GE, Emekli-Alturfan E, Akyüz S: Zebrafish; an emerging model organism for studying toxicity and biocompatibility of dental materials. *Cellular and Molecular Biology* 2020, 66(8):41-46.
- He J-H, Gao J-M, Huang C-J, Li C-Q: Zebrafish models for assessing developmental and reproductive toxicity. *Neurotoxicology and teratology* 2014, 42:35-42.
- Ohashi AS, de Souza Schacher HR, Pizzato CS, Vianna MR, de Menezes LM: Zebrafish as model for studies in dentistry. *Journal of Orthodontic Science* 2022, 11.
- Jia H-R, Zhu Y-X, Duan Q-Y, Chen Z, Wu F-G: Nanomaterials meet zebrafish: Toxicity evaluation and drug delivery applications. *Journal of Controlled Release* 2019, 311:301-318.
- Streisinger G, Walker C, Dower N, Knauber D, Singer F: Production of clones of homozygous diploid zebra fish (*Brachydanio rerio*). *Nature* 1981, 291(5813):293-296.
- Kimmel CB: Genetics and early development of zebrafish. *Trends in Genetics* 1989, 5:283-288.
- Kimmel CB: Patterning the brain of the zebrafish embryo. *Annual review of neuroscience* 1993, 16(1):707-732.
- Lieschke GJ, Currie PD: Animal models of human disease: zebrafish swim into view. *Nature Reviews Genetics* 2007, 8(5):353-367.
- Howe K, Clark MD, Torroja CF, Torrance J, Berthelot C, Muffato M, Collins JE, Humphray S, McLaren K, Matthews L: The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome. *Nature* 2013, 496(7446):498-503.
- Langheinrich U: Zebrafish: a new model on the pharmaceutical catwalk. *Bioessays* 2003, 25(9):904-912.
- Saleem S, Kannan RR: Zebrafish: an emerging real-time model system to study Alzheimer's disease and neurospecific drug discovery. *Cell death discovery* 2018, 4(1):45.
- Ünal İ, Üstündağ ÜV, Ateş PS, Eğilmez G, Alturfan AA, Yiğitbaşı T, Emekli-Alturfan E: Rotenone impairs oxidant/antioxidant balance both in brain and intestines in zebrafish. *International Journal of Neuroscience* 2019, 129(4):363-368.
- Meşeli S, Kaplan G, Cansız D, Üstündağ ÜV, İsmail Ü, Alturfan EE, Yanikoğlu F, Tağtekin D: The biocompatibility of sodium lauryl sulphate on developing zebrafish embryos. *Experimed* 2021, 11(2):67-72.
- Eryılmaz O, Ateş PS, Ünal İ, Üstündağ ÜV, Bay S, Alturfan AA, Yiğitbaşı T, Emekli-Alturfan E, Akalın M: Evaluation of the interaction between proliferation, oxidant-antioxidant status, Wnt pathway, and apoptosis in zebrafish embryos exposed to silver nanoparticles used in textile industry. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology* 2018, 32(1):e22015.
- Mork L, Crump G: Zebrafish craniofacial development: a window into early patterning. *Current topics in developmental biology* 2015, 115:235-269.
- Wiweger MI, Zhao Z, van Merkesteyn RJ, Roehl HH, Hogendoorn PC: HSPG-deficient zebrafish uncovers dental aspect of multiple osteochondromas. *PLoS One* 2012, 7(1):e29734.
- Stock DW: Zebrafish dentition in comparative context. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution* 2007, 308(5):523-549.
- Schulze S, Kuchler EC, Scariot R, Baratto-Filho F, Carelli J, Proff P, Kirschneck C: Signaling pathways involved in tooth development: why use zebrafish in dental research? *RSBO* 2021, 18(1):86-99.
- Meşeli S, Üstündağ ÜV, Ateş PS, Ünal İ, Işık Alturfan E: The biocompatibility of a ginger-containing herbal toothpaste on developing zebrafish embryos. *Journal of Dentistry Indonesia* 2023.
- Stachurski P, Świątkowski W, Ciszewski A, Sarna-Boś K, Michalak A: A Short Review of the Toxicity of Dentifrices—Zebrafish Model as a Useful Tool in Ecotoxicological Studies. *International Journal of Molecular Sciences* 2023, 24(18):14339.
- Zhang Y, Zhang Y, Zheng X, Xu R, He H, Duan X: Grading and quantification of dental fluorosis in zebrafish larva. *Archives of Oral Biology* 2016, 70:16-23.
- Bartlett J, Dwyer S, Beniash E, Skobe Z, Payne-Ferreira T: Fluorosis: a new model and new insights. *Journal of dental research* 2005, 84(9):832-836.
- Li M, Cao J, Zhao Y, Wu P, Li X, Khodaei F, Han Y, Wang J: Fluoride impairs ovary development by affecting oogenesis and inducing oxidative stress and apoptosis in female zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere* 2020, 256:127105.
- Li M, Cao J, Chen J, Song J, Zhou B, Feng C, Wang J: Waterborne fluoride exposure changed the structure and the expressions of steroidogenic-related genes in gonads of adult zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere* 2016, 145:365-375.
- Karaman GE, Ünal İ, Beler M, Üstündağ FD, Cansız D, Üstündağ Ü V, Emekli-Alturfan E, Akyüz S: Toothpastes for children and their detergent contents affect molecular mechanisms of odontogenesis in zebrafish embryos. *Drug Chem Toxicol* 2024, 47(1):15-25.
- Oliveira R, Domingues I, Koppe Grisolia C, Soares AM: Effects of triclosan on zebrafish early-life stages and adults. *Environmental Science and Pollution Research* 2009, 16(6):679-688.
- Gaur H, Purushothaman S, Pullaguri N, Bhargava Y, Bhargava A: Sodium benzoate induced developmental defects, oxidative stress and anxiety-like behaviour in zebrafish larva. *Biochemical and biophysical research communications* 2018, 502(3):364-369.
- d'Amora M, Liendo F, Deorsola FA, Bensaid S, Giordani S: Toxicological profile of calcium carbonate nanoparticles for industrial applications. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2020, 190:110947.
- Yi H, Wang Z, Li X, Yin M, Wang L, Aldalbahi A, El-Sayed NN, Wang H, Chen N, Fan C: Silica nanoparticles target a Wnt signal transducer for degradation and impair embryonic development in zebrafish. *Theranostics* 2016, 6(11):1810.
- Donaruma LG: Definitions in biomaterials, DF Williams, Ed., Elsevier, Amsterdam, 1987, 72 pp. In.: Wiley Online Library; 1988.
- Kramer AG, Vuthiganon J, Lassiter CS: Bis-GMA affects craniofacial development in zebrafish embryos (*Danio rerio*). *Environmental Toxicology and Pharmacology* 2016, 43:159-165.
- Makkar H, Verma SK, Panda PK, Jha E, Das B, Mukherjee K, Suar M: In vivo molecular toxicity profile of dental bioceramics in embryonic Zebrafish (*Danio rerio*). *Chemical research in toxicology* 2018, 31(9):914-923.
- Roy M, Bandyopadhyay A, Bose S: Ceramics in bone grafts and coated implants. In: *Materials for Bone Disorders*. edn.: Elsevier; 2017: 265-314.
- Pratama SF, Ana ID, Retnoaji B: The Effect of Carbonate Hydroxyapatite (CHA) Dental Implant Material on the Early Development of Zebrafish Embryos (*Danio rerio*). In: *3rd KOB Congress, International and National Conferences (KOBICINC 2020): 2021*: Atlantis Press; 2021: 307-312.
- Karthiga P, Ponnaniakajamdeen M, Rajendran S, Annadurai G, Rajeshkumar S: Characterization and toxicology evaluation of zirconium oxide nanoparticles on the embryonic development of zebrafish, *Danio rerio*. *Drug and Chemical Toxicology* 2018, 42(1):104-111.
- Yang H-C, Pon LA: Toxicity of metal ions used in dental alloys: a study in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Drug and chemical toxicology* 2003, 26(2):75-85.
- Zhao L, Si J, Wei Y, Li S, Jiang Y, Zhou R, Liu B, Zhang H: Toxicity of porcelain-fused-to-metal substrate to zebrafish (*Danio rerio*) embryos and larvae. *Life sciences* 2018, 203:66-71.
- Choi J-W: Assessment of panoramic radiography as a national oral examination tool: review of the literature. *Imaging science in dentistry* 2011, 41(1):1-6.
- Karagöz A, Beler M, Altun BD, Ünal İ, Cansız D, Gündüz H, Alturfan AA, Emekli-Alturfan E, Yalçinkaya ŞE: Panoramic dental X-ray exposure leads to oxidative stress, inflammation and apoptosis-mediated developmental defects in zebrafish embryos. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery* 2023, 124(6):101661.
- Kollayan BY, et. al., Effects of Low-dose Ionizing Radiation on the Molecular Pathways Linking Neurogenesis and Autism Spectrum Disorders in Zebrafish Embryos. *Drug and Chemical Toxicology*, 2024. doi.org/10.1080/01480545.2024.2318444
- Xu W, Zhou W, Wang H, Liang S: Roles of *Porphyromonas gingivalis* and its virulence factors in periodontitis. *Advances in protein chemistry and structural biology* 2020, 120:45-84.
- Nibali L, Tatarakis N, Needleman I, Tu Y-K, D'Aiuto F, Rizzo M, Donos N: Association between metabolic syndrome and periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2013, 98(3):913-920.

43. Gündüz G, Beler M, İsmail Ü, Cansız D, ALTURFAN EE, Kose KN: Gingipain Injection Affects Intestinal OxidantAntioxidant Status and Alkaline Phosphatase in Overfed Zebrafish. *Experimed* 2023, 13(2):80-85.
44. Gündüz G, Beler M, Ünal İ, Cansız D, Emekli-Alturfan E, Kose KN: Endotoxin of Porphyromonas gingivalis amplifies the inflammatory response in hyperglycemia-induced zebrafish through a mechanism involving chitinase-like protein YKL-40 analogs. *Toxicological Research* 2023:1-12.

Biyomimetik Diş Hekimliği

Biomimetic Dentistry

Seda BAKTIR^a, Hacer BALKAYA^a, Sezer DEMİRBUĞA^a^aErciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Kayseri, Türkiye^aErciyes University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Kayseri, Türkiye

ÖZ

Ağız içinde remineralizasyon ve demineralizasyon süreçleri bir denge halindedir. Bu dengenin bozulması durumunda çürük lezyonları gelişecektir. Başlangıç çürük lezyonları, remineralizasyon yoluyla kavitasyon oluşmadan önlenir. Böylece çürüğün ilerlediği aşamalarda meydana gelebilecek zorlu tedavilere gerek kalmadan diş yapısının korunması sağlanmış olur. Diş çürüğünün önlenmesi kapsamında, florin uzun yıllara ve çok sayıda araştırmaya dayanan etkili rolüne karşılık, son zamanlarda bu konuda biyolojik uyumlulukları, remineralizasyon kapasiteleri ve doğal süreçleri taklit edebilme kabiliyetleri açısından mikro ve nano hidroksiapatit, trikalsiyum fosfat, biyoaktif cam gibi biyoaktif formülasyonların kullanımı önerilmektedir. Remineralizasyon üzerine yapılan son araştırmalar, tamamen demineralize kollajen lifler içinde apatit kristalleri oluşturma yeteneğine sahip biyomimetik remineralizasyon materyallerine dayanmaktadır. Nano yapı malzemeler, daha yüksek yüzey/hacim oranlarına sahip oldukları için mikro yapı malzemelere göre üstün özelliklere sahiptirler. Nano yapı malzemelere örnek olarak, kalsiyum florür nanopartikülleri, kalsiyum fosfat içerikli nanomateriyaller, nanobioaktif cam materyalleri, nanohidroksiapatit partikülleri verilebilir. Bu nanopartikül içerikli biyomimetik materyaller, diş hekimliğinde minimal invaziv tedavilerin ve doğal diş dokusunun korunmasının önemli bir parçası haline gelmektedir. Bu materyaller, doğal diş dokusuna en yakın sonuçları sağlamak için tasarlanmıştır ve diş restorasyonlarının uzun ömürlü olmasını sağlar.

Biyomimetik diş hekimliği, dişlerin doğal yapısını, işlevini ve estetiğini taklit etmeyi amaçlayan bir restoratif diş hekimliği disiplini. Doğal diş yapısını taklit etmeyi amaçlayan bu yaklaşım sayesinde, adeziv restoratif materyaller üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Sırasıyla diş dokusunda meydana gelen madde kaybına bağlı olarak teşhis konulan endikasyona göre biyomimetik özellik gösteren restoratif materyaller ve tedavi seçenekleri incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Biyomimetik, Çürük, Minimal invaziv tedavi, Remineralizasyon

Giriş

Biyofizikçi/Biyomedikal mühendis Otto Schmitt tarafından 1950'lerde ortaya atılan "Biomimetic" kavramı, doğayı taklit etmek üzere yeni ürünlerin tasarlanması için multidisipliner mekanizmaların devreye sokularak biyolojik malzemelerin üretilmesini ve bu malzemelerin çalışma prensiplerini ifade etmek için kullanılmıştır.¹ Latince "bio" yaşam ve "mimetic" taklit etmek anlamına gelen iki kelimeden türetilen biyomimetik sözcüğü doğadan ilham alarak biyokimyasal süreci taklit etmek anlamında kullanılmaktadır.² Yenilikçi biyomimetik yaklaşımları, biyomineralizasyona alternatif olacak şekilde, organik protein moleküllerinin koordinasyonunda inorganik iyonların biriktirilmesi sonucu ortaya çıkarılan hiyerarşik yapıları hedefler.³ Bu bağlamda, nanoteknoloji kullanılarak nano ölçekte çok sayıda inovatif materyalin üretilmesi, biyomimetik malzemelerin ortaya çıkmasında önemli bir ilerleme kaydedilmesini sağlamıştır.⁴

Biyomimetik, çok disiplinli bir çalışma alanı olarak karşımızdadır ve günümüzde birçok alanda olduğu gibi diş hekimliğinde de yenilikçi kavram, materyal ve uygulamaların içine nüfuz etmiştir.⁵ Çağdaş diş hekimliği açısından bakıldığında geline nokta, hastalık ya da hasarlı dokuda remineralizasyonu teşvik eden biyoaktif materyaller ile minimal invaziv tedaviyi gerçekleştirmek şeklinde özetlenebilir.⁶

ABSTRACT

The processes of remineralization and demineralization in the oral cavity exist in a state of balance. When this balance is disrupted, carious lesions will develop. Initial carious lesions can be prevented through remineralization before cavitation occurs. This helps preserve the tooth structure without the need for challenging treatments that may arise in advanced stages of caries progression. In the context of caries prevention, in addition to the effective role of fluoride, which has been supported by many years of research, the use of bioactive formulations such as micro and nano hydroxyapatite, tricalcium phosphate, and bioactive glass is now being recommended for their biological compatibility, remineralization capacities, and ability to mimic natural processes. Recent studies on remineralization are based on biomimetic remineralization materials capable of forming apatite crystals within completely demineralized collagen fibers. Nanostructured materials possess superior properties compared to microstructured materials due to their higher surface-to-volume ratios. Examples of these nanostructured materials include calcium fluoride nanoparticles, calcium phosphate-containing nanomaterials, nanobioglass materials, and nanohydroxyapatite particles. These nanoparticle-containing biomimetic materials are becoming an essential part of minimally invasive treatments and the preservation of natural dental tissue in dentistry. They are designed to provide results that are closest to natural dental tissue and ensure the longevity of dental restorations. Biomimetic dentistry is a restorative dentistry discipline aimed at mimicking the natural structure, function, and aesthetics of teeth. Through this approach, which aims to replicate the natural tooth structure, research on adhesive restorative materials has been intensified. Consequently, restorative materials and treatment options exhibiting biomimetic properties will be examined based on the diagnosed indication related to the material loss occurring in dental tissue.

Keywords: Biomimetic, Caries, Minimal invasive treatment, Remineralization

Minenin Ultrakonservatif Tedavi Protokolleri

Mine dokusunun diğer mineralize dokuların aksine kendini yenileme özelliği yoktur ve korunması son derece önemlidir.⁷ Bu yüzden gelişimsel mine defektleri ve başlangıç mine çürükleri minimal girişimsel diş hekimliği uygulamaları kapsamında ultrakonservatif yaklaşımlarla tedavi edilmelidir.⁸ Demineralize mine defektlerinin remineralizasyonu, minimal invaziv diş hekimliği uygulamalarının hastalığın kontrol altına alındığı profilaksi aşamasında, topikal florür ve florür içermeyen ajanlar kullanılarak gerçekleştirilir.⁹

Demineralizasyon, ağız ortamının pH'nın düşmesiyle beraber diş dokusunda bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarının diştan uzaklaşmasıdır.¹⁰ Karyojenik bakterilerden özellikle *Streptococcus mutans* (S.mutans) karbonhidatları fermente etmesi sonucunda organik asitler açığa çıkmaktadır.¹¹ Oluşan asit, ortam pH'nı minenin kritik pH'ı olan 5.5 değerinin altına düştüğü zaman hidroksiapatit (HA) yapıda bulunan kalsiyum yüzeyden uzaklaşmaktadır.¹² Mineral kaybının erken aşaması gözle görülemez, klinikte fark edilen ilk aşama beyaz nokta lezyonudur.¹³ Remineralizasyon ise, kalsiyum ve fosfat kaybı olan minede yeniden mineral birikimi yoluyla dişin restorasyonudur.¹⁴ Florür, dişteki kalsiyum iyonlarının demineralize mine yüzeyinde birikmesine yardımcı olur.¹⁵ Tükürük, kalsiyum ve fosfat iyonlarından doymun hale gelip pH yükseldiğinde remineralizasyon hızlanarak dişin

Gönderilme Tarihi/Received: 6 Mart, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 14 Ocak, 2025

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Baktır S, Balkaya H, Demirbuğa S. Biyomimetik Diş Hekimliği.

Selcuk Dent J 2025;12(1): 149-156 Doi: 10.15311/selcukdentj.1448008

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Seda BAKTIR

E-mail: arkseda@gmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1448008

orijinal HA yapısı tekrar oluşur.¹⁶ Ancak, yüksek asidik ortamda bu doğal remineralizasyon süreci gerçekleşmez.¹⁷ Doğal remineralizasyonun (biyomimetik remineralizasyon) sağlanması her zaman mümkün olmamakla birlikte çeşitli remineralizasyon ajanları veya restoratif materyallerin kullanımı bu süreci hızlandırıp, destekler.¹⁸ İdeal bir remineralizasyon ajanı; asidik pH'ta çalışabilmeli,¹⁹ kalsiyum ve fosfat iyonlarının kontrollü bir şekilde mine yüzeyinin altına difüzyonla taşınmasına yardımcı olarak tükürüğün remineralizasyon etkinliğini artırmalıdır.²⁰ Aynı zamanda diş taşı oluşumuna neden olmamalı ve ağız kuruluğu yaşayan hastalarda da faydalı olmalıdır.²¹

Bilinen en yaygın kullanılan remineralizasyon ajanlarından ilki florür iyonlarıdır.²² Florür iyonları, HA kristallerini stabilize ederek çürük önleyici etki gösterir.²³ Florür iyonlarının biyoyararlanımı dişlerde, tükürükte, diş plağı ve ağız mukozasında iyonik rezervlerin varlığına bağlıdır.²⁴ Florürün rezervlerini reşarj etmek remineralizasyon stratejilerinde önemlidir ve genellikle topikal florür ajanlarının uygulanmasıyla sağlanır.²⁵ Topikal uygulamalarda en çok kullanılan florürlü bileşikler sodyum florür, kalsiyum florür, asidüle fosfat florürdür.²⁶ Gümüş ve kalay metallerinin antibakteriyel özellikleri ile florün remineralizasyon etkisini birleştiren nano gümüş florür,²⁷ gümüş diamin florür,²⁸ ve kalay florür²⁹ içeren topikal preparatlar da geliştirilmiştir. Etkili bir remineralizasyon süreci için florür kullanımının yanı sıra hastanın karyojenik gıda tüketim sıklığının azaltılması, hastaya ağız hijyen eğitimi verilmesi ve hatta bazı durumlarda antimikrobiyal ajan kullanılması gerekmektedir. Piyasada florür iyonları çeşitli ürünlerde ve farklı formatlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde çürük insidansının azalmasını ana nedenlerinden biri, florürlü diş macununun yaygın olarak kullanılmasıdır.³⁰ Kolay ve kapsamlı uygulama, düşük maliyet ve kültürel kabul, florürlü diş macununu genel sağlığın geliştirilmesi için ideal bir yöntem haline getirmiştir. Günde iki kez florürlü diş macunu kullanarak fırçalama, güçlü bir çürük önleyici strateji olarak önerilmiştir.³¹ Bir başka formu ise florürlü ağız gargaraları ve jellerdir. Yüzde 0,2 ve 0,05 konsantrasyonlu florürlü gargaralar günlük ve haftalık kullanıma uygundur. Çürük oluşumunu %26 oranında önlediği bildirilmiştir.³² Yüksek çürük riski olan bireyler için florür vernikler de kullanılan bir başka remineralizasyon ajanlarıdır.³³ Amerikan Diş Hekimleri Birliğine (ADA) göre florür verniğinin yüksek konsantrasyonda florür içermesi ve diş yüzeyinde uzun süre kalması nedeniyle topikal uygulamalarda oldukça etkili bir yoldur.³⁴ Çürük riski yüksek olan bireylerde yılda 2-4 kez florür vernik uygulanmasının önemi vurgulanmıştır.³⁵ Florür bazlı olmayan diğer remineralizasyon sistemleri kalsiyum fosfat sistemleri, polifosfat sistemleri ve doğal ürünlerdir.³⁶ Bu ürünlerin etki mekanizması, faz dönüşümü sırasında hidroksiapatit (HA) ve floropatit (FA) kristallerine dönüşen yüzey altı ve yüzeyel lezyonlar üzerinde kalsiyum ve fosfat iyonlarının çökmesi şeklindedir.³⁷ Son zamanlarda florürün remineralizasyon etkinliğini artırmayı sağlayacak birçok kalsiyum fosfat remineralizasyon teknolojileri geliştirilmiştir.³⁸ Trikalsiyum fosfat ve dikalsiyum fosfat dihidrat (TCP ve DCPD), amorf kalsiyum fosfat (ACP), kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) ve kalsiyum sodyum fosfosilikat-biyoaktif cam bu sistemlere örnektir. Özellikle CPP-ACP; çürük riski yüksek olan bireylerde profilaktik olarak, çeşitli nedenlerle dişlerde meydana gelen erozyonların önlenmesinde, ortodonti hastalarında beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde ve dentin hassasiyetinin tedavisinde de kullanılmaktadır. Hem CPP-ACP hem de florür içeren versiyonu olan kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum florür fosfat (CPP-ACFP) içeren sakızlar, topikal kremler ve diş macunları gibi ağız bakım ürünlerinde kullanılmaktadır.³⁹ Bir diğer güncel materyal olan biyoaktif cam piyasada Novamin™ olarak bilinir. NovaMin™ teknolojisi, dişlerin kendi kendini onarma sürecine yardımcı olmak için ağız içinden kalsiyum ve fosfat iyonları saldırdığı iddia edilen kalsiyum sodyum fosfosilikat biyoaktif cama dayanmaktadır.⁴⁰ Novamin™ partikülleri tükürük ve su ile temas ettiğinde reaksiyona girer, diş yüzeyine bağlanarak hidroksikarbonat apatit yapısı oluşturur, remineralizasyona katkıda bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarını serbest bırakır.⁴¹ Remineralizasyon üzerine yapılan son araştırmalar, tamamen demineralize kollajen lifleri içinde apatit kristalleri oluşturma yeteneğine sahip biyomimetik remineralizasyon materyallerine dayanmaktadır.⁴² Nano yapılı malzemeler, daha yüksek yüzey/hacim oranlarına sahip oldukları için mikro yapılı malzemelere göre üstün özelliklere sahiptirler.⁴³ Nano yapılı malzemelere örnek olarak, kalsiyum florür nanopartikülleri, kalsiyum fosfat içerikli nanomateriyaller, nanobioaktif cam materyalleri, nanohidroksiapatit partikülleri verilebilir.⁴⁴ Nano hidroksiapatit (n-HA), morfoloji

bakımından minede bulunan HA kristallerine benzeyen biyoyumlu sentetik bir malzemedir.⁴⁵ n-HA, HA ile karşılaştırıldığında daha yüksek yüzey enerjisine, çözünürlüğe ve daha iyi biyolojik aktiviteye sahiptir.⁴⁶ n-HA'nın mineyi yenileyebilen biyomimetik bir materyal olduğu düşünülmektedir.⁴⁷ Sentetik n-HA formülasyonu, diş macunları, ağız gargaraları, jeller ve diğer ağız bakım ürünlerine uygulanarak dentin hassasiyetinin azaltılması ve mine remineralizasyonunda başarı ile uygulanabilmektedir.⁴⁸

Geleneksel florür kullanımına ek olarak kullanılan alternatif ajanlar, çürükleri durdurmaya ve remineralizasyona katkı sağlarlar.⁴⁹ Alternatif ajanlar kapsamında incelenecek olan diğer materyaller ksilitol, proantosiyanidinler, teobromin, kitosan, polidopamin ve arjinin bikarbonattır. Ksilitol, proantosiyanidinler, kitosan ve teobromin doğal ürünler kapsamında incelenebilecek remineralizasyon ürünlerine örnek verilebilir. Ksilitol, huş ve kayın ağacı gibi ksilan bakımından zengin sert ağaçlardan üretilen fermente olmayan bir şeker alkolüdür.⁵⁰

S. mutans'ın inaktivasyonuna ve plağın asit ve polisakkarit üretme kabiliyetinin inhibisyonuna neden olarak anti karyojenik etkiler gösterir, ayrıca tükürük akış miktarını ve tamponlama kapasitesini de artırır.⁵¹ Ksilitol sakız, şurup, pastil, sprey, gargara, jel, diş macunu, şekerleme ve vernik gibi çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır.⁵² Proantosiyanidinler (PA), benzen-piran-fenolik asit moleküler çekirdeği içeren bir biyoflavonoiddir. Üzüm çekirdeği ekstresi (GSE), içerdiği konsantrasyon proantosiyanidin sayesinde diş çürüklerinin önlenmesine ve onarılmasına yardımcı olabilecek umut verici özelliklere sahip, kolayca bulunabilen, bitki bazlı, antioksidan özellikli bir takviyedir.⁵³ Kitosan, eklemcabaklıların kabuğunda doğal olarak bulunan kitinin N-deasetillenmiş türevidir.⁵⁴ Kitosan fonksiyonel grubu, apatit çekirdeklenmesini indükleyebildiği için biyoaktif bir materyal olarak kabul edilmektedir ve biyoaktif materyallerin belirli bir süre boyunca sürekli salınımını sağlar.⁵⁵ İçeriğinde bulunan yüksek nitrojen oranı kitosani biyomineralizasyon için kalsiyum ve fosfat gibi iyonları taşımada potansiyel bir araç haline getirmektedir.⁵⁶ Kitosan yapısında bulunan aktif bölgeler sayesinde, remineralizasyonda gerekli iyonlar için bir rezervuar görevi gören çeşitli biyoaktif materyallerle kolayca birleştirilebilir.⁵⁷

Polidopamin, dopaminin oksidatif reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Nemli yüzeylere adezyon özelliği bulunmaktadır, mine ve dentinde aynı anda remineralizasyonu indüklediğini gösteren çalışma mevcuttur.⁵⁸ Arjinin bikarbonat, mineral yüzeyine yapışabilen kalsiyum karbonat parçacıklarına sahip bir amino asittir.⁵⁹

Yamashita ve ark.⁶⁰ florürün tek başına ve arginin ile kombinasyon halinde kullanımını karşılaştırdığında florür alımını önemli ölçüde arttırdığını ve arginin içeren diş macunu ile tedavi edilen lezyonların, geleneksel florürlü diş macunu ile tedavi edilenlere kıyasla daha üstün florür alımı ile sonuçlandığını göstermiştir. Remineralizasyon tedavisi, erken çürük lezyonları için invaziv olmayan modern bir yaklaşımdır. Bu durum, diş hekimleri için tedavi stratejilerinde önleme ve minimal invaziv müdahalelere odaklanan yeni bir paradigmaya geçişi mümkün kıldığından kritik önem taşımaktadır. Yapılan bir çalışmada, HA bazlı ve florürle kısmen değiştirilmiş diş macunlarının, arginin içeren sodyum monoflorofosfatlı diş macunlarının ve enzimlerle ilişkilendirilmiş sodyum florür diş macunlarının, erken çürük lezyonlarını remineralize etme potansiyeline sahip olduğu gösterilmiş, özellikle, enzimlerle ilişkilendirilmiş sodyum florür diş macunu, remineralizasyon potansiyeli açısından en iyi sonuçları göstermiştir.⁶¹ Badiee ve ark.⁶² yaptıkları başka bir çalışmada nanohidroksiapatit ve florür içeren diş macunlarının ortodonti hastalarında başlangıç çürük lezyonlarına olan etkisini incelemiş, nanohidroksiapatit içeren diş macunlarının florür içeren diğer diş macununa kıyasla daha iyi bir performans gösterdiğini bulmuşlardır. Silva ve ark.⁶³ ise, yaptıkları klinik bir çalışmada hastalar üzerinde ortodontik tedavi sırasında florür ve ksilitol vernikleri kullanıp etkililerini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak kısa vadede her iki vernikte de remineralizasyonunun gerçekleştiği görülmüştür. Florür kullanımına bir başka uygun alternatif de ClinPro diş macunu içinde bulunan trikalsiyum fosfatıdır (TCP). Bu madde florür iyonlarının daha fazla nüfus etmesini sağlar. Özellikle %1.1 sodyum florür içeren ClinPro 5000 'in, %0.21 sodyum florür içeren ClinPro diş kreminde daha iyi etkiler sağladığı gösterilmiş, %0.21 sodyum florür içeren ClinPro diş kreminin, daha yüksek sodyum florür içeriği nedeniyle ClinPro 5000 'den daha etkili olduğu belirtilmiştir.⁶⁴ Remineralizasyon çalışmalarında kullanılan bir başka materyal ise kendi içinde organizasyon gösteren p11- 4 (SAP11-4) peptididir. Biyomimetik bir rol oynayan bu peptid, amelogenin diş minesinin oluşumunu desteklediği

gibi, erken aşamadaki derin çürük lezyonlarında yeni hidroksiapatit oluşumunu sağlayabilir.⁶⁵

Sonuç olarak, başlangıç mine lezyonlarının ilerleyip kaviteye dönüşmesini engellemek için günümüzde halen gelişimi devam etmekte olan birçok farklı sistemde remineralizasyon ajanları bulunmaktadır. Hastaya öncelikle oral hijyen eğitimi verilmeli, diyet düzenlemeleri yapılmalı, oral florayı düzenleyecek, tükürük etkinliğini artıracak topikal ajanlar önerilmeli ve hasta düzenli aralıklarla takip edilmelidir. Eğer minede sınırlı kaviteye mevcut ise; ultrakonservatif preparasyon tekniklerinden yararlanarak mümkün olduğunca sağlıklı doku korunarak tedavi tamamlanmalıdır.

Restoratif Biyoaktif Materyaller

Biyoaktif materyallerin restoratif diş hekimliğine dahil edilme amacı; kalsiyum ve fosfat gibi minerallerin salınımı sağlayarak dokuda remineralizasyonu indüklemek, materyal-diş ara yüzünde oluşan hidroksiapatit tabakası sayesinde sızdırmazlık sağlayarak sekonder çürük oluşumunu engellemek, aynı zamanda materyalin antimikrobiyal özellik sergilemesini sağlamaktır. Biyoaktif restoratif materyallerin gelişimi cam iyonomer simanın piyasaya sürülmesinden, yeni jenerasyon restoratif materyallerin üretimine kadar uzanmaktadır. Dental materyaller üzerine yapılan son dönemlerdeki çalışmaların hedefi, başlangıç çürüklerin veya ilerlemiş lezyonların tedavi edilmesinin yanı sıra çevre dokunun iyileşmesini teşvik etmek için materyallerin “biyoaktif” niteliklerinin ve işlevlerinin geliştirilmesidir. Diş hekimliğinde biyoaktif restoratif materyaller 3 ana başlıkta incelenmektedir. Bunlar; cam iyonomer simanlar, biyoaktif camlar ve rezin içerikli biyoaktif restoratif materyaller (kompomer, kompozit rezinler, iyon salan kompozit rezinler) dir.

Cam iyonomer (CIS), silikat cam tozu ve sulu poliakrilik asit çözeltisi kullanan bir grup malzemenin genel adıdır. Cam iyonomer simanlar (CIS), diş yapısıyla aynı termal genleşme katsayısına sahip oldukları, mine ve dentine adezyon özellik gösterdikleri ve uzun süre boyunca florür saldıkları için biyomimetik malzemeler olarak kabul edilir.⁶⁶ Florür salımları sebebiyle bu materyaller özellikle yüksek çürük riskine sahip bireylerde tercih edilen koruyucu/önleyici restoratif materyal grubunu oluşturur. Geleneksel cam iyonomer simanlar (GCIS’lar) biyouyumluluk, dişle yakın termal genleşme katsayısı, diş yapılarına adezyon gibi önemli avantajlara sahiptir.⁶⁷ Tüm bu avantajlara rağmen düşük mekanik özellikleri nedeniyle daimi restoratif dolgu materyali olarak kullanılmamaktadır.⁶⁸ Zaman içerisinde içeriğinde bir takım modifikasyonlara uğramışlardır; yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, cam karbomer simanlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve nanodoldurucu rezin modifiye cam iyonomer simanlar gelişim süresince piyasaya sunulan cam iyonomer siman çeşitlerindendir.⁶⁹ En temel amaç, geleneksel cam iyonomer simanların yetersiz mekanik dayanım gücünü artırmaktır.⁷⁰

Bir başka biyoaktif restoratif materyal grubu giomerdir. Cam iyonomer simanların sahip oldukları avantajları rezin materyallere kazandırmak için geliştirilen ve cam iyonomerlerin yeni bir versiyonu olan, içeriğinde önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer partikülleri (pre-reacted glass ionomers-PRG) bulunan materyallerdir.⁷¹ PRG partiküllerinin kullanılmasıyla önceden reaksiyona girmiş hidrojel içerisindeki iyon değişimi nedeniyle hızlı florür iyonu salımı gerçekleşir. Bu durum giomeri florür iyonu salımı yapan rezin içerikli restoratif materyallerden farklı kılar. Giomerlerin en önemli özelliklerinin florür iyonu salımı, reşarj olabilme kabiliyetleri ve bu sayede sekonder çürüklerin önlenmesi olduğu çalışmalarda belirtilmiştir.^{72,73}

Biyomateriyallerin biyoseramikler sınıfından olan biyoaktif camlar uzun yıllardır medikal olarak özellikle doku mühendisliği ve rejeneratif tıp alanında kullanılmaktadır. Biyoaktif cam insan vücudunda doğal olarak bulunan sodyum, kalsiyum, fosfor, silika (kalsiyum sodyum fosfosilikat) içerir ve hidroksil karbonat apatit oluşturmada biyoaktif yeteneğe sahiptir.⁷⁴

Biyoaktif camların osteokondüktif olmaları ve apatit tabakası oluşturarak kemik dokuya kimyasal bağlanabilme özelliği nedeniyle mine ve dentin yüzeylerinde mineralizasyon ajanı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Biyoaktif camlar tek başına kullanılabildiği gibi, restoratif materyallere dahil edilerek de kullanıldığı çalışmalar mevcuttur.^{75,76} Özetleyecek olursak; biyoaktif camların diş hekimliğinde, minedeki beyaz nokta lezyonlarının

remineralizasyonunun yanı sıra, dentin remineralizasyonunda da kullanımı önerilmektedir.

Ayrıca biyoaktif camlar (BAG ‘lar) air abrazyonda alüminyum oksit tozu yerine aşındırıcı olarak, dental implantların yüzey işlemlerinde, maksillofasial cerrahide, kemik rejenerasyonunda, pulpa kapaklamasında, kök kanal tedavisinde, dentin aşırı duyarlılığında ve direk restoratif materyallerin içerisine ilave edilerek de (dental adeziv, cam iyonomer simanlar ve dental kompozitler gibi) kullanılabilmektedir.⁷⁷

Rezin içerikli biyoaktif restoratif materyaller incelendiğinde poliasit modifiye kompozit rezinler (kompomer) ve kompozit rezinler akla gelir. Üretiminden günümüze kadar geçen süre içerisinde kompozit rezinlerin geliştirilmesine yönelik tüm girişimlerde aslında estetik özelliğin ve aşınma direncinin artırılmasının yanı sıra polimerizasyon bütülmesinin azaltılması hedeflenmiştir. Kompozit rezinlerin birçok avantajı bulunmasına rağmen klinikte bizi zorlayan en büyük dezavantajı polimerizasyon bütülmesine bağlı sekonder çürük oluşumudur.⁷⁸ Geçmişten günümüze bu problemi çözmek için materyalin mekanik direncini bozmaksızın, kompozit rezinlere antimikrobiyal etki gösteren ve/veya remineralizasyona yardımcı içeriklerin eklenmesi denenmiş ve bu yolla biyoaktif nitelik kazandırılmaya çalışılmıştır.

Bu bağlamda, teknolojiye gelişmelerle birlikte smart kompozitler adı altında kendini onarabilen kompozit rezinler, ACP (Amorf Kalsiyum Fosfat) bazlı olanlar ve antimikrobiyal niteliklere sahip kompozit rezinler üretilmiştir. ACP bazlı kompozit rezinler oral kavitede kalsiyum ve fosfat salarak apatit oluşumunu tetikler fakat polimerizasyon bütülmesinin fazla olması ve mekanik özelliklerinin yetersiz olduğundan dolayı halen geliştirilmesi gereken materyallerdir.⁷⁹ Kompozit rezinlere ayrıca nanodüzeyde gümüş, biyoaktif cam ve klorheksidin katkılanması yapıldığı çalışmalar mevcuttur.^{80,81}

Gümüş ve klorheksidin nanopartiküllerin eklenmesinin biyofilm oluşumunu azaltmada önemli rol oynadığı gözlemlenmiştir.⁸²

İyon salabilen kompozit rezinler incelendiğinde Activa (Pulpdent Corp., MA, ABD) Cention N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) ve Surefil One (Dentsply Sirona, Versailles, Fransa) sıralanabilir. Bu kompozitler içerisinde biyoaktif sınıfa girebilen sadece Cention N ‘dir. Bir *in vitro* çalışma, Cention N ‘nin yüzeyinde apatit oluşturabildiğini ve böylece bir dental adeziv uygulanmadan kullanıldığında alttaki dentini remineralize edebildiğini bildirmiştir.⁸³ Cention N ve Surefil One materyallerinin karşılaştırılması bir çalışmada her iki malzemenin de, geliştirilmiş flor salınım kapasitesine sahip oldukları, bu sayede *in vitro* olarak iyi bir remineralizasyon potansiyeli gösterdikleri; bu sonuçlar neticesinde *in vivo* olarak tekrar eden çürük lezyonlarının önlenmesine yardımcı olabildikleri tespit edilmiştir.⁸⁴ *Streptococcus mutans* üzerine Activa ve bir cam iyonomer simanın antibakteriyel aktivitesinin değerlendirildiği bir *in vitro* çalışmada, cam iyonomer simanlarla karşılaştırıldığında belirgin bioaktivitesi ve daha iyi estetik ve mekanik özellikleri göz önüne alındığında, Activa’nın daha yüksek klinik performans sağlayabileceği ve dolayısıyla genel olarak daha geçerli bir seçenek olabileceği sonucuna varılmıştır.⁸⁵

Demineralize Dentinin Biyomimetik Remineralizasyonu

Mine dokusunda kavite oluşturmayaacak düzeyde kısmi mineral kaybı sonucu gelişen beyaz nokta lezyonları ve diş eti çekilmesini takiben kök yüzeyini kaplayan sement dokusunun aşınması sonucu ortaya çıkan dentin ekpozuna bağlı gözlemlenen dentin hassasiyeti, dental demineralizasyonun ilk belirtileri arasında yer almaktadır.⁸⁶ Dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan mevcut ürünler genel olarak (i) dişin merkezinde (pulp) bulunan sinirleri duyarısızlaştırma veya (ii) diş yüzeyinde katı (genellikle sentetik) kökelti oluşturarak sinirlerin dış ortamla bağlantısını kesmek ve bu sayede ağrı oluşumunu azaltmak üzere kategorize edilmiştir. Etki mekanizmaları açısından incelendiğinde, birinci grupta etken maddelerini sinirlerin uyarılabilirliğini azaltıcı potasyum tuzlarının (KNO₃) veya glutaraldehit gibi toksik etkilere sahip çapraz bağlayıcıların oluşturduğu; ağrı yatıştırıcı olarak da bilinen ürünler yer almaktadır.⁸⁷ Fakat bu tedavi yönteminde hassasiyet sonucu meydana gelen ağrılar hızlı bir şekilde anlık ortadan kalkmasına rağmen sinirlerin dış ortamla ilişkisi tamamen kesilmediği için kısa bir süre içerisinde ağrılar yeniden meydana gelir. İkinci kategoride dentin kanallarının ağız boşluğu ile bağlantısını kesmeyi amaçlayan sentetik mineral içerikli (oksalatlar, stronsiyum tuzları, biocamlar, arginin vb.) tedavi ürünleri bulunmaktadır.⁸⁸

Bu ürünler genel olarak dentin kanallarının girişini, içerdikleri sentetik mineral kristalleri ile fiziksel olarak bloke ederek birinci grupta bulunan ürünlere kıyasla yavaş, fakat daha uzun süreli bir etki göstermektedir.⁸⁹ İçerdikleri sentetik yapıdaki materyallerin doğal dentin dokusuyla uyumsuzluğundan kaynaklı bu ürünler de ağız dokularına başarılı şekilde entegre olamamaktadırlar. Diş dokularına benzer kimyasal ve fiziksel özellikte, doku yapısını ve fonksiyonunu yeniden oluşturabilecek mevcut ürünlere alternatif malzeme ve yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada, moleküler biyomimetik yaklaşımlar ile yürütülen çalışmalar mineralini kaybetmiş dental dokuların remineralizasyonu açısından oldukça umut vericidir.⁹⁰ Bu çalışmalarda kullanılan materyaller genellikle nanodüzye kullanılmaktadır.⁹¹

Bu güncel materyallere örnek olarak mezogözenekli silika nanopartikülleri (MSN), nanohidroksiapatit kristalleri, nanobiyocam, kalsiyum ve çinko içerikli nanopartiküller örnek verilebilir.⁹² Son çeyrek yüzyılda yapılan çalışmalar sonucunda hemen her diş dokusundan mineral oluşumunda görev alan proteinler izole edilmiş ve bu proteinlerin mineral oluşumundaki temel görevleri ortaya çıkarılmıştır.⁹³ Özellikle mine dokusunun sentezinden sorumlu olan amelogenin proteini üzerine çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Chu ve ark.⁹⁴ amelogenin bazlı bir peptidin başlangıç mine çürük lezyonları üzerindeki remineralizasyon etkinliğini *in vitro* olarak değerlendirmişler, peptit varlığında bant benzeri apatit kristallerinin hizalanmış demetlerinin oluştuğunu ve peptitin bir kalsiyum iyon taşıyıcısı olarak görev yapabileceği ve aynı zamanda düzenli kristal dizilerinin oluşmasına rehberlik edecek düzenleyici bir faktör olabileceği sonucuna varmışlardır. Peptit, minenin mekanik özelliklerini geri kazandırmak için düzenli mineral kristalleri oluşturma potansiyeline sahiptir.⁹⁵ Hayvan modeli deneyleri de dahil olmak üzere, erken mine çürüklerinin remineralizasyonunu destekleme işlevini doğrulamak için daha ileri çalışmalar yapılmalıdır. Amelogenin ve benzer işlevlere sahip diğer ekstraselüler matriks proteinleri, (enamelin, tuftelin, dentin sialoprotein, sement bağlanma proteini vb.) mineral kaybına bağlı gelişen ağız ve diş hastalıklarının tedavisinde etkili ajanlar olarak yer almaktadır.⁹⁶ Bahsedilen ekstraselüler matriks proteinlerin aktif bölgelerinden türetilen peptidlerin mineral oluşumunu kontrol etme konusunda, proteinlere karşı dayanıklılık ve de ulaşılabilirlik açısından güçlü bir alternatif olduğu söylenebilir.⁹⁷ Amelogenin proteininden türetilmiş peptitler (amelogenin- derived peptides) olarak adlandırılmış bu peptit dizilerinin kalsiyum ve fosfat iyonları varlığındaki katalitik (sentezlediği mineralin yapısı, miktarı, mineral oluşturma hızı vb.) ve mineral yüzeyine bağlanma özellikleri detaylı olarak incelenmiştir.⁹⁸ Bu çalışmalar sonucu oluşturulan ve sonrasında peptit mühendisliği yaklaşımları ile karakterize edilen sADP5 isimli peptidin mineral sentez hızı, oluşan mineralin yapısı ve kimyasal özellikleri açısından amelogenin proteinine oldukça yakınlık gösterdiği ortaya konulmuştur.⁹⁹ Moleküler biyomimetik prensipleri kullanılarak, geliştirilen proteinlerden türetilmiş mineral oluşturu peptitlerin doku yenilenmesi konusunda etkinliğini kanıtlamak amacıyla ekspoz olmuş insan dentini üzerinde, yapay tükürük ortamında Yücesoy ve ark.¹⁰⁰ tarafından mineralini kaybetmiş dentinin *in vitro* remineralizasyonu çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Remineralizasyon işleminin gerçekleştirilmesi için mineralini kaybetmiş dentin yüzeyi ilk olarak sADP5 peptiti ile muamele edilmiş, sonrasında kalsiyum ve fosfat içerikli yapay tükürük solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Peptit tedavisi sonucunda, mineralini kaybetmiş dentin yüzeyinde $2.1 \pm 0.4 \mu\text{m}$ kalınlığa ve tübül içerisinde yaklaşık olarak $10 \mu\text{m}$ penetrasyon derinliğine sahip, dentin ile benzer elementel içeriğinde bir mineral mikro- tabakası oluştuğu gösterilmiştir.

Sonuç olarak, moleküler biyomimetik ilkelerine dayanan biyomineralizasyon tekniklerindeki son ilerlemeleri keşfederek, dental dokulardaki demineralizasyon sorununa kalıcı bir çözüm bulunması amaçlanmaktadır.

İleri Madde Kayıplarında ve Koronal Yapının Şekillendirilmesinde Biyomimetik Yaklaşımlar

Günümüzde ileri madde kayıplarında neler yapılabileceği konusunda çok çeşitli tedavi seçenekleri mevcuttur. Kök kanal tedavili dişleri onarmak için kronlar, döküm onleyler, amalgam onleyler veya kompozitler kullanılabilir.¹⁰¹ Adeziv sistemlerin gelişime uğradığı son dönemlerde, kök kanal tedavili dişlerde, estetik direkt konservatif restorasyonların uygulanmasına olanak tanımıştır.¹⁰² Posterior bölge

yoğun çığneme kuvvetlerine maruz kaldığı için madde kaybı fazla olan vakalarda endikasyona bağlı olarak post ve fiber takviyeli kompozit materyaller kullanımı düşünülebilir.¹⁰³ Endodontik tedavili dişlerde geleneksel yaklaşım, endodontik tedavi sonrası post, kor ve krun uygulamasıdır. Post olarak döküm, metal ve fiber postlar kullanılmaktadır.

İndirekt onleyler gibi parsiyel restorasyonlar da bir diğer tedavi seçeneğidir, daha güçlü diş yapısını korurken zayıflamış tüberkülleri korumak için tam kronlara alternatif olarak önerilmiştir.¹⁰⁴ Adeziv diş hekimliğindeki önemli gelişmeler nedeniyle özellikle endodontik tedavi görmüş ve fazla madde kaybı olmayan dişlerin restorasyonu için güncellemeler yapılabilmektedir. Odak nokta kullanılacak postun türü değil, postun kendisinin yararı olmalıdır.¹⁰⁵ Endodontik tedavili dişlerde postların etkisi konusunda literatürde tutarlılık olmaması, daha biyomimetik alternatifler olan postsuz yaklaşımların yeni araştırmalarına yol açmıştır.¹⁰⁶ Endodontik tedavili dişlerin postsuz tedavisi için alternatif bir tedavi olan endokron uygulaması günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır.¹⁰⁷ Endokron, postsuz uygulama ve kron gibi yaklaşımlar ancak optimal ve güvenilir adezyon uygulaması ile mümkündür.

Biyomimetik açıdan biyolojik, mekanik, adeziv, fonksiyonel ve estetik parametreler arasındaki dengenin sağlanması için diş yapısının korunması oldukça önemlidir.¹⁰⁸ Posterior bölgede yapılan restoratif tedavilerin en temel amaçlarından biri doğru anatomiyi oluşturarak oklüzal stabiliteyi elde etmek ve böylece nöromusküler dengeyi sağlamak, sağlıklı bir çığneme fonksiyonunu yerine getirmektir.¹⁰⁹ Dolayısı ile restorasyonun dişin orijinal şeklini taklit edebilmesi, yani biyomimetik bir restorasyon olması önemlidir.

Günümüzde posterior bölgede kompozit rezinler ile biyomimetik prensiplere uygun restorasyon yapabilmek mümkündür. Dişin sadece oklüzal yüzeyini içine alan bir kompozit restorasyonda biyomimetik yaklaşıma en uygun yerleştirme tekniği Stamp tekniğidir.¹¹⁰ Bu teknikte preparasyon öncesi dişin oklüzal yüzeyinin ölçüsü alınarak oklüzal matris (Stamp) elde edilir. Bu sebeple tekniğin uygulanabilmesi için çürüğün dişin oklüzal yüzey anatomisini yıkıma uğratmamış olması gerekir. Stamp tekniği ile dişin doğal oklüzal anatomisini tamamiyle taklit eden bir restorasyon ortaya çıkar.¹¹⁰

Günümüzde kişisel kontak referanslar gözetilmeksizin geleneksel matrislerin kullanımı ve kompozit restorasyonların polimerizasyon büzülmesi sonucu hacimce küçülmesi kontaklarda sorun yaratmaktadır.¹¹¹ Son zamanlarda modern bölümlü matris sistemlerin yaygınlaşması özellikle kompozit rezinlerde karşılaşılan kontak sorunlarının çözümüne büyük katkılar sunmuştur. Bu matris sistemlerinde bantların aproksimal diş anatomisine göre şekillendirilmiş olması ve matris tutucusu olarak kullanılan halkaların etkin separasyon yapması, restorasyonlarda doğal dişin fizyolojik özelliklerine sahip kontaklar elde edilmesini sağlar, böylelikle doğal diş yapısına uygun ara yüzeyler oluşturulur.¹¹² Elimizde oklüzal yüzeye ait bir matris bulunmadığında, tüberkül fossa ilişkisini doğala en yakın olarak oluşturan biyomimetik tekniğin pizza tekniği olduğu iddia edilmektedir.¹¹³ Biyomimetik özelliği dışında bu teknikte 1. Sınıf kavitede polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak kavite duvarlarında oluşan yüksek stresin düştüğü ve 5 olan C faktörünün 1'e inerek ilave bir kazanım oluştuğu iddia edilmektedir.¹¹⁴

Sonuç

Diş hekimliğinde biyomimetik uygulamalar, remineralizasyon ve rejenerasyon tedavilerinden, biyoaktif ve biyomimetik dental materyallere kadar uzanmaktadır. Modern adeziv sistemler ve rezin esaslı restoratif materyallerdeki gelişmeler sayesinde, nano ve mikro ölçekte biyomaterial-doku etkileşiminin anlaşılması, restoratif materyallerin özelliklerinin (renk, morfoloji ve dayanıklılık gibi) doğal dişleri taklit edecek şekilde daha da geliştirilmesine yol açmıştır. Diş hekimliğinde biyomimetik yaklaşımların ana prensibi dişin tüm yapılarının fonksiyonel, biyolojik, mekanik ve estetik özellikleri açısından korunması, iyileşmenin ve doğal tamininin sağlanması ve doğal haline uygun şekilde restore edilmesidir. Doğal dişler için mine ve dentin dokularının farklı özelliklere sahip olması, buna karşın birbirleri arasında göstermiş oldukları mükemmel uyum ve bağlantı, bu dokuların tamir ve restorasyonunda dikkat edilmesi gereken faktörlerdir. Geleneksel yöntemlerle yapılan tedavilerde her olguda bu şartlar ideal olarak karşılanamayabilir. Bu nedenle restoratif diş hekimliğinde biyomateriallerin önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: SB (%25) HB (%35) SD(%40)
Veri Toplanması | Data Acquisition: SB (%40) HB (%35) SD (%25)
Makalenin Yazımı | Writing up: SB (%40) HB (%35) SD (%25)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: SB (%40) HB (%35) SD (%25)

KAYNAKLAR

- Paryani M, Bhojwani P. R, Ikhar A, Reche A, & Paul P. Evolution of Biomimetic Approaches for Regenerative and Restorative Dentistry. *Cureus*. 2023; 15(1).
- Jelinek R. *Biomimetics: A molecular perspective*: Walter de Gruyter. (2013).
- Nie Z, Zhang Y, Tang R, & Wang X. Biomimetic mineralization: An emerging organism engineering strategy for biomedical applications. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 2022; 232: 111815.
- Zan G, & Wu Q. Biomimetic and bioinspired synthesis of nanomaterials/nanostructures. *Advanced Materials*. 2016; 28(11): 2099-2147.
- Subramani K, & Ahmed W. (Eds.). *Nanobiomaterials in clinical dentistry*. William Andrew. (2012).
- Grohe B, & Mittler S. Advanced non-fluoride approaches to dental enamel remineralization: The next level in enamel repair management. *Biomaterials and Biosystems*. 2021; 4: 100029.
- Abou Neel E. A, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young A. M, & Mudera, V. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *International journal of nanomedicine*. 2016; 4743-4763.
- Lemos J. A, Palmer S. R, Zeng L, Wen Z. T, Kajfasz J. K, Freires I. A, & Brady L. J. The biology of *Streptococcus mutans*. *Microbiology spectrum*. 2019; 7(1): 1000-1128.
- West N. X, & Joiner A. Enamel mineral loss. *Journal of dentistry*. 2014; 42: S2-S11.
- Denis, M, Atlan A, Vennat E, Tirlot G, & Attal J. P. White defects on enamel: diagnosis and anatomopathology: two essential factors for proper treatment (part 1). *International orthodontics*. 2013; 11(2): 139-165.
- Daruch P. M, & Brizuela M. Remineralization of initial carious lesions. In *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing. (2023).
- Gevkaliuk N. O & Nazarenko I. V. Morphological structure of enamel caries in the dynamic process of demineralization and remineralization. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023; 14(3): 333-340.
- Baiju R. M & Thomas S. Nanotechnology for Oral Disease Prevention. In *Nanomaterials in Dental Medicine Singapore*. Springer Nature Singapore. 2023; pp. 51-73
- Enax J, Amaechi B. T, Farah R, Liu J. A, Schulze zur Wiesche E & Meyer F. (2023). Remineralization strategies for teeth with molar incisor hypomineralization (MIH): A literature review. *Dentistry Journal*. 2023; 11(3): 80.
- Singer L, Fouda A, & Bourauel C. Biomimetic approaches and materials in restorative and regenerative dentistry. *BMC Oral Health*. 2023; 23(1): 105.
- Malcangi G, Patano A, Morolla R, De Santis M, Piras F, Settanni V & Inchingolo A. M. Analysis of dental enamel remineralization: a systematic review of technique comparisons. *Bioengineering*. 2023; 10(4): 472.
- Gandolfi M. G, Taddei P, Zamparini F, Ottolenghi L, Polimeni A & Prati C. Dentine surface modification and remineralization induced by bioactive toothpastes. *International Journal of Dental Hygiene*. 2024; 22(3): 554-574.
- Malcangi G, Patano A, Morolla R, De Santis M, Piras F, Settanni V & Inchingolo A. M. Analysis of dental enamel remineralization: a systematic review of technique comparisons. *Bioengineering*. 2023; 10(4): 472.
- Xavier G. D, Thomas G, Jose S, Vivek V. J, Selvam K & Ramakrishnan, A. Comparative evaluation of remineralization potential of four different remineralization agents on human enamel: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. 2024; 27(1): 29-35.
- Zhang O. L, Niu J. Y, Yin I. X, Yu O. Y, Mei M. L & Chu C. H. Bioactive materials for caries management: A literature review. *Dentistry Journal*. 2023; 11(3): 59.
- Lubojanski A, Piesiak-Panczyszyn D, Zakrzewski W, Dobrzynski W, Szymonowicz M, Rybak Z & Dobrzynski M. The safety of fluoride compounds and their effect on the human body—A narrative review. *Materials*. 2023; 16(3): 1242.
- Ubolsa-Ard P, Sanon K, Hiraishi N, Sayed M, Sakamaki Y, Yiu C. K. Y & Shimada Y. Influence of surface pre-reacted glass-ionomer (S-PRG) filler eluate on collagen morphology, remineralization, and ultimate tensile strength of demineralized dentin. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2024; 150: 106295.
- Delikan E, Erturk-Avunduk A. T, Karatas O & Saçmacı Ş. Effect of topical fluoride applications on residual monomer release from resin-based restorative materials. *BMC Oral Health*. 2023; 23(1): 1.
- Hunwin K, Page G, Edgar M, Botana A, Armitage R, Bhogadia M & Grootveld M. Physicochemical properties, biological chemistry and mechanisms of action of caries-arresting diammine-silver (I) fluoride and silver (I)-fluoride solutions for clinical use: a critical review. *Frontiers in Oral Health*. 2024; 5.
- Bhat Y, Babaji P, Kamalaksharappa S. K, Chandrappa P. M & Ambareen Z. Silver Diamine Fluoride: A Literature Review. (2023).
- Ameen S. M. Natural Dentin Remineralizing Agents. *Natural Conservative Dentistry: An Alternative Approach to Solve Restorative Problems*. 2024; 59.
- Petersen P. E & Lennon M. A. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community dentistry and oral epidemiology*. 2004; 32(5): 319-321.
- König K. G. Role of fluoride toothpastes in a caries-preventive strategy. *Caries Research*. 1993; 27: 23-23.
- Villa O, Ramberg P, Fukui H, Emilson C. G, Papanikolaou G, Heijl L & Birkhed D. Interaction between chlorhexidine and fluoride in a mouthrinse solution—a 4-day and 6-week randomized clinical pilot study. *Clinical oral investigations*. 2018; 22: 1439-1448.
- Baik A, Alamoudi N, El-Housseiny A & Altuwirqi A. Fluoride varnishes for preventing occlusal dental caries: A review. *Dentistry journal*. 2021; 9(6): 64.
- Weyant R. J, Tracy S. L, Anselmo T. T, Beltrán-Aguilar E. D, Donly K. J, Frese W. A & on Scientific A.D.A.C. Topical fluoride for caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*. 2013; 144(11): 1279-1291.
- Bonetti D & Clarkson J. E. Fluoride varnish for caries prevention: efficacy and implementation. *Caries Research*. 2016; 50(Suppl. 1): 45-49.
- Kaur S, Bhola M, Bajaj N & Brar G. S. Neoteric Non-Fluoride Enamel Remineralization Systems: A Review. *Baba Farid University Dental Journal*. 2021; 11(1): 64-72.
- Zhang J, Mylonas P & Banerjee A. Mineralizing agents to manage early carious lesions. Part I: mode of action. *Dental Update*. 2023; 50(6): 490-497.
- Reynolds E. C. Calcium phosphate-based remineralization systems: scientific evidence? *Australian Dental Journal*. 2008; 53(3): 268-273.
- Divyapriya G. K, Yavagal P. C & Veeresh D. J. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate in dentistry: An update. *International Journal of Oral Health Sciences*. 2016; 6(1): 18-25.
- Hsu S. M, Alsafadi M, Vasconez C, Fares C, Craciun V, O'Neill E & Esquivel-Upshaw J. Qualitative analysis of remineralization capabilities of bioactive glass (NovaMin) and fluoride on hydroxyapatite (HA) discs: an in vitro study. *Materials*. 2021; 14(14): 3813.
- Khijmatgar S, Reddy U, John S, Badavannavar A. N, Souza T. D. Is there evidence for Novamin application in remineralization? A systematic review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2021; 10(2): 87-92.
- Niu L. N, Zhang W, Pashley D. H, Breschi L, Mao J, Chen J. H & Tay F. R. Biomimetic remineralization of dentin. *Dental materials*. 2014; 30(1): 77-96.
- Ivanisenko Y, Darbandi A, Dasgupta S, Kruk R & Hahn H. Bulk Nanostructured Materials: Non-Mechanical Synthesis. *Advanced Engineering Materials*. 2010; 12(8): 666-676.
- Priya G. B, Archana P, Kumari V & Balaji S. Nanobiomaterials in Preventive AND Restorative Dentistry-A Review. *Journal of Coastal Life Medicine*. 2023; 11: 3037-3045.
- Bordea I. R, Candrea S, Alexescu G. T, Bran S, Băciut M, Băciut G & Todea D. A. Nano-hydroxyapatite use in dentistry: A systematic review. *Drug metabolism reviews*. 2020; 52(2): 319-332.
- Yousefi A. M, Oudadesse H, Akbarzadeh R, Wers E & Lucas-Girot A. Physical and biological characteristics of nanohydroxyapatite and bioactive glasses used for bone tissue engineering. *Nanotechnology Reviews*. 2014; 3(6): 527-552.
- Pupilli F, Ruffini A, Dapporto M, Tavoni M, Tampieri A & Sprio S. Design strategies and biomimetic approaches for calcium

45. Vano M, Derchi G, Barone A & Covani U. Effectiveness of nano-hydroxyapatite toothpaste in reducing dentin hypersensitivity: A double-blind randomized controlled trial. *Quintessence international*. 2014; 45(8).
46. Kalra D. D, Kalra R. D, Kini P. V & Prabhu C. A. Nonfluoride remineralization: An evidence-based review of contemporary technologies. *J Dent Allied Sci*. 2014; 3(1): 24-33.
47. Nagmode D. P, Gundap D. G, Abraham D. S. & Lokhande D. N. Novel remineralizing agents in tooth repair: A review. *Indian Journal of Clinical Research in Dentistry*. 2022; 3(1): 1-6.
48. Lin Y, Chen J, Zhou X & Li Y. Inhibition of *Streptococcus mutans* biofilm formation by strategies targeting the metabolism of exopolysaccharides. *Critical Reviews in Microbiology*. 2021; 47(5): 667-677.
49. Ly K. A, Milgrom P & Rothen M. Xylitol, sweeteners, and dental caries. *Pediatric Dentistry*. 2006; 28(2): 154-163.
50. Banerjee P. Evaluation of Microleakage, Shear Bond Strength and Resin Tag Formation Following the Use of Natural Collagen Cross Linker, Grape Seed Extract on Primary Molars: An in Vitro Study (Master's thesis, Rajiv Gandhi University of Health Sciences (India)). (2020).
51. Hamed I, Özogul F & Regenstein J. M. Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review. *Trends in food science & technology*. 2016; 48: 40-50.
52. Liu X, Wu Y, Zhao X & Wang Z. Fabrication and applications of bioactive chitosan-based organic-inorganic hybrid materials: A review. *Carbohydrate Polymers*. 2021; 267: 118179.
53. Salama A. Recent progress in preparation and applications of chitosan/calcium phosphate composite materials. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021; 178: 240-252.
54. Nimbeni S. B, Nimbeni B. S. & Divakar D. D. Role of chitosan in remineralization of enamel and dentin: A systematic review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2021; 14(4): 562.
55. Ho C. C & Ding S. J. Structure, properties and applications of mussel-inspired polydopamine. *Journal of biomedical nanotechnology*. 2014; 10(10): 3063-3084.
56. AlShehri A. M, Kamocki K, Viana Í. E. L, Scaramucci T, Hara A, Windsor L. J & Sochacki S. F. Effect of a modified adhesive system with encapsulated arginine and calcium carbonate on dentin permeability. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2023; 111(8): 1546-1556.
57. Yamashita J. M, Torres N. M, Moura-Grec P. G, Marsicano J. A, Sales-Peres A & Sales-Peres S. H. D. C. Role of arginine and fluoride in the prevention of eroded enamel: an in vitro model. *Australian Dental Journal*. 2013; 58(4): 478-482.
58. Orilisi G, Vitiello F, Notarstefano V, Furlani M, Riberti N, Monterubbianesi R & Putignano A. Multidisciplinary evaluation of the remineralization potential of three fluoride-based toothpastes on natural white spot lesions. *Clinical oral investigations*. 2023; 27(12): 7451-7462.
59. Badiie M, Jafari N, Fatemi S, Ameli N, Kasraei S & Ebadifar A. Comparison of the effects of toothpastes containing nano-hydroxyapatite and fluoride on white spot lesions in orthodontic patients: A randomized clinical trial. *Dental Research Journal*. 2020; 17(5): 354-359.
60. Silva V. M, Massaro C, Buzalaf M. A. R, Janson G & Garib D. Prevention of non-cavitated lesions with fluoride and xylitol varnishes during orthodontic treatment: A randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*. 2021; 25: 3421-3430.
61. Kau C. H, Wang J, Palombini A, Abou-Kheir N & Christou T. Effect of fluoride dentifrices on white spot lesions during orthodontic treatment: a randomized trial. *The Angle Orthodontist*. 2019; 89(3): 365-371.
62. Kirkham J, Firth A, Vernals D, Boden N, Robinson C, Shore R. C & Aggeli A. Self-assembling peptide scaffolds promote enamel remineralization. *Journal of Dental Research*. 2007; 86(5): 426-430.
63. Zafar M. S, Amin F, Fareed M. A, Ghabbani H, Riaz S, Khurshid Z & Kumar N. Biomimetic aspects of restorative dentistry biomaterials. *Biomimetics*. 2020; 5(3): 34.
64. Almuhaiza M. Glass-ionomer cements in restorative dentistry: A critical appraisal. *J Contemp Dent Pract*. 2016; 17(4): 331-336.
65. Lohbauer U. Dental glass ionomer cements as permanent filling materials?—Properties, limitations future trends. *Materials*. 2009; 3(1): 76-96.
66. Mohammed N. Y, Sharaf A. A, Talaat D. M & Hanafi S. A. Evaluation of shear bond strength of nanoparticles glass carborner and high viscosity glass ionomer in primary teeth dentin (in vitro study). *Alexandria Dental Journal*. 2018; 43(1): 17-21.
67. Menezes-Silva R, Cabral R. N, Pascotto R. C, Borges A. F. S, Martins C. C, Navarro M. F. D. L & Leal S. C. Mechanical and optical properties of conventional restorative glass-ionomer cements—a systematic review. *Journal of Applied Oral Science*. 2019; 27: e2018357.
68. Colceriu Burtea L, Prejmerean C, Prodan D, Baldea I, Vlassa M, Filip M & Ambrosie I. New pre-reacted glass containing dental composites (giomers) with improved fluoride release and biocompatibility. *Materials*. 2019; 12(23): 4021.
69. Dhull K. S & Nandlal B. Comparative evaluation of fluoride release from PRG-composites and compomer on application of topical fluoride: An in-vitro: study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2009; 27(1): 27-32.
70. Dhull K. S & Nandlal B. Effect of low-concentration daily topical fluoride application on fluoride release of giomer and compomer: An: in vitro: study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2011; 29(1): 39-45.
71. Pantulap U, Arango-Ospina M & Boccaccini A. R. Bioactive glasses incorporating less-common ions to improve biological and physical properties. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2022; 33: 1-41.
72. Simila H. O & Boccaccini A. R. Sol-gel bioactive glass containing biomaterials for restorative dentistry: A review. *Dental Materials*. 2022; 38(5): 725-747.
73. Bairo F, Hamzehlou S & Kargozar S. Bioactive glasses: where are we and where are we going? *Journal of functional biomaterials*. 2018; 9(1): 25.
74. Skallefold H. E, Rokaya D, Khurshid Z & Zafar M. S. Bioactive glass applications in dentistry. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019; 20(23): 5960.
75. Nedeljkovic I, Teughels W, De Munck J, Van Meerbeek B & Van Landuyt K. L. Is secondary caries with composites a material-based problem? *Dental Materials*. 2015; 31(11): e247-e277.
76. Khan A. S. & Syed M. R. A review of bioceramics-based dental restorative materials. *Dental Materials Journal*. 2019; 38(2): 163-176.
77. Noronha V. T, Paula A. J, Durán G, Galembeck A, Cogo-Müller K, Franz-Montan M & Durán N. Silver nanoparticles in dentistry. *Dental Materials*. 2017; 33(10): 1110-1126.
78. Carvalho S. M, Moreira C. D, Oliveira A. C. X, Oliveira A. A, Lemos E. M & Pereira M. M. Bioactive glass nanoparticles for periodontal regeneration and applications in dentistry. *Nanobiomaterials in clinical dentistry*. Elsevier. 2019; 351-383.
79. Tülü G, Kaya B. Ü, Çetin E. S & Köle M. Antibacterial effect of silver nanoparticles mixed with calcium hydroxide or chlorhexidine on multispecies biofilms. *Odontology*. 2021; 109(4): 802-811.
80. Şarameţ V, Meleşcanu-Imre M, Țăncu A. M. C, Albu C. C, Ripszky-Totan A & Pantea M. Molecular interactions between saliva and dental composites resins: A way forward. *Materials*. 2021; 14(10): 2537.
81. Abouelleil H, Attik N, Chiriac R, Toche F, Ory A, Zayakh A & Pradelle-Plasse N. Comparative study of two bioactive dental materials. *Dental Materials*. 2024; 40(2): 297-306.
82. Conti G, Veneri F, Amadori F, Garzoni A, Majorana A & Bardellini E. Evaluation of antibacterial activity of a bioactive restorative material versus a Glass-Ionomer cement on *Streptococcus mutans*: in-vitro study. *Dentistry Journal*. 2023; 11(6): 149.
83. Porto I. C, Andrade A. K & Montes M. A. Diagnosis and treatment of dental hypersensitivity. *Journal of Oral Science*. 2009; 51(3): 323-332.
84. Trushkowsky R. D & Oquendo A. Treatment of dentin hypersensitivity. *Dental Clinics*. 2011; 55(3): 599-608.
85. Schmidlin P. R & Sahrman P. Current management of dentin hypersensitivity. *Clinical oral investigations*. 2013; 17: 55-59.
86. Mantzourani M & Sharma D. Dentine sensitivity: past, present and future. *Journal of dentistry*. 2013; 41: S3-S17.
87. Kumar I. L. S & Ramesh S. A Novel Biomimetic Approach in Re-Mineralizing Enamel and Dentine—A Review. *Biomedicine*. 2019; 39(4): 514-520.

88. Zafar M. S, Amin F, Fareed M. A, Ghabbani H, Riaz S, Khurshid Z & Kumar, N. Biomimetic aspects of restorative dentistry biomaterials. *Biomimetics*. 2020; 5(3): 34.<
89. Fang L, Zhou H, Cheng L, Wang Y, Liu F & Wang S. The application of mesoporous silica nanoparticles as a drug delivery vehicle in oral disease treatment. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2023; 13: 1124411.
90. White T. D & Folkens P. A. The human bone manual. Elsevier. (2005).
91. Chu J, Feng X, Guo H, Zhang T, Zhao H & Zhang Q. Remineralization efficacy of an amelogenin-based synthetic peptide on carious lesions. *Frontiers in physiology*. 2018; 9: 842.
92. Xu J, Shi H, Luo J, Yao H, Wang P, Li Z & Wei J. Advanced materials for enamel remineralization. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2022; 10: 985881.
93. Arzate H, Zeichner-David M & Mercado-Celis G. Cementum proteins: role in cementogenesis, biomineralization, periodontium formation and regeneration. *Periodontology 2000*. 2015; 67(1): 211-233.
94. Margolis H. C, Beniash E & Fowler C. E. Role of macromolecular assembly of enamel matrix proteins in enamel formation. *Journal of dental research*. 2006; 85(9): 775-793.
95. Fiorino A, Marturano A, Placella G, Staderini E, Domingo L. I, Cerulli G. G & Blasi P. Amelogenin-derived peptides in bone regeneration: A systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(17): 9224.
96. Baioumy Y. M. Deciphering pH Effects on the Peptide-guided Nucleation and Growth of Hydroxyapatite and Peptide-Ion Interactions for Dentin Hypersensitivity Treatment. University of Washington. (2020).
97. Yucesoy D. T, Fong H, Hamann J, Hall E, Dogan S & Sarikaya M. Biomimetic dentin repair: Amelogenin-derived peptide guides occlusion and peritubular mineralization of human teeth. *ACS Biomaterials Science & Engineering*. 2023; 9(3): 1486-1495.
98. Mannocci F & Cowie J. Restoration of endodontically treated teeth. *British dental journal*. 2014; 216(6): 341-346.
99. Mannocci F, Bitter K, Sauro S, Ferrari P, Austin R & Bhuva B. Present status and future directions: the restoration of root filled teeth. *International Endodontic Journal*. 2022; 55: 1059-1084.
100. Selvaraj H, Krithikadatta J, Shrivastava D, Onazi M. A. A, Algarni H.A, Munaga S & Srivastava K. C. Systematic review fracture resistance of endodontically treated posterior teeth restored with fiber reinforced composites-a systematic review. *BMC Oral Health*. 2023; 23(1): 566.
101. Almutairi W. M, Algarni M. A, Daabash M. D, Alturki Y. S, Aldosari M. M, Altamimi M. R & Alhezam A. Success and Current Practice of Direct Vs. Indirect Restorations After Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Annals of Dental Specialty*. 2023; 11(3-2023): 87-93.
102. Che S, Awang R. A, Adnan M. B. M, Ma X, Gao X & Ismail N. H. Restorative Strategies for Posterior Teeth Following Endodontic Treatment. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*. 2024; 15(2): 337.
103. Blum I. R. Restoration repair as a contemporary approach to tooth preservation: criteria for decision making and clinical recommendations. *Primary dental journal*. 2019; 8(1): 38-43.
104. Anwarullah A, Konagala R. K, Raju M. K, Lingam A. S & Varma, L. U. Endocrown-The Realm of Post-Free Endodontic Restorations. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*. 2021; 10(16): 1187-1191.
105. Upadhyay A, Pillai S, Khayambashi P, Sabri H, Lee K. T, Tarar M & Tran S. D. Biomimetic aspects of oral and dentofacial regeneration. *Biomimetics*. 2020; 5(4): 51.
106. Ahmad I. Protocols for predictable aesthetic dental restorations. John Wiley & Sons. (2008).
107. Manik K, Ikhar A, Patel A, Chandak M, Mahapatra J, Bhopatkar J & Bhojwani P. R. Effortless Precision: A Case Report on the Stamp Technique for Posterior Teeth. *Cureus*. 2024; 16(6).
108. Peskersoy C, Sener M, Gurses O. B, Erbil E & Turkun M. Evaluation of Proximal Contact Tightness and Contact Area of Posterior Composite Resin Restorations. *Applied Sciences*. 2024; 14(18): 8335.
109. Sayed S. S, Hassanien O. A. S. & Alsherbiney H. H. The influence of lateral pressure on sectional matrix in optimizing proximal contact tightness in class ii resin composite restoration: randomized clinical trial. *NeuroQuantology*. 2023; 21(6): 389.
110. Wijaya Y. H, Soesilo D, Rochyani L & Pangabdian, F. Direct composite restoration using stamp technique and pizza technique: A case report. (2020).
111. Nugroho J. J, Trilaksana A. C, Rovani C. A, Natsir N & Rahim F. Pizza Technique in Site 1 restoration in lower Second Molar Tooth: A case report. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2019; 12(2): 723-726.

Kök Kanal Tedavisi Yenilemelerinde Güncel Uygulamalar: Ultrasonik Uç Kullanımı

Current Applications in Root Canal Retreatment: Use of Ultrasonic Tip

Ayşenur KIZILTAŞ GÜL^a, Turan Mert HİSAR^a, Seniha Senem MIÇOOĞULLARI^a

^aEge Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, İzmir, Türkiye

^aEge University, Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, İzmir, Türkiye

ÖZ

Kök kanallarının bulunamaması, kök kanal şekillendirmesinin uygun yapılmaması, taşkın veya eksik kök kanal dolgusu, alet kırıkları, perforasyonlar, izolasyonun eksik yapılması gibi pek çok etken kök kanal tedavisinin başarısızlığına neden olabilir. Primer kök kanal tedavisinin başarılı olmadığı durumlarda ilk seçenek olarak cerrahi olmayan yeniden kök kanal tedavisi tercih edilmelidir. Yeniden kök kanal tedavisinin temel hedefi; kök kanalı içerisindeki dolgu materyallerini, kalıntıları ve mikroorganizmaları elimine ederek kök kanal sisteminin etkili bir şekilde temizlenmesi, yeniden şekillendirilmesi ve uygun şekilde doldurulmasını sağlamaktır. Yeniden kök kanal tedavilerinde kök kanal dolgusunun kök kanalından tamamen uzaklaştırılması tedavinin başarısı ile doğrudan ilişkilidir. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması için el eğeleri, döner eğeler, ultrasonikler, ısı ve çözücüler başlıca kullanılan yöntemlerdir. Gelişen teknoloji ile genellikle irrigasyon amacıyla kullanılan ultrasoniklerin; kök kanal preparasyonu, güta perkanın ultrasonik kondenzasyonu, kök ucu preparasyonu ve dolgu materyalinin yerleştirilmesi, kanal ağzlarının bulunması, kalsifiye kök kanallarının açılması, pulpa taşlarının uzaklaştırılması gibi kullanım alanlarının yanı sıra kök kanal tedavisi yenileme işlemlerinde kök kanalından kanal dolgu materyalini uzaklaştırmak için kullanılması da yeni bir yaklaşımdır. Günümüzde farklı materyal, aç, uzunluk ve kesme yönlerine sahip ultrasonik uçların üretilmesiyle uygulanan tedavilerin çeşitliliğinin ve başarı oranının arttığı görülmektedir. Bu derlemede kök kanal tedavisinin farklı aşamalarında ultrasonik uç kullanımı endikasyonları, kök kanal tedavisi yenilemelerinde ultrasonik uç kullanımı protokolleri ve sonuçları güncel çalışmalarla değerlendirilerek incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Ultrasonik uç, Yeniden kök kanal tedavisi, Kanal dolgu sökümü

Giriş

Kök kanal tedavilerinin (KKT'lerinin) temel hedefi; kök kanallarının üç boyutlu (3B) olarak temizlenmesi ve şekillendirilmesinin ardından hermetik olarak doldurularak enfeksiyonun önlenilmesidir.¹ Temizleme ve şekillendirme işlemlerinin sonrasında mikrosızıntı ve/veya kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların tamamen temizlenememesine bağlı olarak bakterilerin kök kanal boşluğuna tekrar kolonizasyonu meydana gelebilir. Bu durum KKT'nde başarısızlığa neden olabilir.² KKT'nin başarısız olduğu durumlarda cerrahi olmayan yeniden KKT, çekim gibi geri dönüşü olmayan uygulamalardan önce düşünülmelidir.³ Dişin çekilmesine bağlı olarak estetik ve fonksiyon kaybı meydana gelir ve diş kaybının ardından implant ya da protetik tedaviler gibi daha komplike ve maliyetli tedavilere ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca, hastaların özgüvenleri ve günlük yaşam aktiviteleri de etkilenebilmektedir.⁴ Bu sebeplerle implant tedavilerine ve diş çekimlerine gerek kalmadan hastaların kendi dişlerinin ağızda kalması isteği ve ihtiyacı ile başarısız vakalara yeniden KKT uygulanması hasta ve hekim açısından endodontik uygulamaların önemli bir parçası haline gelmiştir.⁵

Yeniden KKT'nin başlıca hedefi; kök kanalı içerisindeki dolgu materyallerini, kalıntıları ve mikroorganizmaları elimine ederek kök kanal sisteminin etkili bir şekilde temizlenmesi, yeniden şekillendirilmesi ve uygun şekilde doldurulmasını sağlamaktır.⁶⁻⁸ KKT başarısızlığının ana nedeninin kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların ve/veya toksik yan ürünlerinin olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle yeniden KKT'nin

ABSTRACT

Many factors such as unavailability of root canals, inadequate root canal shaping, incomplete or overflowing root canal filling, instrument fractures, perforations and incomplete isolation may cause root canal treatment to fail. In cases where primary root canal treatment fails, non-surgical root canal retreatment should be preferred as the first option. The main purpose of root canal retreatment is to ensure proper cleaning, reshaping and filling of the root canal system by removing canal filling materials, debris and microorganisms in the root canal. Complete removal of the root canal filling from the root canal in root canal retreatment applications is directly related to the success of the treatment. Various methods are used to remove the root canal filling, including hand instruments, heat, ultrasonics, rotary instruments and solvents. With the developing technology, ultrasonics, which are generally used for irrigation, are used for root canal preparation, ultrasonic condensation of gutta percha, root canal tip preparation and placement of filling material, finding canal orifices, opening calcified root canals, removal of pulp stones, as well as using it to remove root canal sealer in retreatment is a new approach. Nowadays, ultrasonic tips with different materials, angles, lengths and cutting directions have increased the diversity and success rate of treatments. In this review, indications for the use of ultrasonic tips in different stages of root canal treatment, protocols and results of ultrasonic tips in root canal retreatment will be examined by evaluating current studies.

Keywords: Ultrasonic tips, Retreatment, Root canal filling removal

başarılı olabilmesi için kök kanal sistemindeki kontaminasyon alanlarına erişebilmek önemlidir.⁹ Dentin tübülü gibi enfekte alanlara ulaşmak ve mikroorganizmaları elimine ederek kök kanal sisteminin uygun bir şekilde temizlenmesini sağlamak için önceki kök kanal dolgu materyalinin tamamen çıkarılması gerekmektedir.¹⁰ Çünkü kanal dolgu materyali ve güta perka, önceki tedaviden kalan mikroorganizmalara ve/veya nekrotik dokuya ulaşmasını engelleyerek tedavi sonrası gelişen periapikal lezyona neden olabilir. Kök kanal dolgu materyalinin tamamen uzaklaştırılmaması, kök kanal sisteminin yeterli mekanik ve kimyasal temizliğini engelleyebilir. Ayrıca, yeni uygulanan kanal dolgu materyali ile dentin yüzeyi arasında bir bariyer oluşturarak dolgu materyalinin donma reaksiyonlarını etkileyebilir. Tüm bu sebeplerle koronal ya da apikal mikrosızıntı artabilir.¹⁰

Yeniden KKT'lerinde farklı fiziksel/mechanik ve kimyasal yöntemler ile kök kanal dolgu materyali kök kanalından uzaklaştırılabilir. El ve döner eğeler, ultrasonikler, ısı ve çözücüler bu yöntemlerin başlıcalarıdır. Nikel titanyum döner eğeler KKT yenilemelerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Nikel titanyum döner eğelerin, kök kanal dolgu materyalinin sökümünde, el eğelerine göre kolay kullanımı, eğri kök kanallarında paslanmaz çelikten üretilen kanal eğelerinin neden olduğu problemlere sebebiyet vermeden kullanılabilmesi ve kök kanallarının temizlenmesinde el eğelerine göre daha iyi sonuçlar ortaya çıkarması, bu sistemlerin endodonti pratiğinde tercih edilmesine neden olur.¹¹

Gönderilme Tarihi/Received: 10 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 4 Ocak, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Kızıltaş Gül A, Hisar TM, Miçoğulları SS. Kök Kanal Tedavisi Yenilemelerinde Güncel Uygulamalar: Ultrasonik Uç Kullanımı. Selcuk Dent J 2025;12(1): 157-165 Doi: 10.15311/selcukdentj.1481781

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ayşenur KIZILTAŞ GÜL

E-mail: aysenur44kiziltas@hotmail.com

Doi: 10.15311/selcukdentj.1481781

Literatürde yeniden KKT uygulamalarında kanal dolgu sökümü için rutin olarak kullanılan tekniklerin hiçbirinin kanal duvarlarından kök kanal dolgu materyalini tamamen uzaklaştırmadığı gösterilmiştir.¹² Bu sebeplerle araştırmacılar farklı enstrüman ve metot arayışlarına yönelmişlerdir. Gelişen teknoloji ile birlikte genellikle irrigasyon amacıyla kullanılan ultrasoniklerin de KKT yenilemelerinde kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için kullanılması düşüncesi ortaya çıkmıştır.¹¹

Ultrasonik enerji, 20 kHz olan insan işitme aralığının üzerinde frekansa sahip olan bir ses enerjisidir. Ultrasonik ünitelerde kullanılan frekans aralığı, 25-40 kHz aralığındadır.¹³ Sonrasında 1-8 kHz aralığında çalışan daha düşük frekanslı ultrasonik el aletleri geliştirilmiştir.¹⁴⁻¹⁸ Bu ultrasonik el aletlerinin kesme gerilimleri daha düşüktür¹⁹ ve diş yüzeyinde daha az değişikliğe sebep olur.²⁰ Ultrasonik sistemlerin 2 temel yöntemi vardır;²¹⁻²³ (1) Manyetostriksiyon, bu yöntem elektromanyetik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürür. Üretilen ultrasonik üniteler, eliptik bir hareket ortaya çıkarmaktadır. Cerrahi olan veya olmayan endodontik tedavilerde kullanımı uygun değildir. (2) Piezoelektrik, bu yöntemde elektrik yükü ile boyut değiştiren kristalin bir yapı kullanılır. Bu kristalin yapının deformasyonu, ısı üretimi olmadan mekanik salınımına dönüştürülür. Ayrıca, piezoelektrik üniteler, 'piston benzeri' ileri-geri doğrusal hareketle çalışmaktadır ve bu hareket endodonti için ideal olmaktadır.²⁴

KKT'lerinde ultrasonik sistemlerin kullanılması düşüncesi 1957 yılında Richman ile ortaya konulmuştur. Sonrasında 'endosonik' terimini kullanan Martin ve Cunningham²⁵ kök kanallarında dezenfeksiyon ve preparasyon için ultrasonik kullanımı önermişlerdir.

Endodontide Ultrasoniklerin Kullanıldığı Durumlar

Kanallara Giriş Sağlanması, Pulpa Taşlarının Uzaklaştırılması ve Kalsifiye Kanalların Bulunması

Restoratif materyallerin yerleştirilmesi veya pulpotomi gibi uygulamalara bağlı olarak kanal ağzlarının sekonder dentin veya tersiyer dentin nedeniyle tıkanıp durumlarda, kanalların yerini belirlemek KKT'lerinde karşılaşılan zorluklardan biridir.²⁴ Gelişen sistemlerle birlikte ultrasoniklerin ve dental operasyon mikroskopunun (DOM'nun) birlikte kullanılmasının tedavilerdeki görünürlüğü arttırdığı, perforasyon gibi komplikasyonların olasılığını azalttığı ve tedavi süresini kısalttığı bildirilmiştir.²⁶ Ultrasonik uçların mikromotor gibi görüşü engelleyen başlığının olmaması sebebiyle kullanımı sırasında sağladığı görsel erişim ve kontrol edilebilirlik, bu cihazları özellikle ağız dişlerinin tedavisinde en kullanışlı araç haline getirmektedir.²⁶

Giriş kavitesinin düzenlenmesi veya kanal ağzlarının lokalizasyonu için ultrasonik elmas uçların kullanılması, pulpa odasının tabanına yakın dentin yapılarının optimum görünürlükle uzaklaştırılmasını sağlar. Ayrıca, ultrasonik uçlar pulpa odasındaki kalsifikasyonların kaldırılmasında etkili olurken, aynı zamanda giriş kavitesinin duvarlarına ve pulpa odasının tabanına zarar gelmesini önler. Ek olarak, ultrasonik uçlar kanal ağzlarının yerini belirlemek için bir DOM ile birlikte kullanıldığında, minimum dentin uzaklaştırarak aksesuar anatomik yapıların varlığı tespit edilebilir.²⁷

Camacho ve ark.²⁸ yaptıkları çalışmanın sonucunda, üst birinci molar dişlerde mesio-bukkal 2 (MB2) kanalının yerini belirlemek için en geçerli yöntemin, DOM ile kullanılan ultrasonik uçlarla selektif dentin uzaklaştırılması olduğunu ve bu yöntemle MB2 kök kanalının bulunabilirliğinde artış meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Kullanılacak ucun seçimi gerçekleştirilecek işleme bağlıdır. Kanal ağzlarına erişim sağlamak için yapılan preparasyon sırasında dentinin büyük oranda uzaklaştırılması için, uygun uzunlukta, kırılmaya dayanıklı, güçlü ve elmas kaplamaya sahip bir ultrasonik uç kullanımı önerilmektedir. Ancak, unutulmamalıdır ki ortograt endodontik tedavide kullanılan elmas kaplı ultrasonik uçlar, paslanmaz çelik olanlara göre daha yüksek kesme verimliliği göstermesine rağmen kırılma eğilimleri vardır. Bu nedenle kanal ağzları aranırken dikkatli olunmalıdır çünkü kontrolsüz kesme, pulpa odasının anatomisinde istenmeyen değişikliklere neden olabilir.²⁹

Kök Kanal Preparasyonu

1957 yılında Richman tarafından kök kanal preparasyonunda kullanılmak üzere ultrasonik cihazların tanıtılmasının ardından 1980'de de Martin ve ark.^{30,31} ultrasonik olarak etkinleştirilen K tipi kanal eğelerinin dentini kesme yeteneğini göstermiştir. Cunningham

ve Martin tarafından tasarlanan ticari bir ultrasonik ünite 1982'de piyasaya sürülmüş olup Barnett ve ark.^{32,33} ve Tronstad ve ark.³⁴ bu ultrasonik ünitenin endodontide kullanımını ilk bildiren kişilerdir. Birçok çalışma, ultrasonik veya sonik olarak hazırlanan dişlerin, el aletleriyle hazırlananlara kıyasla önemli ölçüde daha temiz kök kanallarına sahip olduğunu bildirmiştir.^{35,36} Çok sayıda çalışma, ultrasonik olarak etkinleştirilen eğelerin kesme verimliliği^{37,38}, bakteriler üzerindeki etkisi^{39,40}, kök kanal preparasyonunun özellikleri^{38,41,42}, eğelerin ve el aletlerinin mekanik ve teknik özellikleri ve klinik uygulamalar gibi farklı özelliklerini analiz etmiştir. Son yıllarda, kök kanallarının preparasyonunda ultrasonik uçların döner eğelere ek yöntem olarak kullanılmasının kök kanalında temizlenen alanlara etkisinin araştırıldığı iki farklı çalışmada da Flatsonic ultrasonik ucun kök kanalının temizlenen alan miktarını arttırdığı bildirilmiştir.^{43,44}

Kanal İçi Tıkanıklıkların Uzaklaştırılması (kırık eğeler, gümüş konlar ve postlar)

Klinisyenler kırık eğeler, postlar gibi kök ucuna erişimi engelleyen parçaların bulunduğu KKT görmüş dişlerle sıklıkla karşılaşmaktadır.³ Primer KKT'nin başarısız olduğu durumlarda cerrahi olmayan yeniden KKT'nin yapılabilmesi için bu engellerin uzaklaştırılarak kök ucuna erişimin sağlanması gerekir.⁴⁵ Bunları uzaklaştırmak için çok çeşitli yöntemler ve cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlardan biri de ultrasoniklerdir.

Ultrasonik aletlerle post çıkarmak için uygun şekilde tasarlanmış bir ultrasonik aletin en aktif distal ucu, enerji transferini maksimuma çıkarmak ve siman-post bağlantısının kopmasını sağlamak için post ile direkt temas halinde tutulur. Seçilen ultrasonik alete enerji verilir ve postun etrafında çevresel olarak ve açıkta kalan uzunluğu boyunca yukarı-aşağı hareket ettirilir. Ancak, bu işlemler sırasında ultrasonik enerjinin ısı açığa çıkaracağı unutulmamalıdır.³

Honda ve ark.⁴⁶ fiber postların ultrasonik uçlarla uzaklaştırılması ile ilgili yaptıkları çalışmada, fiber postların çıkarılması amaçlandığında ultrasonik uçların kullanımının uygun bir yaklaşım olduğunu bildirmişlerdir.

Ultrasoniklerle kırık ege çıkarma tekniği, kırık parçaya ultrasonik enerji iletilerek, kırık parçanın yerinden serbestleşmesiyle beraber kanaldan uzaklaştırılması mantığına dayanır.⁴⁷ Ultrasonikler kırık ege parçasını çıkarmak için ilk olarak spreaderlar, el eğeleri gibi kanal eğelerine enerji verilerek kullanılmıştır.⁴⁸ Günümüzde ise kırık ege çıkarmak için özel olarak üretilmiş farklı şekil ve boyutlara sahip ultrasonik uçlar üretilmiştir.

Ultrasonik teknikler ve DOM kombinasyonunun, kırık eğelerin kök kanallarından çıkarılmasında başarılı ve güvenli olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir.^{11,47,49} Madarati ve ark.⁵⁰ yaptıkları çalışmada ultrasoniklerle kırık ege uzaklaştırma tekniğinin hem endodonti uzmanları hem de genel diş hekimleri arasında popülaritesinin arttığını, araştırmaya katılan hekimlerin büyük çoğunluğunun (%84.6) ultrasonik tekniği tercih ettiğini bildirmişlerdir. Cujé ve ark.⁵¹ 170 diş üzerinde yaptıkları çalışmada kırık ege uzaklaştırmada ultrasonik tekniğin %95 başarı oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Terauchi ve ark.⁵² çalışmada, ultrasonikler kullanılarak kırık eğelerin %89.8'inin ortalama 221 saniyelik bir sürede çıkarıldığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuca bağlı olarak, DOM altında görülebilen kırık eğelerin ultrasoniklerle öngörülebilir bir şekilde çıkarılabileceğini bildirmişlerdir.

İrrigasyon Solüsyonlarının Aktivasyonu

İrrigasyon solüsyonlarının ultrasonik aktivasyonu şu anda en popüler irrigasyon aktivasyon yöntemidir.⁵³⁻⁵⁵ Ultrasonik enerji ile irrigasyon solüsyonunda, akustik dalgalanma ve kavitasyon oluşur.²⁴ Akustik dalgalanma, sıvının titreşim halinde olan bir ege etrafında girdap veya dairesel şekilde hızlı hareketi olarak tanımlanmaktadır. Kavitasyon ise bir sıvı içinde buhar kabarcığı oluşturulması veya önceden bulunan kabarcığın genişlemesi, kontraksiyonu ve/veya distorsiyonu olarak tanımlanmaktadır.⁵⁶

Literatürde ultrasonik enstrümantasyon (UI) ve pasif ultrasonik enstrümantasyon (PUI) olmak üzere 2 farklı ultrasonik irrigasyon tanımlanmıştır. Bunlardan birincisi irrigasyon ile eşzamanlı ultrasonik enstrümantasyon, ikincisi ise pasif ultrasonik enstrümantasyon adı verilen, irrigasyon sırasında enstrümantasyon olmadan uygulanan bir

yöntemdir. Ul sırasında eğer bilinçli olarak kök kanal duvarına temas ettirilse de kompleks kanal anatomisi sebebiyle Ul hiçbir zaman tüm duvarlara temas etmez. Bu nedenle yeterli dezenfeksiyon sağlanamaz ve kök kanal duvarları kontrolsüz olarak aşındırılabilir.¹⁴

Solüsyonun kök kanalının apikal ucuna ulaşması için ultrasonik ucun çalışma boyundan 2-3 mm uzağa yerleştirilmesi gerekir.⁵⁷ Bu alanda hem ultrasonik uca hem de engelsiz salınım hareketine yeterli alan mevcut olmalı, bu nedenle aktivasyon ancak kemomekanik hazırlık tamamlandıktan sonra gerçekleşmeli ve küçük boyutlu ultrasonik uçlar tercih edilmelidir. Ultrasonik aktivasyonun etkinliği, ultrason cihazının güç ayarına bağlıdır. Daha yüksek güç, daha yoğun akış ve daha iyi temizlemeyle sonuçlanır.⁵⁸ ancak eğer kırılması ve dentinin fazla kaldırılması⁵⁹ riskleri de dikkate alınmalıdır.

Çoğu üretici firma, irrigasyon aktivasyonu için mevcut maksimum gücün yaklaşık %30-50 aralığında kullanılmasını önermektedir. Irrigasyon solüsyonunun kısa sürelerle aralıklı aktivasyonu, arada bir şırınga ile taze solüsyonun verilmesiyle birlikte, sürekli aktivasyondan daha yaygın olarak kullanılmaktadır.⁶⁰ Salınımın tekrar tekrar başlatılmasının, aynı süre boyunca kesintisiz aktivasyona kıyasla temizleme etkinliğini ve aynı zamanda biyofilm uzaklaştırılmasını artırdığı bildirilmiştir.^{61,62} Aralıklı aktivasyon için en yaygın kullanılan protokol, 3 x 20 sn döngüdür ancak daha kısa protokoller de kullanılmaktadır (3 x 10 sn).⁶⁰

Son irrigasyon protokolü olarak ultrasonik irrigasyon ve geleneksel şırınga irrigasyonu uygulandığında kök apikal üçlüsünde kalan debris miktarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, ultrasonik irrigasyonun geleneksel şırınga irrigasyonuna göre kanalda daha az debris bıraktığı bildirilmiştir.⁶³ Diğer bir çalışmada⁶⁴ yine son irrigasyon sonrası kanal içinde kalan sert doku debris miktarı ölçülmüştür. Ultrasonik irrigasyon ile aktivasyon yönteminin şırınga irrigasyonu ve SAF (Self Adjusting File) sistemine göre kanalda önemli ölçüde daha az sert doku artığı bıraktığı görülmüştür.

Güta perkanın Ultrasonik Kondenzasyonu

Ultrasonik olarak aktive edilen spreaderlar, güta perkayı sıcak lateral kondenzasyon tekniği ile termoplastikleştirmek için kullanılmıştır. Doğrusal olarak titreşim yapan ve ısı açığa çıkaran, böylece güta perkayı termoplastikleştiren ultrasonik spreaderların, boşlukların azalmasına bağlı olarak kök kanal sisteminde daha homojen bir yapı sağladığı bildirilmiştir.⁶⁵

Periradiküler Cerrahide Kullanımı

Periradiküler cerrahi operasyonlarında kök ucu preparasyonu, apikal tıkaçın oluşturulmasında çok önemli bir adımdır. Amaç, cerrahi olarak kesilen kök ucunda, kök ucu dolgu materyalinin koyulabilmesi için boyutsal olarak yeterli bir boşluk oluşturmak ve aynı zamanda kök ucu yapılarına gereksiz zarar verilmesini önlemektir. İdeal kök ucu hazırlığı, dişin uzun eksen boyunca en az 3 mm derinliğe kadar hazırlanan sınıf I kavite olmalıdır.⁶⁶ Geriye kalan kanal sisteminin iyice temizlenmesi, mikroorganizmaları ve iritanları ortadan kaldıracak şekilde şekillendirilmesi durumunda cerrahi işlemin başarılı olma ihtimali yüksektir.⁶⁷

Kök ucu boşluğu oluşturulmasında geleneksel olarak, döner frezli bir mikromotor kullanılmaktadır.⁶⁴ Ancak, bu işlemler için özel olarak tasarlanmış ultrasonik uçların piyasaya sunulmasıyla beraber, modern endodontik cerrahi için oluşturulan kitlerde kök ucu preparasyonları için çoğunlukla ultrasonik uçlar bulunmaktadır.⁶⁸ Özellikle azı dişlerinin cerrahi uygulamalarında, ultrasonik aletler geleneksel frezlerle karşılaştırıldığında, ultrasoniklerin kök ucu preparasyonundaki üstünlüğünü destekleyen klinik kanıtlar ortaya çıkmaktadır.⁶⁹

Ultrasonik kök ucu hazırlama tekniklerinin geleneksel yöntemlere göre birçok avantajı vardır. Cerrahi olarak kesilen kök ucuna uygun erişim sağlamak için daha az kemik dokusu kaldırılır. Ultrasonik aletlerin gelişmiş kullanım kolaylığı sayesinde kök ucu perforasyonu riski azalır ve bunlara ek olarak, ultrasonik aletlerle yapılan kök ucu rezeksiyonlarında, kökün daha az açılı ile kesilmesine rağmen daha düz hatlı ve daha derin bir kavite preparasyonu elde edilir.^{70,71} Ultrasonik apikal preparasyon, tek başına frezlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha az smear tabakası oluşturduğu bildirilmiştir.⁷²

Düz cerrahi el aleti, eğimli kök rezeksiyonu ve genellikle retrograd

amalgam dolgusu kullanan geleneksel teknikler ortalama %59'luk bir başarı oranı göstermiştir.⁷³ Dental lupların, ultrasonik kök ucu preparasyonunun ve daha biyouyumlu dolgu materyallerinin kullanımının kümülatif başarıyı %86'ya çıkardığı bildirilmiştir.⁷⁴

Paslanmaz çelikten yapılmış farklı uzunluk ve çaplardaki uçlar dahil olmak üzere, kök ucu preparasyonu için farklı türde ultrasonik uçlar bulunmaktadır. Ultrasonik uçlar kaplamasız kullanılabildiği gibi elmas veya zirkonyum nitrit ile kaplanarak da kullanılabilir. Ultrasonik kök ucu hazırlığıyla ilgili tartışmalı bir konu, çatlak veya mikro çatlakların oluşumu ve bunun iyileşme başarısı üzerindeki etkileridir.^{75,76} Bazı çalışmalar^{20,77-79} bunun olası bir dezavantaj olabileceğini bildirirken bazıları da bu bulgulara karşı çıkarak yüksek bir mikro kırık prevalansı bildirilmemiştir.^{80,81} Ultrasonik ucun tipinin de (paslanmaz çelik, elmas kaplamalı veya zirkonyum nitrit kaplamalı), kök ucu preparasyonu sırasında kök ucunda meydana gelebilecek kırıkların sayısı veya türü üzerinde çok az etkisi olduğu gösteren çalışmalar bulunmaktadır.^{75,79,81}

Ultrasonik uçlarla kök ucu preparasyonu esnasında dikkat edilmesi gereken bir diğer durum, ucun kullanımı sırasında açığa çıkan ısı ve sıcaklık değişimidir. Tüm ultrasonik cerrahi uçlar irrigasyon altında kullanılmaktadır. Yeterli irrigasyon olmadan periradiküler dokularda ultrasonik cihazın kullanılması, dokularda aşırı sıcaklık artışına neden olur, ancak bu spesifik etki kök ucu preparasyonu sırasında gösterilememiştir.⁶⁶

Kök Kanal Tedavisi Yenilemelerinde Kullanımı

KKT yenilemelerinde ultrasonik enerji kullanımı, genellikle tedavinin son aşamasında tercih edilmektedir. Ultrasonik enerji kullanımının asıl amacı irrigasyon solüsyonunu aktifleştirerek daha fazla kök kanal dolgu materyalini uzaklaştırmaktır. Kök kanal dolgularının uzaklaştırılması ile ilgili yapılan çalışmalarda, resiprokasyon ve rotasyon sistemleri ile kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra uygulanan ultrasonik aktivasyon sayesinde daha temiz kanallar elde edildiği gösterilmiştir.⁸² Kök kanal patını uzaklaştırmak için EndoActivator, RinsEndo ve Canal Brush ile pasif ultrasonik irrigasyonun karşılaştırıldığı bir çalışmada⁸² pasif ultrasonik irrigasyonun diğer yöntemlere göre daha etkili olduğu bildirilmiştir. Irrigasyon aktivasyonunun kök kanal medikamentini kök kanalından uzaklaştırmaya etkisini değerlendiren bir çalışmada⁸³ pasif ultrasonik irrigasyonun geleneksel şırınga irrigasyonundan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Irrigasyon aktivasyonunda kullanılan uçlar dışında, kök kanal dolgu materyalini uzaklaştırılabilmek için KKT yenilemelerinde kullanmak üzere üretilmiş özel ultrasonik uçlar da mevcuttur. Bu ultrasonik uçların kök kanalında irrigasyon ile/veya irrigasyon olmadan kullanımı önerilmektedir. Irrigasyon olmadan uygulandığında güta perkayı yumuşatarak sökülmesini kolaylaştırmakta; irrigasyon ile kullanımı da dolgu materyalinin kök kanal sisteminde uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.^{7,83}

Günümüzde çeşitli tasarımlarda pek çok ultrasonik uç bulunmaktadır. Bu uçlar açılına göre tek açılı, çok açılı; uzunluklarına göre uzun, kısa; kesme yönlerine göre sadece ucu kesen, yandan kesen; üretildikleri materyale göre; paslanmaz çelik, titanyum alaşımı olarak sınıflandırılabilirler (Tablo 1). Ultrasonik uçların etkinliklerinin arttırmak için kaplama işlemi uygulanabilmektedir. Paslanmaz çelik uçlar elmas partiküllerle veya zirkonyum nitrit ile kaplanabilmektedir. Yeniden KKT için piyasaya sürülen bazı özel uçlar da vardır (Tablo 1).

Endodontide kullanılan uçlar; ET-20, ET-20D, ET-25, ET-25S, ET25L, ET18D (Satelec Acteon Products, Bordeaux, Fransa), E7, E8 (NSK, Nakanishi, Japonya), E4, E4D, E5, E5D (Woodpecker Medical Instrument Co, Guilin, Çin), E4D ve E7D (Eighteeth, Changzhou, Çin), R1 Clearsonic, R2 Flatsonic (Helse Ultrasonic, Santa Rosa de Viterbo, Brezilya) gibi KKT yenilemelerinde kullanılmak üzere özel üretilmiş uçlardan bazılarıdır.

Tablo 1. Endodontide kullanılan ultrasonik uçların sınıflandırılması

Açılarına göre	Tek açılı	
	Çok açılı	
Uzunluklarına göre	Uzun	
	Kısa	
Kesme yönlerine göre	Sadece ucu kesen	
	Lateralden kesen	
Yapıldıkları materyale göre	Paslanmaz çelik	
	Titanyum alaşım	
Yüzey kaplamasına göre	Kaplamasız	
	Elmas partikül kaplı	
	Zirkonyum nitrit kaplı	

ET-20, ET-20D, ET-25, ET-25S, ET25L, ET18D (Satelec Acteon);

ET20 ultrasonik uç, KKT yenilemelerinde kanal dolgu materyalinin, gümüş konların, kırık eğelerin çıkarılması ve smear tabakasının ve kalıntıların uzaklaştırılması için kullanılmaktadır (Resim 1). *ET20D ultrasonik uç*, diğer uçtan farklı olarak elmas kaplamaya sahiptir. Yeniden KKT sırasında koronal üçlüde bulunan sert materyallerin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır (Resim 2). *ET25 ultrasonik uç*, KKT yenileme işlemleri sırasında orta ve apikal üçlüde kullanılması önerilmektedir. Aynı zamanda kırık eğelerin kök kanalından uzaklaştırılmasında da etkilidir (Resim 3). Yapısı titanyum niyobyumdur. *ET25S ve ET25L ultrasonik uçları*, ET25 numaralı uç ile aynı yapıya sahiptir (Resimler 4 ve 5). Ancak, ET25S bu uçtan daha kısa; ET25L ise daha uzundur. Her 2 uç da yeniden KKT sırasında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. ET25S dişin koronal üçlüsünde ve

istmuslarda, ET25L ise düz kanallarda dişin apikal üçlü bölgesinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. *ET18D ultrasonik uç*, kalsifikasyonların ve kök kanal dolgu materyallerinin uzaklaştırılması için yeniden KKT işlemlerinde kullanılır ve bu uç elmas kaplıdır (Resim 6).



Resim 1. ET20 ultrasonik uç



Resim 2. ET20D ultrasonik uç



Resim 3. ET25 ultrasonik uç



Resim 4. ET25S ultrasonik uç



Resim 5. ET25L ultrasonik uç



Resim 6. ET18D ultrasonik uç

E7, E8 (NSK)

E7 ve E8 ultrasonik uçlar da KKT yenilemelerinde kök kanalından dolgu materyalinin uzaklaştırmak için kullanılır (Resimler 7 ve 8). E7 ultrasonik ucun uzunluğu 16 mm, E8 ultrasonik ucun uzunluğu 26 mm'dir.



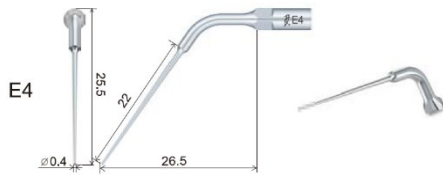
Resim 7. E7 ultrasonik uç (16 mm uzunluk)



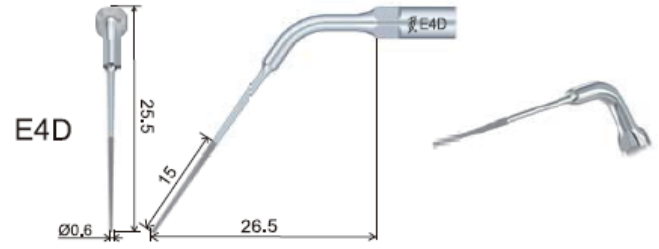
Resim 8. E8 ultrasonik uç (26 mm uzunluk)

E4, E4D, E5, E5D (Woodpecker)

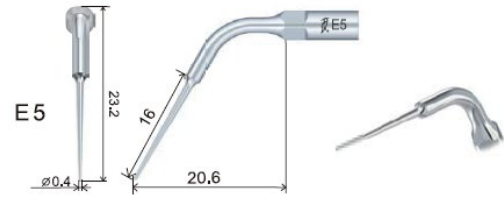
E4 ultrasonik uç, KKT yenilemelerinde dolgu materyalinin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır (**Resim 9**). Ultrasonik ucun uzunluğu 22 mm ve ucun çapı 0.4 mm'dir. **E4D ultrasonik uç,** KKT yenilemelerinde kök kanallarında bulunan dolgu materyallerini uzaklaştırmak için uygulanmaktadır (**Resim 10**). Elmas kaplı ucun uzunluğu 15 mm, ucun çapı 0.6 mm'dir ve 40 µm elmas kaplamaya sahiptir. **E5 ultrasonik uç,** KKT yenilemelerinde dolgu materyalinin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır (**Resim 11**). Ultrasonik ucun uzunluğu 16 mm, çapı 0.4 mm'dir. **E5D ultrasonik uç,** KKT yenileme işlemleri sırasında kalsifikasyonları ve kanal içerisindeki dolgu materyallerini uzaklaştırmak için kullanılmaktadır. Elmas kaplı ucun uzunluğu 10 mm, ucun çapı 0.6 mm'dir ve 40 µm elmas kaplamaya sahiptir (**Resim 12**).



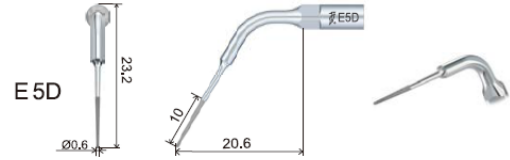
Resim 9. E4 (22mm uzunluk, paslanmaz çelik)



Resim 10. E4D (elmas uç uzunluğu 15 mm, elmas kaplı 40 µm)



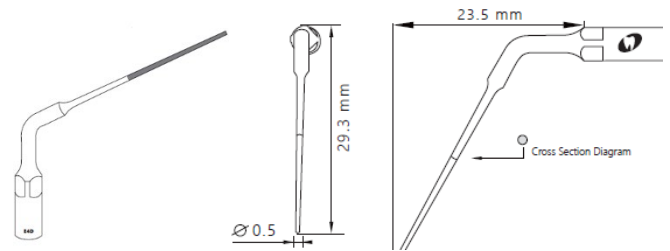
Resim 11. E5 (16 mm uzunluk, paslanmaz çelik)



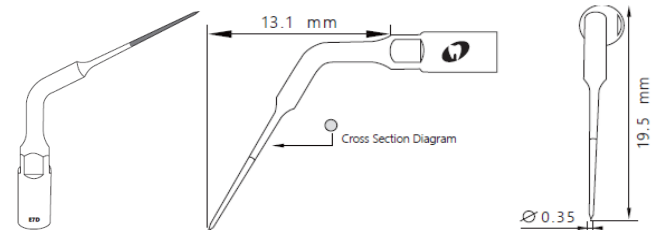
Resim 12. E5D (elmas uç uzunluğu 10mm, elmas kaplı 40 µm)

E4D ve E7D (Eighteenth)

E4D ultrasonik uç, KKT yenilemelerinde kök kanalındaki dolgu materyallerini uzaklaştırmak için kullanılmaktadır (**Resim 13**). Ultrasonik ucun çapı 0.5 mm'dir ve elmas kaplamaya sahiptir. **E7D ultrasonik uç** yeniden KKT sırasında kanal girişlerine erişimi sağlayabilmek için kalsifikasyonların ve dolgu materyallerinin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır (**Resim 14**). Ultrasonik ucun çapı 0.35 mm'dir ve elmas kaplamaya sahiptir. Resimde de görüldüğü üzere diğer ultrasonik uçlardan farklı olarak sivri bir uca sahiptir.



Resim 13. E4D ultrasonik uç (ultrasonik uç çapı 0.5 mm)



Resim 14. E7D ultrasonik uç (ultrasonik uç çapı 0.35 mm)

R1 Clearsonic, R2 Flatsonic (Helse Ultrasonic)

R1-Clearsonic ultrasonik uç paslanmaz çelikten yapılmış ok şeklinde bir kesit ve ISO boyutu 50 numaralı eğeye (0.5 mm) karşılık gelen bir çapa sahiptir (**Resim 15**). **R2- Flatsonic** paslanmaz çelikten yapılmıştır ve 0.25 mm uç çapına ve ok tasarımına sahiptir (**Resim 16**).



Resim 15. R1-Clearsonic ultrasonik uç (ultrasonik uç çapı 0.5 mm)



Resim 16. R2- Flatsonic ultrasonik uç (ultrasonik uç çapı 0.25 mm)

KKT Yenilemelerinde Ultrasonik Uçların Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Kasam & Mariswamy⁸⁴ çinko oksit öjenol (ZnOE) kullanarak 48 tane alt çene küçük azı dişine kök kanal dolumu uygulanmış; ultrasonik retreatment ucu (E-3, E-7), “safe sided” H tipi eğe, H tipi eğe, ProTaper Universal Retreatment eğesi (PTUR) ile KKT yenileme işlemi yapılmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Her bir diş ikiye bölünerek stereomikroskop altında incelenmiş ve ultrasonik ucun diğer gruplardan anlamlı ölçüde kök kanalından daha fazla materyal uzaklaştırdığı bildirilmiştir. Ultrasonik uç grubunu PTUR, H tipi eğe ve “safe sided” H tipi eğe ile söküm grupları izlemiştir.

Rivera-Peña ve ark.⁸⁵ 45 adet alt çene kesici dişlerinde, Sealer Plus (MK Life, Porto Alegre, Brezilya) ile kök kanal dolumu yapılan dişler 3 gruba ayrılmıştır. Yeniden KKT sırasında birinci grupta Reciproc eğe, ikinci grupta Reciproc eğe + Clearsonic uç, üçüncü grupta Clearsonic uç + Reciproc eğe ile söküm işlemleri tamamlanmıştır. Örneklerin dolum sonrası ve söküm sonrası mikro-ct (μ CT) taramaları karşılaştırılmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Üç grup karşılaştırıldığında söküm sonrası kök kanalında kalan en yüksek dolgu materyali kalıntısı birinci grupta (Reciproc eğe), en düşük ise 3. grupta (Clearsonic uç + Reciproc eğe) tespit edilmiştir. Dolgu materyalini uzaklaştırmak için Clearsonic ucun ve ardından Reciproc eğesinin kullanılması, kök kanalının tamamında ve apikal üçlüde en düşük dolgu materyali kalıntısı yüzdesiyle sonuçlanmıştır.

2019 yılında Agrawal ve ark.⁸⁶ çalışmasında 60 tane alt çene küçük azı dişine ZnOE ile kök kanal dolumu yapılmıştır. Kök kanal dolgu materyalini uzaklaştırmak için kök kanalına Mtwo retreatment eğesi, E-7 ultrasonik retreatment ucu ve R-Endo retreatment eğesi sistemleri uygulanmıştır. Dişler, uzunlamasına, bukkolingual yönde bir elmas separe ile ikiye bölünmüş ve kök kanal duvarlarında kalan dolgu materyalini görüntülemek için $\times 40$ büyütme bir stereomikroskop kullanılmıştır. Kök kanalında kalan en düşük dolgu materyali kalıntısının ultrasonik uç ile söküm grubunda olduğu bildirilmiştir. Ultrasonik uç grubunu Mtwo eğe ile söküm grubu ve R-Endo eğe ile söküm grubu izlemiştir.

Silva ve ark.⁸⁷ yaptıkları çalışmada 20 tane alt çene tek köklü diş AH Plus ile kök kanal dolumu uygulamıştır. Ardından tüm dişlere yeniden KKT başlanarak R25 kanal eğesi ve R40 kanal eğesi ile söküm işlemi yapılmıştır. Ek temizleme tekniklerinin, söküm sonrası kök kanalı içerisinde kalan dolgu materyali miktarına etkisinin araştırıldığı çalışmada, ek yöntem olarak R2-Clearsonic ultrasonik uç ve XP-Endo Finisher (FKG Dentaire) kullanılmıştır. Örnekler μ CT ile taranmıştır. Kanal eğesine ek olarak kullanılan tekniklerin kök kanal dolgu materyalini uzaklaştırmada etkili olduğu ancak kullanılan hiçbir tekniğin kök kanal dolgu materyalini kök kanalından tamamen uzaklaştırmadığı sonucuna varılmıştır.

Tavares ve ark.⁸⁸ KKT yenilemelerinde ultrasonik uçların kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada 12 çift kontralateral alt çene küçük azı dişine rezin bazlı (Sealer 26) kök kanal dolgu materyali ile dolum yapılmıştır. R50 kanal eğesi ile kök kanal patının sökümü sonrası bu yöntem ek olarak R1-Clearsonic ultrasonik uç ve XP-Endo Finisher kanal eğesi kullanılmıştır. Ardından μ CT ile görüntüleme sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda kanal eğesine ek olarak kullanılan tekniklerin kök kanal dolgu materyalini uzaklaştırmada etkili olduğu bildirilmiştir.

Crozeta ve ark.⁷ çalışmasında 28 tane alt çene büyük azı dişinin distal kökleri kullanılmıştır. Örnekler R40 kanal eğesi ile şekillendirilmiş ve ardından örnekler rezin esaslı kök kanal patı (AH Plus) ve biyoseramik esaslı kök kanal patı (BC Sealer) kullanılarak tek kon tekniği ile doldurulmuştur. R50 kanal eğesi ile kök kanal dolgu materyalinin sökümüne başlanmıştır. Kanal eğesi ile sökümün ardından kök kanallarında XP-Endo Finisher R kanal eğesi ve R2 Flatsonic ultrasonik uç kullanılmıştır. Değerlendirme için μ CT ile tarama sağlanmıştır. Çalışma sonucunda, kanal eğesi ile söküm işleminin ardından kullanılan ek tekniklerin kök kanal dolgu materyalinin miktarını azalttığı bildirilmiştir.

Son olarak 2024 yılında Santos-Junior ve ark.⁸³ yaptığı çalışmada 24 adet alt çene azı dişinin distal kökü Reciproc Blue R40 ile şekillendirilmiş ve dolum yapılmıştır. Ardından tüm dişler ilk olarak Reciproc Blue R40+Reciproc Blue R50 kanal eğesi kullanılarak sökümüştür. Ardından kök kanal patını kanaldan uzaklaştırmak için tüm örnekler R2-Flatsonic ultrasonik uç ve XP-Endo Finisher kanal eğesi uygulanmıştır. Değerlendirmede μ CT ile görüntüleme sağlanmıştır. Kök kanallarının yeniden tedavisinde Flatsonic ultrasonik uç ile XP-Endo Finisher kanal eğesi karşılaştırıldığında, ultrasonik ucun daha fazla miktarda kök kanal dolgu materyali uzaklaştırdığı bildirilmiştir. Ancak, her 2 ek yöntemde de apikal üçlüde benzer sonuçlar alınmıştır.

SONUÇ

Bu derleme sonuçlarından da görüldüğü üzere ultrasonik uçlar endodontik uygulamalarda geniş kullanım alanına ve avantajlarına sahiptir. Ultrasonik uçların kullanımı kök kanallarına erişimin sağlanması, kırık eğelerin kanaldan uzaklaştırılması, irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonu sayesinde daha yüksek etkilerin görülmesi gibi öngörülebilir sonuçlar ortaya koymuştur. KKT yenileme işlemlerinde kanal dolgu materyalinin kök kanalından tamamen uzaklaştırılamaması sorunu araştırmacıları yeni arayışlara yönlendirmiştir. Kanal patını uzaklaştırabilmek için farklı özelliklerde ultrasonik uçlar üretilmiştir ve bu uçların sayısı gün geçtikçe çoğalmaktadır. Sonuç olarak ultrasoniklerin ve uçlarının farklı tasarım ve özelliklerinin gelişmesi ile birlikte yeniden KKT'lerinin uygulama şekli değişmiş ve başarıları artmıştır. Ancak, ultrasonik uçların değerlendirildiği çalışmalar çoğunlukla *in vitro* niteliktedir. Söz konusu uçlarla yapılacak kapsamlı klinik çalışmalara ve onların uzun süreli takiplerine de ihtiyaç vardır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: AKG(%50) SSM(%50)

Veri Toplanması | Data Acquisition: AKG(%50) TMH(%50)

Veri Analizi | Data Analysis: AKG(%40) TMH(%40) SSM(%20)

Makalenin Yazımı | Writing up: AKG(%40) TMH(%30) SSM(%30)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: AKG(%40) TMH(%30) SSM(%30)

KAYNAKLAR

- Schilder H. Cleaning and Shaping the Root Canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269-296.
- Nair PNR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod.* 1990;16(12):580-588.
- Ruddle CJ. Nonsurgical Retreatment. *J Endod.* 2004;30(12):827-845.
- Davis DM, Fiske J, Scott B, Radford DR. The emotional effects of tooth loss in a group of partially dentate people: a quantitative study. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2001;9(2):53-57.
- Abbott P V. Analysis of a referral-based endodontic practice: Part 2. Treatment provided. *J Endod.* 1994;20(5):253-257.
- Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single- or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. *J Endod.* 2016;42(7):1114-1119.
- Crozeta BM, Lopes FC, Menezes Silva R, Silva-Sousa YTC, Moretti LF, Sousa-Neto MD. Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. *Clin Oral Investig.* 2021;25(3):891-899.
- Zuolo AS, Mello JE, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CES. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J.* 2013;46(10):947-953.
- Nair PN. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004;15(6):348-381.
- Grischke J, Müller-Heine A, Hülsmann M. The effect of four different irrigation systems in the removal of a root canal sealer. *Clin Oral Investig.* 2014;18(7):1845-1851.
- Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the Different Techniques to Remove Fractured Endodontic Instruments from Root Canal Systems. *Eur J Dent* 2009; 3:90-95.
- Ersev H, Yilmaz B, Dinçol ME, Dağlaroğlu R. The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *Int Endod J.* 2012;45(8):756-762.
- Stock CJ. Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int Dent J.* 1991;41(3):175-182.
- Ahmad M, Roy RA, Kamarudin AG, Safar M. The vibratory pattern of ultrasonic files driven piezoelectrically. *Int Endod J.* 1993;26(2):120-124.
- Lumley PJ, Walmsley AD, Marquis PM. Effect of air inlet ring opening on sonic handpiece performance. *J Dent.* 1994;22(6):376-379.
- Lloyd A, Jaunberzins A, Dummer PMH, Bryant S. Root-end cavity preparation using the MicroOmega Sonic Retro-prep Tip™. SEM analysis. *Int Endod J.* 1996;29(5):295-301.
- Von Arx T, Kurt B, Ilgenstein B, Hardt N. Preliminary results and analysis of a new set of sonic instruments for root-end cavity preparation. *Int Endod J.* 1998;31(1):32-38.
- Von Arx T, Kurt B. Root-end cavity preparation after apicoectomy using a new type of sonic and diamond-surfaced retrotip: a 1-year follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57(6):656-661.
- Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod.* 1987;13(10):490-499.
- Layton CA, Marshall JG, Morgan LA, Baumgartner JC. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation. *J Endod.* 1996;22(4):157-160.
- Walmsley AD. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int Endod J.* 1987;20(3):105-111.
- Lumley PJ, Walmsley AD, Laird WRE. An investigation into cavitation activity occurring in endosonic instrumentation. *J Dent.* 1988;16(3):120-122.
- Laird WRE, Walmsley AD. Ultrasound in dentistry. Part 1—biophysical interactions. *J Dent.* 1991;19(1):14-17.
- Plotino G, Pameijer CH, Maria Grande N, Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *J Endod.* 2007;33(2):81-95.
- Martin H, Cunningham W. Endosonic endodontics: the ultrasonic synergistic system. *Int Dent J.* 1984;34(3):198-203.
- Iqbal MK. Nonsurgical ultrasonic endodontic instruments. *Dent Clin North Am.* 2004;48(1):19-34.
- Chaniotis A, Ordinola-Zapata R. Present status and future directions: Management of curved and calcified root canals. *Int Endod J.* 2022;55(5):656-684.
- Camacho-Aparicio LA, Borges-Yáñez SA, Estrada D, Azcárraga M, Jiménez R, González-Plata-R R. Validity of the dental operating microscope and selective dentin removal with ultrasonic tips for locating the second mesiobuccal canal (MB2) in maxillary first molars: An in vivo study. *J Clin Exp Dent.* Published online 2022; 14(6): e471-e478.
- Lin YH, Mickel AK, Jones JJ, Montagnese TA, González AF. Evaluation of cutting efficiency of ultrasonic tips used in orthograde endodontic treatment. *J Endod.* 2006;32(4):359-361.
- Martin HACD, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR, Washington DC, Und Baltimore B. Ultrasonic versus Hand Filing of Dentin: A Quantitative Study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980a; 49:79-81
- Martin H, Cunningham WT, Norris JP, Washington DC, Bethesda B. A Quantitative Comparison of the Ability of Diamond and K-Type Files to Remove Dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980b; 50:566-568.
- Barnett F, Godick B, Tronstad L. Clinical suitability of a sonic vibratory endodontic instrument. *Dental Traumatology.* 1985;1(2):77-81.
- Barnett F, Trope M, Khoja M, Tronstad L. Bacteriologic status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation. *Dental Traumatology.* 1985;1(6):228-231.
- Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(2):69-76.
- Tang MPF, Stock CJR. The Effects of Hand, Sonic and Ultrasonic Instrumentation on the Shape of Curved Root Canals. *Int Endod J* 1989; 22:55- 63.
- Prati C, Selighini M, Ferrieri P, Mongiorgi R. Scanning electron microscopic evaluation of different endodontic procedures on dentin morphology of human teeth. *J Endod.* 1994;20(4):174-179.
- Gulabivala KP, Setchell DJ. A Comparison Of the Dentine-Removing Characteristics of Two Endosonic Units. *Int Endod J* 1993; 26:26 -36.
- Lumley PJ, Harrington E, Marquis PM, Walmsley AD. Intra-canal cutting ability of MM1500 files. *Int Endod J* 1996; 29:309 -314.
- Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA, Wilson RF, Kuala -. Effectiveness of Ultrasonic Files in the Disruption of Root Canal Bacteria. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;70: 328 -332.
- Rodrigues HH, Carlos J, Biffi G. A Histobacteriological Assessment of Nonvital Teeth after Ultrasonic Root Canal Instrumentation. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5:182-187.
- Briseño Marroquin B, Sobarzo-Navarro V, Devens S. The influence of different engine-driven, sound ultrasound systems and the Canal Master on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J.* 1993;26(3):190-197
- Torabinejad M, Linda L. Passive Step-Back Technique A Sequential Use of Ultrasonic and Hand Instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77:402-405.
- Santos-Junior AO, Tanomaru-Filho M, Pinto JC, Tavares KIMC, Pivoto-João MMB, Guerreiro-Tanomaru JM. New Ultrasonic Tip Decreases Uninstrumented Surface and Debris in Flattened Canals: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod.* 2020;46(11):1712-1718.
- Tavares KIMC, Pinto JC, Santos-Junior AO, Esteves Torres FF, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Combination of a new ultrasonic tip with rotary systems for the preparation of flattened root canals. *Restor Dent Endod.* 2021;46(4): e56.
- Fu M, Zhang Z, Hou B. Removal of broken files from root canals by using ultrasonic techniques combined with dental microscope: A retrospective analysis of treatment outcome. *J Endod.* 2011;37(5):619-622.
- Honda R, Pelepenko LE, Monteiro MF, et al. Fibre post removal using ultrasonic tips: A comparative in vitro study using different protocols. *Aust Endod J.* Published online October 28, 2024. doi:10.1111/aej.12898
- Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endod J.* 2005;38(2):112-123.
- Krell K V, Fuller MW, Scott GL. The Conservative Retrieval of Silver Cones in Difficult Cases Remocion de Los Conos de Plata En Casos Con Dificultades. Vol 10.; *J Endod.* 1984;10(6):269-273.

49. Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an Ultrasonic Technique to Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: An Experimental Study.; J Endod. 2003;29(11):756-763
50. Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJE. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intra-canal fracture of endodontic instruments. Part 2. Int Endod J. 2008;41(12):1079-1087.
51. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. Int Endod J. 2010;43(7):545-554.
52. Terauchi Y, Sexton C, Bakland LK, Bogen G. Factors Affecting the Removal Time of Separated Instruments. J Endod. 2021;47(8):1245-1252.
53. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among american association of endodontists members: A web-based survey. J Endod. 2012;38(1):37-40.
54. De Gregorio C, Arias A, Navarrete N, Cisneros R, Cohenca N. Differences in disinfection protocols for root canal treatments between general dentists and endodontists: A Web-based survey. Journal of the American Dental Association. 2015;146(7):536-543.
55. Willershausen I, Wolf TG, Schmidtman I, et al. Survey of root canal irrigating solutions used in dental practices within Germany. Int Endod J. 2015;48(7):654-660.
56. van Der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J. 2007;40(6):415-426.
57. Malki M, Verhaagen B, Jiang LM, et al. Irrigant flow beyond the insertion depth of an ultrasonically oscillating file in straight and curved root canals: Visualization and cleaning efficacy. J Endod. 2012;38(5):657-661.
58. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Zangrillo C, Cuckovic D, Van Der Sluis LWM. An evaluation of the effect of pulsed ultrasound on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. J Endod. 2010;36(11):1887-1891.
59. Retsas A, Kouroumis A, Tzimpoulas N, Boutsoukis C. Uncontrolled Removal of Dentin during In Vitro Ultrasonic Irrigant Activation in Curved Root Canals. J Endod. 2016;42(10):1545-1549.
60. Căpută PE, Retsas A, Kuijk L, Chávez de Paz LE, Boutsoukis C. Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. J Endod. 2019;45(1):31-44.e13.
61. van Der Sluis LWM, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. Int Endod J. 2006;39(6):472-476.
62. van der Sluis LWM, Vogels MPJM, Verhaagen B, Macedo R, Wesselink PR. Study on the Influence of Refreshment/Activation Cycles and Irrigants on Mechanical Cleaning Efficiency During Ultrasonic Activation of the Irrigant. J Endod. 2010;36(4):737-740.
63. Curtis TO, Sedgley CM. Comparison of a continuous ultrasonic irrigation device and conventional needle irrigation in the removal of root canal debris. J Endod. 2012;38(9):1261-1264.
64. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JFB, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. Int Endod J. 2017;50(4):398-406.
65. Deitch AK, Liewehr FR, West LA, Patton WR. A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. J Endod. 2002;28(9):665-667.
66. Berman LH, Hargreaves KM. Cohen's Pathways of the Pulp - 12th Edition 2020:1457-1464
67. Friedman S. Management of post-treatment endodontic disease: A current concept of case selection. Australian Endodontic Journal. 2000;26(3):104-109.
68. Setzer FC, Kratchman SI. Present status and future directions: Surgical endodontics. Int Endod J. 2022;55(5):1020-1058.
69. de Lange J, Putters T, Baas EM, van Ingen JM. Ultrasonic root-end preparation in apical surgery: a prospective randomized study. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology. 2007;104(6):841-845.
70. Mehlhaff DS, Marshall JG, Baumgartner JC. Comparison of ultrasonic and high-speed-bur root-end preparations using bilaterally matched teeth. J Endod. 1997;23(7):448-452.
71. Lin CP, Chou HG, Kuo JC, Lan WH. The quality of ultrasonic root-end preparation: A quantitative study. J Endod. 1998;24(10):666-670.
72. Gorman MC, Robert Steiman H, Gartner AH. Scanning electron microscopic evaluation of root-end preparations. J Endod. 1995;21(3):113-117.
73. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: A meta-analysis of the literature - Part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. J Endod. 2010;36(11):1757-1765.
74. Setzer FC, Kohli MR, Shah SB, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: A meta-analysis of the literature - Part 2: Comparison of endodontic microsurgical techniques with and without the use of higher magnification. J Endod. 2012;38(1):1-10.
75. Gondim E, De Almeida Gomes BPF, Ferraz CCR, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Effect of Sonic and Ultrasonic Retrograde Cavity Preparation on the Integrity of Root Apices of Freshly Extracted Human Teeth: Scanning Electron Microscopy Analysis. J Endod. 2002;28(9):646-650.
76. Taschieri S, Testori T, Francetti L, Del Fabbro M. Effects of ultrasonic root end preparation on resected root surfaces: SEM evaluation. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2004;98(5):611-618.
77. Lloyd A, Gutmann J, Dummer P, Newcombe R. Microleakage of Diaket and amalgam in root-end cavities prepared using MicroMega sonic retro-prep tips. Int Endod J. 1997;30(3):196-204.
78. Lin CP, Chou HG, Chen RS, Lan WH, Hsieh CC. Root deformation during root-end preparation. J Endod. 1999;25(10):668-671.
79. Brent PD, Morgan LA, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of diamond-coated ultrasonic instruments for root-end preparation. J Endod. 1999;25(10):672-675.
80. Navarre SW, Steiman HR. Root-End Fracture During Retropreparation: A Comparison Between Zirconium Nitride-Coated and Stainless Steel Microsurgical Ultrasonic Instruments. J Endod. 2002;28(4):330-332.
81. Ishikawa H, Sawada N, Kobayashi C, Suda H. Evaluation of root-end cavity preparation using ultrasonic retrotips. Int Endod J. 2003;36(9):586-590.
82. Xu X, Li Z, Jiang P, Zheng C, Dou L. Effect of conventional needle irrigation, passive ultrasonic irrigation, sonic irrigation and XP-endo finisher in removing intracanal Vitapex paste. Australian Endodontic Journal. 2023;49(S1):374-380.
83. Santos-Junior AO, Tavares KIMC, Pinto JC, Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Flatsonic Ultrasonic Tip Optimizes the Removal of Remaining Filling Material in Flattened Root Canals: A Micro-computed Tomographic Analysis. J Endod. 2024;50(5):612-618.
84. Kasam S, Mariswamy AB. Efficacy of different methods for removing root canal filling material in retreatment - An in-vitro study. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2016;10(6):ZC06-ZC10.
85. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, DE Andrade FB, Vivan RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. Braz Oral Res. 2018;32: e88.
86. Agrawal P, Ramanna PK, Arora S, Sivarajan S, Jayan A, Sangeetha KM. Evaluation of efficacy of different instrumentation for removal of gutta-percha and sealers in endodontic retreatment: An in vitro study. Journal of Contemporary Dental Practice. 2019;20(11):1269-1273.
87. Silva EJNL, de Lima CO, Barbosa AFA, Ferreira CM, Crozeta BM, Lopes RT. Efficacy of an arrow-shaped ultrasonic tip for the removal of residual root canal filling materials. Australian Endodontic Journal. 2021;47(3):467-473.
88. Tavares SJO, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, et al. Supplementing filling material removal with XP-Endo Finisher R or R1-Clearsonic ultrasonic insert during retreatment of oval canals from contralateral teeth. Australian Endodontic Journal. 2021;47(2):188-194.

Gummy Smile Etiology and Treatment Options

Gummy Smile Etiyoloji ve Tedavi Seçenekleri

Esma Kezban AKDAŞ^a 

^aLokman Hekim University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Ankara, Türkiye

^aLokman Hekim Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Ankara, Türkiye

ABSTRACT

A beautiful smile is associated with charm and sympathy. Esthetic expectations have become as important as ensuring a healthy, functional dentition in dentistry. When performing a smile analysis, the position of the upper lip and gingival displacement should be evaluated along with other components of the smile. Excessive gingival display (gummy smile) is one of the conditions that affect the esthetics of the smile negatively. This review aims to evaluate the etiology and treatment options of gummy smile with existing literature information.

Keywords: Excessive gingival display, Gummy smile, Smile evaluation

ÖZ

Güzel gülümseme çekicilik ve sempati ile ilişkilendirilmektedir. Diş hekimliğinde estetik beklentiler, sağlıklı ve fonksiyonel bir dentisyonun sağlanması kadar önemli bir konuma gelmiştir. Gülme analizi yapılırken gülmenin diğer bileşenleriyle beraber üst dudağın konumu ve diş eti görünürlüğü de değerlendirilmelidir. Artmış diş eti görünürlüğü (gummy smile) gülme estetiğini olumsuz etkileyen durumlardan biridir. Bu derlemenin amacı gummy smile etiyojisini ve tedavi yöntemlerini mevcut literatür bilgileriyle değerlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Artmış diş eti görünürlüğü, Gummy smile, Gülme analizi

Introduction

Since ancient societies and cultures up to the present day, the importance of facial esthetics and physical attractiveness has always been significant ¹. Since the esthetic concept is subjective, defining objective criteria for evaluating beauty is challenging. The face is the key factor in a person's physical attractiveness. In studies evaluating facial photographs, it was noted that the eyes and mouth attract the most attention. The reason for this is the mobility of tissues and the presence of color contrasts ². Therefore, the smile is an important element in facial esthetics. In dentistry, esthetic expectations have become as important as achieving a healthy and functional dentition. Studies showed that attractive adults and children exhibit more positive behaviors. They are more confident, dominant, and have less anxiety ^{3,4}. A beautiful smile is associated with attractiveness and sympathy. A smile is extremely important in social relationships ^{5,6}.

A smile is one of the most important facial expressions that occur with the contraction of facial muscles. Smile is not a facial movement that can be categorized in a single category. Emotional and non-emotional facial activities originate from different areas of the brain and the brain uses different motor areas for these activities. From this perspective, there are two types of smile types. The posed smile (social smile) is repeatable and static. It is a smile that is made for greetings without any effort and is not related to emotions. The unposed smile (spontaneous smile) is related to emotions and is made unconsciously. It is dynamic and difficult to repeat ^{7,9}. Smile is defined in two stages. In Stage 1, the levator muscles contract and lift the upper lip until they encounter resistance from the fat in the nasolabial fold. In Stage 2, the muscles lift the upper lip and cheek, overcoming the resistance from the nasolabial fold, and the area around the eyes becomes wrinkled ^{10,11}. Ackerman et. al ⁹ stated that stage 1 is a social smile and stage 2 is a spontaneous smile.

Smile analysis is an important part of orthodontic diagnosis and treatment planning. Smile analysis is a static and dynamic process. Clinical examination, biometric measurements, and patient photographs are evaluated together for diagnosis. The social smile is the smile used in photographs because it is repeatable. The video method is also used for evaluation by recording speech, social smile, spontaneous smile, and rest position ¹²⁻¹⁶. Facial examination is the first part of smile analysis. Facial proportions and asymmetry should be evaluated. Each patient has different skeletal and muscular characteristics. Nasal projection,

skeletal relationships of the jaws, muscular characteristics, and width and length of the lips affect the smile zone. The framework of the smile zone is formed by the lower and upper lips ^{10,17-19}.

Evaluation of the three-dimensional components of the smile is necessary. The fourth dimension that should be evaluated is the changes that will occur over time. Smile evaluation is performed in the frontal, sagittal and oblique dimensions. In the frontal dimension, the vertical (tooth-gingival display, smile line) and transverse characteristics (buccal corridor, arch form, presence of transverse cant) of the smile are evaluated. In the oblique dimension, palatal plane orientation and smile arc are evaluated. In the sagittal dimension, incisor inclinations and overjet are evaluated. The changes that occur over time are as follows: increased length of the philtrum and commissure, decreased incisor display at rest, decreased gingival and incisor display during smile, and decreased tissue elasticity ¹³⁻¹⁵. The lower and upper lips form the framework of the smile. Along with this framework, teeth and gingival tissue constitute the components of the smile. The components of an ideal smile include smile arc, buccal corridor, display of teeth and gingiva, symmetry in dentition, dental midlines, incisor inclinations, and positions, proportions of the upper anterior teeth relative to each other, contact points, embrasures, and gingival esthetics. None of these factors should be evaluated separately. They should all be symmetric and harmonious. ^{4,18,20,21}.

The smile line indicates the position of the upper lip in relation to the upper teeth and the gingiva during a smile ²²⁻²⁴. Tjan et. al ²³ have divided smile into three categories: low, medium, and high. A low smile is when less than 75% of the upper anterior teeth are exposed during a smile. A medium smile is when interproximal gingiva and 75-100% of the anterior teeth are exposed during a smile. A high smile is when all of the upper anterior teeth are exposed, along with some gingiva (Figure 1). A gummy smile is an excessive display of the upper gingiva during a smile ¹⁶. Peck et al. ¹⁶ stated that the prevalence of patients with more than 2 mm of the gingival display was 26%. Tjan et al. (24) reported that a high smile line was observed in 7% of men and 14% of women in their study. A higher smile line is a characteristic of women. A display of 4 mm or more of gingiva is associated with low esthetic scores. A display of 1-3 mm of gingiva is considered acceptable ²⁵⁻²⁷. In patients with gingival display during a smile, the contour, level, and health of the gingiva are important for smile esthetics. There should be harmony between the gingiva in the anterior and posterior regions ²⁸.

Gönderilme Tarihi/Received: 2 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 6 Eylül, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Akdaş EK. Gummy Smile Etiology and Treatment Options. Selcuk Dent J 2025;12(1): 166-171 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1470181](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1470181)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Esma Kezban AKDAŞ

E-mail: esmakdas@gmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1470181](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1470181)



Figure 1. A. High smile B. Medium smile C. Low smile ⁴

In a spontaneous smile, the smile line is, on average, 1 mm more high in the anterior region and 1.5 mm more high in the posterior region compared to a social smile. Moreover, the width between the commissures and therefore the number of visible teeth are also higher. Especially in patients with a gummy smile, the activity of the muscles that lift the upper lip upward is greater than in patients with an average smile ²⁹. A social smile is influenced by the patient's social experiences, emotional background, and embarrassment over the appearance of their smile. Patients use their lips, hands, and head position to mask their smile, resulting in an unnatural smile ²²⁻²⁴.

A study evaluated 228 patients with more than 2 mm of gingival display during a social smile. The patients' ages ranged from 12 to 16. Four types of gummy smiles were observed: Type 1, characterized by a continuous band of gingiva; was observed in 88% of patients. Type 2, representing a gummy smile in the posterior region; was observed in 6% of patients. Type 3, indicating an asymmetric gummy smile; was observed in 4% of patients. Type 4, representing a gummy smile in the anterior region; was observed in 2% of patients. Patients with type 1 gummy smile also underwent to cephalometric evaluation. The cephalometric characteristics observed in these patients are as follows: Class 2 skeletal relationships, vertical growth pattern, mandibular retrognathism, increased maxillary length, labial inclination of upper incisors, increased overbite and overjet, and a shorter upper lip compared to anterior maxillary height ³⁰.

1. Clinical measurements performed for the diagnosis of a gummy smile

Evaluations for a gummy smile should be performed at rest and during a smile ³¹⁻³³. In the rest position, the teeth are not in occlusion and the lips are slightly apart. Perioral muscles are relaxed. The following factors are considered in the evaluation at rest: the amount of upper incisor display, upper lip length, commissure length. In women, on average, 2-4 mm of the upper incisors are exposed at rest, while in men, the amount of exposure is about 2 mm less than in women ³¹. The average lip length is 23 mm in men and 20 mm in women. This measurement is performed from the subnasal to the edge of the upper lip. The length of the commissure is approximately equal to the length of the upper lip ³². In the evaluation during a smile, the amount of gingival display and the upper incisor display should be measured. In the smile of young patients, 75%-100% of the maxillary incisors should be below the line drawn from the commissuras. This is known as the Morley ratio ²⁰. Additionally, the smile arc should be evaluated. In the ideal smile, the curvature of maxillary incisal edges should follow the curvature of the lower lip and lightly touch it ¹⁵. The amount of displacement in the upper lip during a smile is 6-8 mm. In patients with hyperactive lips, this displacement can be 1.5-2 times greater ²². The crown length of the central incisors should also be evaluated. The ideal crown length is approximately 10 mm ³⁴. During the differential diagnosis phase, evaluations performed at rest and during a smile are important (**Figure 2**). The relationships in the rest position should not be overlooked. Changes with age should be taken into account.

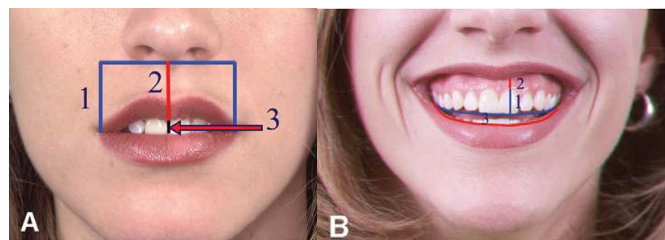


Figure 2. A. Measurements of resting relationships 1, commissure height; 2, philtrum height; 3, interlabial gap and incisor show at rest. B. Measurements of dynamic relationships 1, crown height; 2 gingival display. ¹³

2. Etiology of Gummy Smile

The factors that play a role in the etiology of a gummy smile are as follows: Dentogingival factors (gingival hyperplasia, delayed passive eruption, incisal attrition, dimensional variations), dentoalveolar factors (overeruption of the upper incisors, vertical maxillary excess), muscular factors (short upper lip, hyperactive upper lip). Several of these factors may coexist in patients ^{17,35,36}.

2.1. Dentogingival Factors (Short clinical crown): If the display of the upper incisors is normal at rest, a short clinical crown length of the upper incisors may be the reason for a gummy smile ¹⁷. There are various reasons for the short clinical crown of the upper incisors. It can be caused by dimensional variations, although this is rare. Attrition can also be the reason. If an explorer inserted beneath the marginal gingiva can detect the cemento-enamel junction, the reason for a gummy smile may be incisal attrition or dimensional variation. If the cemento-enamel junction cannot be detected, the gingiva is coronally positioned. There is a difference between the anatomical crown length and the clinical crown length ^{17,37}. Gingival hyperplasia can be one of the reasons for a short clinical crown length. Gingival hyperplasia is caused by inflammation. Dental plaque often leads to this condition. Some medications can also cause gingival hyperplasia. The gingiva is rarely normal in appearance ³⁷. If the gingiva appears healthy, delayed passive eruption should be suspected ¹⁷. Active eruption is the movement of a tooth in an occlusal direction until it contacts the opposing teeth. Passive eruption is the apical movement of the dentogingival unit after the tooth has reached occlusion ³⁸⁻⁴⁰.

The passive eruption phase is divided into 4 classes based on the position of the dentogingival unit: It can be within enamel, within the cemento-enamel junction, or within cement. Both the dentogingival unit and the gingival margin can be within the cement ⁴¹. If the dentogingival unit is located within the enamel in adulthood, delayed passive eruption is considered. Determining when the physiological movement of passive eruption ceases is a challenging issue. The maturation of the dentogingival unit in most individuals occurs around the age of 18-20 ⁴¹. Passive eruption is believed to occur until the age of 12 in the upper incisors. Delayed passive eruption can occur in a single tooth or multiple teeth. Age should be taken into account during diagnosis ⁴⁰.

2.2 Muscular Factors (Hyperactive upper lip, short upper lip): If the normal upper incisor display is present at rest, and the crown length of the upper incisor is normal, hyperactivity of the upper lip is the reason for a gummy smile. It was determined that lip activity is greater in those with a gummy smile compared to those without. If increased upper incisor display is present at rest, and the vertical dimension of the face is normal, a short upper lip is the reason for a gummy smile ¹⁷.

2.3. Dentoalveolar Factors (Overeruption of the upper incisors vertical maxillary excess): If increased upper incisor display is present at rest and the crown length of the upper incisor and the lip length are normal and also there is a difference between the anterior and posterior occlusal planes in the upper jaw, the reason for a gummy smile is overeruption of the incisors. If increased incisor display is present at rest and the crown length of the upper incisor and the lip length are normal and the occlusal plane is harmonious in the upper jaw and there is an increase in the vertical dimension of the face, the reason for a gummy smile is excessive vertical maxillary growth. Cephalometric measurements are also used in diagnosis. ¹⁷

3. Treatment Methods for Gummy Smile

Since the etiology of a gummy smile is multifactorial, accurate diagnosis is the most important stage in treatment planning. The existing reasons in the patient should be identified and treatment planning should be performed. Treatment options include orthognathic surgery, orthodontic treatments, periodontal surgeries, and plastic surgical practices^{17,36}.

3.1. Treatment of Dentogingival Factors (Short clinical crown): Routine periodontal treatments should be carried out in the treatment of gingival hyperplasia, and local irritants should be removed. If the growth in the gingiva is not fully correct, gingivectomy is also considered³⁷. In delayed passive eruption treatment, a crown lengthening procedure should be performed. Surgical crown lengthening is a treatment performed for esthetic and functional reasons, aiming to increase the clinical crown length through the remodeling of the dentogingival unit. Coslet's classification for delayed passive eruption also provides an idea about treatment planning. (Figure 3). According to this classification, delayed passive eruption is divided into two groups. Group 1 has an excessive amount of keratinized gingiva, and group 2 has a normal amount of keratinized gingiva. Each of these groups has two subgroups. Group A has a distance of 1.5-2 mm between the alveolar crest and the cemento-enamel junction, and Group B has approximately the same level between the alveolar crest and the cemento-enamel junction. If the attached gingiva is insufficient, an apically positioned flap will be required. If achieving biological width is necessary, bone resection will be needed⁴⁰⁻⁴². The dentogingival unit consists of 1 mm of connective tissue attachment, 1 mm of epithelial attachment and 1 mm of gingival sulcus. This is referred to as biological width. In the treatment of Group 1A cases, gingivectomy will be sufficient. If only gingivectomy is performed in Group B cases, the gingiva will return to its previous position. The distance between the alveolar crest and the gingival crest should be around 3 mm to preserve the biological width. In cases of Group 1B and 2B, bone resection should be planned for the formation of biological width. Even if the keratinized gingival width is normal, it is reduced when gingivectomy is performed in Group 2 cases. Therefore, an apically positioned flap should be applied in Group 2 cases^{40,41}.

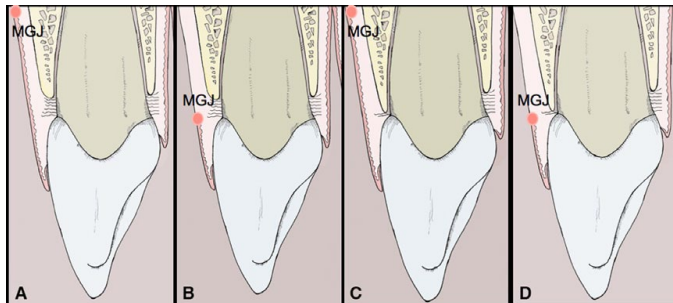


Figure 3. Classification of delayed passive eruption. A. Grup 1A, B. Grup 2A, C. Grup 1B, D. Grup 2B⁴¹

3.2. Treatment of Muscular Factors (Hyperactive upper lip, short upper lip): Various treatment options have been applied in these patients. These include lip repositioning, detachment of lip muscles, myotomy, lip lengthening with rhinoplasty, and botox applications. The basic principle of the lip repositioning technique is to limit the amount of lip elevation by the levator muscles. A half-thickness flap is formed between the lip mucosa and mucogingival junction. Epithelial mucosa is excised. Then, the lip mucosa is sutured to the mucogingival junction. A new mucosal margin is created. The procedure is safe and has minimal side effects. The vestibular sulcus becomes shallower, and the amount of upper lip elevation by the levator muscles decreases. A sufficient keratinized gingiva width is required for the success and stability of treatment (3-4 mm and more)^{43,44}.

Patients with gingival display in a smile between 4-6 mm were divided into two groups. The reason for gummy smile in these patients was either a short upper lip or a hyperactive upper lip. Lip repositioning treatment was applied to one group, and a modified version was applied to the other group. In the modified lip repositioning treatment, a full-thickness flap was used, and the surrounding elevator muscles of the upper lip were dissected. The patients were followed

up for 6 months. It was observed that the treatment results were more stable in patients treated with the modified technique. It was thought that the elevator muscles of the upper lip were effective in relapse⁴⁵. Studies showed that the detachment of lip muscles and the application of myotomy increase stability^{46,47}.

Fourteen female patients with a gummy smile were treated with subperiosteal dissection, myotomy of the levator labii superior muscle, and frenectomy. They were followed up for at least 6 months. Patients with delayed passive eruption and excessive vertical maxillary growth were not included in the treatment. Under local anesthesia, nasal incisions were made, and the gingival mucosa was mobilized from the upper jaw, with the apertura piriformis and 1st molars as boundaries, using a wide subperiosteal dissection. With subcutaneous dissection, the right and left levator labii superior muscles were dissected and divided. Frenectomy was performed to increase the length of the upper lip. The technique was found to be effective⁴⁸.

Non-surgical minimally invasive methods are also available for the treatment of a hyperactive upper lip (49). In patients with hyperactive upper lip muscles, botulinum toxin A is used in treatment. Botulinum toxin A inhibits presynaptic acetylcholine release and provides temporary paralysis in the muscles. Botulinum toxin was applied to 30 gummy smile patients in this study. Follow-up sessions for the patients were scheduled on the 2nd, 4th, 8th, 12th, 16th, 20th, and 24th weeks. Gingival display began to increase from the 2nd week and did not return to baseline at the 24th week. Although the effect of botulinum toxin treatment is temporary, gingival display did not return to baseline levels at 6 months⁴⁹. Hwang et al.⁵⁰ stated that the main muscles responsible for the elevation of the upper lip during a smile are the levator labii superioris alaeque nasi, levator labii superioris, and zygomaticus minor. They defined the center of the triangle formed by the adjacency of these three muscles as the Yonsei point. By applying to this point, the three muscles can be affected. It is a safe and repeatable point for Botox application. It is located at the intersection of approximately 3 cm above the commissure and 1 cm lateral to the alar cartilage. Since the effect of Botox application is temporary, it should be repeated every 6-9 months to maintain the desired esthetic results. Mazzucco and Hexsel⁵¹ identified four different types of gummy smiles and the corresponding muscles responsible for them by evaluating the strength and orientation of the smile muscles. According to this, the levator labii superior alaeque nasi muscle is effective in the gummy smile in the anterior region. Zygomaticus major and minor muscles are effective in the posterior gummy smile. In cases of a gummy smile seen in both anterior and posterior regions, the levator labii superior alaeque nasi, zygomaticus major, and minor muscles are effective. In asymmetric gummy smile cases, only the unilateral levator labii superior alaeque nasi, zygomaticus major, and minor muscles are effective. They injected botulinum toxin into the responsible muscles for gummy smile treatment. The success rates they achieved according to gummy smile types are reported as 96% in the anterior region, 61.06% in the posterior region, 90% in cases where both anterior and posterior regions are involved, and 71.93% in asymmetric cases. Hyaluronic acid injection is also an option that can be applied to reduce the contraction of smile muscles. It is applied from the area where botulinum toxin is performed. The pressure created by the applied hyaluronic acid prevents muscle contraction. Its effect is temporary, but it lasts longer than botulinum toxin.^{52,53}

3.3. Treatment of Dentoalveolar Factors (Excessive Maxillary Incisor Overeruption, Vertical Maxillary Excess) Treatment: In cases of maxillary incisor overeruption and torque loss, orthodontic treatment with incisor intrusion is considered. If there is torque loss in the incisors (palatal crown torque) before incisor intrusion, the torque should be corrected. Thus, the roots of the upper incisors are moved away from the buccal cortical bone and placed in the ideal position within the bone^{54,55}. The smile arc is important for smile esthetics. Care should be taken to avoid flattening of the smile arc during incisor intrusion¹⁵. Auxiliary arches and mini screws can be used during the orthodontic treatment for incisor intrusion. The successful anchorage control of mini screws and their independence from patient cooperation made them popular^{17,54,56}. Low forces should be applied for ideal intrusion movement. The force should pass through the resistance center of the tooth or the tooth group to be intruded⁵⁴. The center of resistance of the upper anterior teeth is located between the canines and laterals. Therefore, it is recommended to place mini screws in these areas for the intrusion of the upper incisors⁵⁷. The inclination of the upper incisors should be

maintained with the position of the mini screws and additional wire bends during intrusion.

In cases of vertical maxillary excess, the main treatment is orthognathic surgery. However, surgical treatment is a challenging approach. Treatment options based on the amount of gingival display that is caused by vertical maxillary excess are available in the classification proposed by Garber and Salama³⁶ If the gingival display is 8 mm or more, orthognathic surgery and, if necessary, periodontal-restorative treatments are applied. If there is 4-8 mm of gingival display, orthognathic surgery and/or periodontal-restorative treatments are applied. The clinical crown length, root length, upper lip length, and upper lip range of movement of the patients are also important in treatment planning. The condition can be camouflaged without orthognathic surgery. If there is 2-4 mm of gingival display, incisor intrusion with orthodontic treatment, orthodontic and periodontal treatments, and restorative and periodontal treatments are applied according to the etiology. Orthognathic surgery provides the correction of jaw and dental relationships, establishment of functional occlusion, and improvement of facial esthetics. In patients with vertical maxillary excess and a long face, intrusion of the upper jaw is always included in the surgical planning. Orthognathic surgery provides satisfactory results for gummy smile treatment, but the amount of maxillary intrusion should be individually planned for each patient⁵⁸. The intrusion of the maxillary dentition with mini screws and mini plates can be an alternative to orthognathic surgery in long face, gummy smile, class 2 (retruded mandibula) adult patients. Of course, the severity of a gummy smile is important. Intrusion of the entire dentition in the maxilla should be planned. Successful results were achieved in cases with borderline vertical maxillary excess using orthodontic treatment supported by mini screws and mini plates^{59,60}. When the upper teeth are intruded, the lower teeth tend to be extruded. Therefore, vertical control of the lower arch should be prioritized. With molar intrusions, there is a forward and upward rotation in the lower jaw. The use of Class 2 elastics is not recommended because they have an extrusive effect⁶¹.

Additional etiology of gummy smile

Wei et al.¹⁹ have defined nasal septum displacement as a new etiological factor. In the study evaluating the relationship between nasal septum cartilage and a gummy smile, 121 gummy smile patients and 150 normal individuals were evaluated in terms of nasal septum cartilage defects. The evaluation was conducted by measuring the amount of upward movement of the columella. A total of 46 gummy smile patients with excessive upward movement of the columella were treated. An autologous graft or implant was used to support the cartilage. The patients were followed up for 6 months after the surgery. Gummy smile decreased from an average of 4.5 mm to 2 mm. The complication rate is low, and the patients' satisfaction rate is high.

CONCLUSIONS

Smile analysis is an important part of orthodontic diagnosis. Smile analysis and design require achieving as much compatibility as possible between the patient's esthetic requirements, and anatomical and physiological limitations. The most important part of gummy smile treatment is the correct diagnosis of etiology. Aggressive treatments should be avoided by taking into account the changes that will occur with age.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: UD (%100)

Veri Toplanması | Data Acquisition: UD (%100)

Veri Analizi | Data Analysis: UD (%100)

Makalenin Yazımı | Writing up: UD (%100)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: UD (%100)

REFERENCES

1. Türk kahraman H, Gökalp H. Facial profile preferences among various layers of Turkish population. *Angle Orthod*. 2004;74(5):640-647.
2. Thompson LA, Malmberg J, Goodell NK, Boring RL. The distribution of attention across a talker's face. *Discourse Process*. 2004;38(1):145-168.
3. Newton JT, Prabhu N, Robinson PG. The impact of dental appearance on the appraisal of personal characteristics. *Int J Prosthodont*. 2003;16(4):429-434.
4. Machado AW. 10 commandments of smile esthetics. *Dent Press J Orthod*. 2014;19:136-157.
5. Papio MA, Fields Jr HW, Beck FM, Firestone AR, Rosenstiel SF. The effect of dental and background facial attractiveness on facial attractiveness and perceived integrity and social and intellectual qualities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019;156(4):464-474.
6. Gallego FA, Philippi CL, Repetto A. What's Behind Her Smile? Health, Looks, and Self-Esteem. *Am Econ J Appl Econ*. 2024;16(2):359-388.
7. Snow SR. Esthetic smile analysis of maxillary anterior tooth width: the golden percentage. *J Esthet Restor Dent*. 1999;11(4):177-184.
8. Frank MG, Ekman P, Friesen WV. Behavioral markers and recognizability of the smile of enjoyment. *J Pers Soc Psychol*. 1993;64(1):83.
9. Ackerman J, Ackerman M, Brensinger C, Landis J. A morphometric analysis of the posed smile. *Clin Orthod Res*. 1998;1(1):2-11.
10. Rubin LR, Mishriki Y, Lee G. Anatomy of the nasolabial fold: the keystone of the smiling mechanism. *Plast Reconstr Surg*. 1989;83(1):1-8.
11. Rubin LR, Rubin LR. The anatomy of a smile: its importance in the treatment of facial paralysis. *Plast Reconstr Surg*. 1974;53(4):384-387.
12. Ackerman MB, Brensinger C, Landis JR. An evaluation of dynamic lip-tooth characteristics during speech and smile in adolescents. *Angle Orthod*. 2004;74(1):43-50.
13. Sarver DM, Ackerman MB. Dynamic smile visualization and quantification: part 1. Evolution of the concept and dynamic records for smile capture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(1):4-12.
14. Sarver DM, Ackerman MB. Dynamic smile visualization and quantification: Part 2. Smile analysis and treatment strategies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(2):116-127.
15. Sarver DM. The importance of incisor positioning in the esthetic smile: the smile arc. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(2):98-111.
16. van der Geld PA, Oosterveld P, van Waas MA, Kuijpers-Jagtman AM. Digital videographic measurement of tooth display and lip position in smiling and speech: reliability and clinical application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131(3):301-308.
17. Silberberg N, Goldstein M, Smidt A. Excessive gingival display--etiology, diagnosis, and treatment modalities. *Quintessence Int*. 2009;40(10):809-818.
18. Ackerman MB, Ackerman JL. Smile analysis and design in the digital era. *J Clin Orthod*. 2002;36(4):221-236.
19. Wei J, Herrler T, Xu H, Li Q, Dai C. Treatment of gummy smile: Nasal septum dysplasia as etiologic factor and therapeutic target. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2015;68(10):1338-1343.
20. Morley J, Eubank J. Macroesthetic elements of smile design. *J Am Dent Assoc*. 2001;132(1):39-45.
21. Gill DS, Naini FB, Tredwin CJ. Smile aesthetics. *Dent Update*. 2007;34(3):152-158.
22. Peck S, Peck L. Selected aspects of the art and science of facial esthetics. In: Vol 1. Elsevier; 1995:105-126.
23. Tjan A, Miller GD. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent*. 1984;51(1):24-28.
24. Venugopal A, Manzano P, Ahmed F, Vaid NR, Bowman SJ. Gummy smiles: Etiologies, diagnoses & formulating a clinically effective treatment protocol. *Semin Orthod*. 2024;19(34):1-21. doi:10.1053/j.sodo.2023.11.014
25. Geron S, Atalia W. Influence of sex on the perception of oral and smile esthetics with different gingival display and incisal plane inclination. *Angle Orthod*. 2005;75(5):778-784.
26. Andijani RI, Tatakis DN. Hypermobile upper lip is highly prevalent among patients seeking treatment for gummy smile. *J Periodontol*. 2019;90(3):256-262. doi:10.1002/JPER.18-0468
27. Zawawi KH, Malki GA, Al-Zahrani MS, Alkhiary YM. Effect of lip position and gingival display on smile and esthetics as perceived by college students with different educational backgrounds. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2013;5:77-80.
28. Yuen JJX, Saw ZK, Ashari A, et al. Aesthetic perception of gingival display on smiling among laypeople seeking dental treatment. *Australas Orthod J*. 2023;39(2):136-144.
29. Van der Geld P, Oosterveld P, Van Heck G, Kuijpers-Jagtman AM. Smile attractiveness: self-perception and influence on personality. *Angle Orthod*. 2007;77(5):759-765.
30. Wu H, Lin J, Zhou L, Bai D. Classification and craniofacial features of gummy smile in adolescents. *J Craniofac Surg*. 2010;21(5):1474-1479.
31. Robbins JW. Differential diagnosis and treatment of excess gingival display. *Pract Periodontics Aesthetic Dent PPAD*. 1999;11(2):265-272.
32. Reyneke JP, Ferretti C. Clinical assessment of the face. In: Vol 18. ; 2012:172-186.
33. Sharma PK, Sharma P. Dental smile esthetics: the assessment and creation of the ideal smile. In: Vol 18. Elsevier; 2012:193-201.
34. Gillen RJ, Schwartz RS, Hilton TJ, Evans DB. An analysis of selected normative tooth proportions. *Int J Prosthodont*. 1994;7(5):410-417.
35. Monaco A, Streni O, Chiara Marci M, Marzo G, Gatto R, Giannoni M. Gummy smile: clinical parameters useful for diagnosis and therapeutic approach. *J Clin Pediatr Dent*. 2005;29(1):19-25.
36. Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol 2000*. 1996;11(1):18-28.
37. Ser Yun J, Luo M, Yin Y, Zhi Hui V, Fang B, Han X. Etiology-based treatment strategy for excessive gingival display: literature review. *World J Surg Surg Res*. 2019;2:1-5.
38. Espin CV, Buendia M del CL. Interdisciplinary treatment of patient with gummy smile. Case report. *Rev Odontológica Mex*. 2013;17(1):51-56.
39. Alpiste Illueca FM. Altered passive eruption (APE): A little-known clinical situation. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal*. 2011;16(1):100-104.
40. Jorgensen MG, Nowzari H. Aesthetic crown lengthening. *Periodontol 2000*. 2001;27(1):45-58.
41. Mele M, Felice P, Sharma P, Mazzotti C, Bellone P, Zucchelli G. Esthetic treatment of altered passive eruption. *Periodontol 2000*. 2018;77(1):65-83.
42. Ragghianti Zangrando MS, Veronesi GF, Cardoso MV, et al. Altered Active and Passive Eruption: A Modified Classification. *Clin Adv Periodontics*. 2017;7(1):51-56. doi:10.1902/cap.2016.160025
43. Simon Z, Rosenblatt A, Dorfman W. Eliminating a gummy smile with surgical lip repositioning. *J Cosmet Dent*. 2007;23(1):100-108.
44. Rosenblatt A, Simon Z. Lip repositioning for reduction of excessive gingival display: a clinical report. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006;26(5):433-437.
45. Alammari A, Heshmeh O, Mounajjed R, Goodson M, Hamadah O. A comparison between modified and conventional surgical techniques for surgical lip repositioning in the management of the gummy smile. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(6):523-531. doi:10.1111/jerd.12433
46. Ardakani MT, Moscowchi A, Valian NK, Zakerzadeh E. Lip repositioning with or without myotomy: a systematic review. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2021;47(1):3.
47. dos Santos-Pereira SA, Cicarelli AJ, Idalgo FA, et al. Effectiveness of lip repositioning surgeries in the treatment of excessive gingival display: A systematic review and meta-analysis. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(3):446-457. doi:10.1111/jerd.12695
48. Ishida LH, Ishida LC, Ishida J, Grynglas J, Alonso N, Ferreira MC. Myotomy of the levator labii superioris muscle and lip repositioning: a combined approach for the correction of gummy smile. *Plast Reconstr Surg*. 2010;126(3):1014-1019.
49. Polo M. Botulinum toxin type A (Botox) for the neuromuscular correction of excessive gingival display on smiling (gummy smile). *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(2):195-203.
50. Hwang WS, Hur MS, Hu KS, et al. Surface anatomy of the lip elevator muscles for the treatment of gummy smile using botulinum toxin. *Angle Orthod*. 2009;79(1):70-77.

51. Mazzuco R, Hexsel D. Gummy smile and botulinum toxin: a new approach based on the gingival exposure area. *J Am Acad Dermatol*. 2010;63(6):1042-1051.
52. Sharif H, Aghayan S. New Approaches for Gummy Smile Treatment: A Review. *J Res Dent Maxillofac Sci*. 2023;8(2):154-161.
53. Diaspro A, Cavallini M, Piersini P, Sito G. Gummy smile treatment: proposal for a novel corrective technique and a review of the literature. *Aesthet Surg J*. 2018;38(12):1330-1338.
54. Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics-e-Book*. Elsevier Health Sciences; 2018.
55. Kim SJ, Kim JW, Choi TH, Lee KJ. Combined use of miniscrews and continuous arch for intrusive root movement of incisors in Class II division 2 with gummy smile. *Angle Orthod*. 2014;84(5):910-918.
56. Paredes-Gallardo V, Bellot-Arcis C, García-Sanz V. Miniscrew mechanics for molar distalization and incisor intrusion in a patient with a Class II brachyfacial pattern and gummy smile. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2020;158(2):273-285.
57. Polat-Ozsoy O, Arman-Ozciřpici A, Veziroglu F. Miniscrews for upper incisor intrusion. *Eur J Orthod*. 2009;31(4):412-416.
58. Tomaz AFG, Marinho LCN, de Aquino Martins ARL, Lins RDAU, de Vasconcelos Gurgel BC. Impact of orthognathic surgery on the treatment of gummy smile: an integrative review. *Oral Maxillofac Surg*. 2020;24:283-288.
59. Ishida Y, Ono T. Nonsurgical treatment of an adult with a skeletal Class II gummy smile using zygomatic temporary anchorage devices and improved superelastic nickel-titanium alloy wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017;152(5):693-705. doi:10.1016/j.ajodo.2016.09.030
60. Lin J, Liou E, Bowman SJ. Simultaneous reduction in vertical dimension and gummy smile using miniscrew anchorage. *J Clin Orthod*. 2010;44(3):157-170.
61. Paik CH, Park HS, Ahn HW. Treatment of vertical maxillary excess without open bite in a skeletal Class II hyperdivergent patient. *Angle Orthod*. 2017;87(4):625-633.

Gingiva ve Alveolar Mukozanın Benign Neoplazmları

Malign Neoplasms of Gingiva and Alveolar Mucosa

Umut YAPRAK^a , Ela Tules KADİROĞLU^a 

^aDicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji AD, Diyarbakır, Türkiye

^aDicle University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontics, Diyarbakır, Türkiye

ÖZ

Klinisyenler enfektif, idiyopatik, enflamatuvar, reaktif ve neoplastik değişiklikler gibi çeşitli etiyolojilerden kaynaklanabilen çeşitli oral lezyonlarla karşılaşır. Neoplastik değişiklikler diğer etkileyen durumlarla karşılaştırıldığında nadirdir ancak ağız boşluğu tümörlerin ve tümör benzeri lezyonların en sık geliştiği alanlardan biridir ve hem non-odontojenik hem de odontojenik lezyonları içerir. Ağız mukozasını etkileyen hastalıklar çok çeşitlidir ve benign veya malign lezyonlardan oluşan geniş bir spektrumu kapsar. Doğru bir tanı koymak için klinisyen kapsamlı bir klinik öykü almalı ve oral mukozal lezyonun yeri, boyutu, rengi ve morfolojisi gibi belirtiler ve semptomlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmalıdır. Bu derlemenin amacı dişeti ve alveolar mukozayı etkileyebilecek malign neoplazmların klinik, radyografik, mikroskopik ve tedavi yönlerini tanımlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Malign lezyonlar, Gingiva, Alveolar mukoza

ABSTRACT

Clinicians encounter a variety of oral lesions that can originate from various etiologies, such as infectious, idiopathic, inflammatory, reactive, and neoplastic changes. Neoplastic changes are rare compared to other affecting conditions; however, the oral cavity is one of the areas where tumors and tumor-like lesions most commonly develop and include both non-odontogenic and odontogenic lesions. Diseases affecting the oral mucosa are diverse and cover a broad spectrum of benign or malignant lesions. To make an accurate diagnosis, a clinician must take a comprehensive clinical history and have adequate information about the signs and symptoms, such as location, size, color, and morphology of the oral mucosal lesion. This review aims to describe the clinical, radiographic, microscopic, and treatment aspects of malignant neoplasms that may affect the gingiva and alveolar mucosa.

Keywords: Malign lesions, Gingiva, Alveolar mucosa

Giriş

Neoplazi kelime olarak “yeni büyüme” anlamına gelmektedir.¹ Komşu dokulardan bağımsız olarak büyüme eğilimindedir. Fakat tüm neoplazmalar beslenmeleri ve kanlanmaları için konak faktörlerine bağlıdır. Yaygın tıbbi kullanımda bir neoplazma genellikle bir tümör olarak adlandırılır. Tümörün klinik özellikleri benign veya malign olarak kategorize edilmesini sağlar.²

Benign ve Malign Tümörlerin Özelliklerinin Karşılaştırılması³

Benign ve malign tümörler differansiasyon derecesi, büyüme hızı, lokal invazivlik ve uzak yayılıma göre birbirinden ayırt edilebilir.

- Benign tümörler orijin aldıkları dokuya benzer ve iyi diferansiyedir; kötü huylu tümörler zayıf veya tamamen farklılaşmamıştır (anaplastik).
- Benign tümörler yavaş büyüme eğilimi gösterirken malign tümörler genellikle daha hızlı büyür.
- Benign tümörler iyi sınırlıdır ve bir kapsülü vardır; malign tümörler kötü sınırlıdır ve çevredeki normal dokuları istila eder.
- Benign tümörler köken aldığı yerde lokalize kalırken malign tümörler lokal olarak invazivdir ve uzak bölgelere metastaz yapar.

Gingiva ve Alveolar Mukozanın Malign Neoplazmları⁴

- Skuamöz Hücreli Karsinom
- Spindle Hücreli Karsinom
- Verrüköz Karsinom
- Melanom
- Yumuşak Doku Sarkomları
 - Rabdomyosarkom
 - Kaposi Sarkom
- Lösemi
- Non-Hodgkin Lenfoma
- Gingivaya Metastaz

Skuamöz Hücreli Karsinom

Skuamöz hücreli karsinom ağız içinde en sık görülen malign neoplazm tipi olup genel olarak ise en yaygın görülen 8.kanser tipidir.⁵ Yapılan bir

bir çalışmaya göre ağız kanserlerinin %90'dan fazlasını ağız ve orofarenks mukozalarından kaynaklanan skuamöz hücreli karsinomlar oluşturmaktadır.⁶ Sıklıkla 5-6.dekatlardaki erkekleri etkiler.⁷ Literatürde 45 yaşın altında görülme sıklığının nadir olduğunu söyleyen çalışmaların yanı sıra gençlerde görülme sıklığının arttığını öne süren çalışmalar da mevcuttur.⁸ Beş yıllık sağ kalım oranı %50'den azdır.⁵

Oral mukozanın herhangi bir yerinde görülebilmesine karşın en sık olarak dil ve ağız tabanında rastlanır.⁷ Yükseltilmiş sınırlarla çevrili, merkezi nekrotik bir alana sahip ülserli bir lezyon olarak ortaya çıkar.⁹ (Şekil 1) Histopatolojik olarak nükleer polimorfizm, mitotik hücreler ve keratin incileri görülür.¹⁰



Şekil 1. Dilin lateralinde yerleşmiş skuamöz hücreli karsinom klinik görünümü.¹¹

Ağız boşluğunda kanserleşme eğilimi gösteren lezyonlar bulunabilir. Bu lezyonlara premalign lezyon denir. Lökoplaki, eritroplaki, eritrolökoplaki, proliferatif verrüköz lökoplaki, oral submuköz fibrozis, liken planus bu premalign lezyonlara örnekler.¹⁰ Ağız içinde bu lezyonlar görüldüğünde dikkatle takip edilmelidir ve erken tanı

Gönderilme Tarihi/Received: 27 Mayıs, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 4 Eylül, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atrf Bilgisi/Cite this article as: Yaprak U, Kadiroğlu ET. Gingiva ve Alveolar Mukozanın Benign Neoplazmları. Selcuk Dent J 2025;12(1): 172-177 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1490723

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Umut YAPRAK

E-mail: umutyaparak@gmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1490723

tedavinin seyri için oldukça önemlidir. Tütün ürünleri ve alkol kullanımı en yaygın saptanan etyolojik faktörler olmakla beraber genetik yatkınlık, diyet, viral ajanların (HPV) da neden olabileceğini öne süren çalışmalar vardır.^{7,10,12} Hastaların yaklaşık %15-20'sinde sigara ve alkol kullanımı olmamasına rağmen skuamöz hücreli karsinom geliştiği görülmüştür.¹³ Bakterilerin skuamöz hücreli karsinoma etkisi üzerine yapılan bir çalışmada oral bakteri florasının kanser gelişimine katkıda bulunabileceği düşünülmeye karşın spesifik bir bakteri türü saptanamamıştır.¹²

Teşhis için eksfoliyatif sitoloji, biyopsi yöntemleri kullanılır.¹⁰ Son zamanlarda çeşitli tükürük belirteçlerinden oral skuamöz karsinom teşhisi üzerine çalışmalar da yapılmaktadır.¹⁴⁻¹⁶ Tedavi protokolü sıklıkla cerrahi rezeksiyon ile kemoterapi veya radyoterapinin kombinasyonunu içermektedir.¹⁷ Özellikle nüks riski yüksek hastalarda tedavi protokolüne cerrahi rezeksiyona ek olarak kemoterapi veya radyoterapi eklenmektedir.¹⁸

Spindle Hücreli Karsinom

Spindle hücreli karsinom geleneksel skuamöz hücreli karsinom (SCC) ve kötü huylu bir işi hücre bileşeninden oluşan bifazik bir tümördür. Baş ve boyun bölgesinde genellikle larinkste ve ağız boşluğunda oluşur.¹⁹ Ağız boşluğunda alt dudak, dil ve alveolar sırt daha sık etkilenen bölgelerdir.²⁰ (Şekil 2) Erkek ve 6-7.dekatlarda daha sık görülür. Predispozan faktörler arasında sigara, alkol kullanımı ve baş ve boyun bölgesine önceden radyasyon uygulanmış olması yer almaktadır. Hem malign epitelyal hem de malign mezenkimal bileşenlerden oluşur.²¹

Temel tedavi cerrahi olmasına rağmen lokal eksizyondan radikal cerrahiye kadar değişiklik göstermiştir.²² Çoğu durumda doğrulanmamış cerrahi sınırlar, kötü patolojik farklılaşma ve ileri tümör evresi gibi çeşitli yaygın kanser olumsuz prognostik faktörleri göz önünde bulundurularak ameliyattan sonra radyoterapi ve kemoterapi tedavi protokolüne eklenmiştir.²³



Şekil 4. Bukkal mukozada izlenen spindle hücre karsinomunun klinik görünümü.²⁴

Verrüköz Karsinom

Ackerman tümörü olarak da adlandırılan verrüköz karsinom skuamöz hücreli karsinomun düşük dereceli iyi farklılaşmış nadir görülen bir varyantıdır.²⁵⁻²⁷ Tüm oral kanserlerin %3-4 ünü oluşturur.²⁵ Etyolojisi ile ilgili olarak kesin bir şey söylenemese de tütün ve alkol kullanımı ile güçlü bir bağlantı olduğu düşünülmektedir.^{25,26,28} Baş boyun bölgesinde en sık tutulum yeri ağız boşluğudur.²⁹ Ağız boşluğunda ise en sık tutulum yeri bukkal mukozadır ve bunu sırasıyla mandibular kret, gingiva ve dil takip eder.²⁵ Verrüköz karsinom 6-7.dekatlarda ve erkeklerde daha sık görülmeye eğilimindedir.²⁶

Yavaş büyür ve lokal invazivdir. Metastaz yapması beklenmez. Genellikle karnabaharı andıran ağrısız, ekzotifitik beyaz plak şeklinde bir lezyon olarak görülür.²⁵ (Şekil 3)

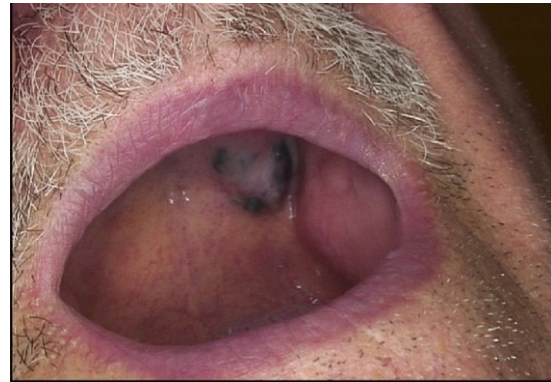


Şekil 2. Dilin lateralinde verrüköz karsinomunun klinik görünümü.²⁶

Tedavi protokolü cerrahi, radyoterapi veya bu iki yöntemin kombinasyonunu içerir.²⁷ Özellikle tek bir tedavi yönteminin tercih edildiği vakalarda nüks oranı daha fazladır²⁵ ve yaklaşık olarak %30-50 oranında nüks bildirilmiştir.³⁰ Tedavi sonrası prognozun iyi olduğu gözlenmiştir. 5 yıllık sağ kalım oranı % 64-94 olarak bildirilmiştir.²⁷

Malign Melanom

Nöral krest kökenli epidermal melanositlerden kaynaklanan ve en sık deride oluşan melanomun baş boyun bölgesinde görülme insidansı yaklaşık olarak %25'tir.³¹ Oral melanomlar oldukça nadir insidansa sahip olup tüm melanomların %0,2 ila %8'ini ve tüm oral malignitelerin %1 ila %2'sini oluşturur.³² Etyolojisi ve patogenezi tam olarak bilinmemektedir.^{31,32} En sık sert damak ve maksiller gingivada görülür daha sonrasında mandibula, dil, bukkal mukoza ve üst ve alt dudakta rastlanır.³³ (Şekil 4) Sıklıkla 5-8. dekatlar arasındaki erkeklerde görülmektedir.³⁴ Homojen kahverengi siyahtan mor renk tonlarına kadar değişken bir renk skalası vardır.³⁵ İnvazyon ve metastaz yapma eğilimleri nedeniyle kötü prognoza sahiptir.³¹



Şekil 3. Yumuşak damaktaki oral melanomunun klinik görüntüsü.³⁶

Ayrırcı tanı amalgam dövmesi, melanotik makül, Peutz Jeghers sendromu, Addison sendromu, kaposi sarkomu ile yapılır.³⁵

Tedavisinde temel olarak radikal eksizyon tercih edilir. Nüks oranı %10-20 olarak bildirilmiştir.³⁶

Yumuşak Doku Sarkomları

Yumuşak doku sarkomları, bağ dokusunda ortaya çıkan fibröz, yağ, kas, sinovyal, vasküler veya nöral dokudan kaynaklanabilen malign neoplazmlardır. Yumuşak doku sarkomları oldukça nadir izlenmekte olup baş-b boyun malignitelerinin %1'ini oluştururken intraoral bölgede bu oran %0,14'e düşmektedir. Fibriler veya homojen bir matriks içinde sıkıca dizilmiş hücrelerden oluşan tümör, vasküler olma eğilimindedir ve genellikle oldukça invazivdir.³⁷ Genellikle klinik görünümü alttaki dokuya yapışık sert kitle şeklindedir. Sarkomlar genellikle en çok benzedikleri mezenkimal hücre veya doku tipine göre adlandırılır. Örneğin; ilkel fibroblastlardan kaynaklanan sarkomlara fibrosarkomlar, ilkel nöral dokudan kaynaklanana nörofibrosarkomlar denmektedir. Oral ve maksillofasial bölgede bulunabilen diğer yumuşak doku sarkomları rabdomyosarkom, kaposi

sarkomu, liposarkom, leiomyosarkom, malign fibröz histiyositom, hemanjioperisitom, anjiosarkom, sinovyal sarkom ve alveolar yumuşak kısım sarkomudur.⁴ Bu lezyonların ağız boşluğunda nispeten nadir görülmesi sebebiyle yalnızca rabdomyosarkom ve Kaposi sarkomu daha ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

• Rabdomyosarkom

1854'te Weber tarafından tanımlanan bu lezyon çizgili kaslardan köken alan malign mezenkimal neoplazmdır.³⁸ İntroral olarak oldukça nadir görülmekte olup tüm baş boyun malignitelerinin yaklaşık %0,04'ünü oluşturmaktadır.³⁹ Ağız boşluğunda daha çok damak ve dil tutulumu gözlenir. (Şekil 5) Çocuklarda, genç yetişkinlerde görülme ihtimali daha fazladır.⁴⁰ Tümörün ilerlemesine göre ağrı, parestezi, trismus gibi semptomlar gözlenebilir.⁴¹



Şekil 7. Rabdomyosarkom klinik görünümü.⁴²

Tedavisinde multidisipliner bir yaklaşım tercih edilir. Tedavi protokolü kemik iliğine metastaz yapma riskinden dolayı eksizyonu takiben radyoterapi veya radyoterapisiz kemoterapiden oluşmaktadır.⁴⁰

• Kaposi Sarkom

İlk olarak Moritz Kaposi tarafından yaşlı erkeklerde alt ekstremitelerin pigmentli kutanöz plakları olarak tanımlanan Kaposi Sarkom (KS) 4 ana klinik forma ayrılmıştır: Klasik veya Akdeniz KS; salgın veya edinilmiş immün yetmezlik sendromu (AIDS) ile ilişkili KS; iatrojenik veya nakil sonrası KS; endemik veya Afrika KS.⁴³ İnsan immün yetmezlik virüsü (HIV) ile yaşayan kişilerde en sık görülen neoplazm olarak kabul edilmektedir.⁴⁴ Kaposi Sarkomu, endotel ve B hücrelerini enfekte eden insan herpes virüsü tip 8 ile de ilişkilendirilmiştir. Tükürük primer bulaş yöntemi olarak kabul edilmektedir.⁴⁵ Oral Kaposi Sarkomu sıklıkla sert ve yumuşak damağı, diş etini ve dilin sırtını, pigmentsizden kahverengimsi kırmızıya veya menekşe rengine kadar değişen renkte plaklar veya tümörlerle etkilemektedir.⁴⁶ (Şekil 6)



Şekil 8. Sert damakların her iki tarafında morumsu ekzofitik lezyonlar ve yumuşak damakta ayrı mukozal nodüller ile izlenen Kaposi Sarkomu.⁴⁷

Tedavi seçenekleri arasında gözlem, lokal yaklaşımlar ve sistemik tedavi yer almaktadır. Asemptomatik lezyonlarda müdahaleye gerek yoktur. Lokal yaklaşımlar arasında eksizyon, skleroterapi, vinka alkaloidleriyle intralezyonel enjeksiyon, fotodinamik tedavi, radyoterapi ve kriyoterapi yer alırken sistemik yaklaşımlarda ise HAART (yüksek aktiviteli antiretroviral tedavi), kemoterapi, sirolimus, anti-HHV-8 ajanları yer almaktadır.⁴³

Lösemi

Yapılan çalışmalarda löseminin ilk klinik bulgularının ağız içinde görülebildiği gözlenmiştir.⁴⁸⁻⁵⁰ Oral bulgular en sık akut myeloid lösemide gözlenmektedir.^{48,50} En sık görülen semptomlar sırasıyla peteşi, spontan kanama, mukozada ülserasyon ve gingival hiperplazidir.⁵¹ (Şekil 7)



Şekil 5. Löseminin oral bulguları. (a) Alt süt azı dişlerindeki çürük, ağız içi kanama ve diş eti büyümesi. (b) Çatlak dudaklar ve diş eti büyümesi. (c) Çatlak dudaklar, diş eti büyümesi ve bukkal mukozada kanama.⁴⁸

Ağız hijyeninin tedavi seyrini etkilediği unutulmamalı ve hastalara gerekli ağız hijyeni eğitimi verilmelidir. Kötü ağız hijyenine sahip hastalarda hastalığa veya tedaviye bağlı olarak enfeksiyon riskinin arttığı gözlemlenmiştir.^{50,52}

Non-Hodgkin Lenfoma

Non-Hodgkin Lenfoma ektranodal tutulum gösterdiğinde en sık gastrointestinal sistemi ve takiben baş boyun bölgesini tutar.⁵³ Ağız boşluğu vakaların %2'lik kısmını oluşturur. Yaşlılarda daha sık gözlenmekle birlikte cinsiyet açısından erkek bireylerde görülme sıklığı daha fazladır.⁵⁴ Kemik içi veya yumuşak dokularda çoğunlukla gingiva, damak veya bukkal mukozada gözlenmektedir.⁵³ İntraoral bulgular arasında dişlerde mobilitate, ülserli lokalize şişlik ve ağrı yer alırken ekstraoral bulgular arasında yüz asimetrisi ve servikal, submandibular ve submental lenfadenopati yer almaktadır.⁵⁵ (Şekil 8)



Şekil 6. Sol mandibular ikinci premolar bölgenin diş etinden retromolar trigona kadar uzanan şişlik.⁵⁶

Etyolojisi tam bilinmemektedir ancak immün yetmezlik görülen durumlarda görülme sıklığı artmıştır. Tedavide radyoterapi, kemoterapi veya bu iki yöntem birlikte kullanılır.⁵³

Gingivaya Metastaz

Ağız boşluğuna metastaz nadir görülmektedir ve bu vakaların %24'ünde teşhis edilmemiş bir neoplazmın ilk belirtisi olabileceği bulunmuştur.⁵⁷ En sık gingivada gözlenirilen bunu sırasıyla dil, tonsil, damak, dudak ve bukkal mukoza takip etmektedir. (Şekil 9) Erkeklerde en sık akciğer kanserini takiben böbrek, cilt kanserlerinde ağız boşluğuna metastaz görülürken kadınlarda sırasıyla meme, genital organlar, akciğer, kemik ve böbrek kanserlerinde metastaz daha sık görülür.⁵⁸ Meme kanserleri daha çok sert dokuya metastaz yapma eğilimindeyken akciğer kanserleri

yumuşak dokulara metastaz yapar.⁵⁹



Şekil 9. Sol alveolar kret üzerinde belirgin sert şişlik.⁶⁰

SONUÇ

Ağız boşluğu, genel pratikte sıklıkla yetersiz muayene edilen bir alandır. Oral lezyonlar nispeten yaygın durumlardır ancak klinisyenler iyi huylu lezyonları kötü huylu lezyonlardan ayırt etmekte zorlanabilirler. Oral lezyonların yaygın semptomları hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak pratisyen hekimin oral muayene yapma ve tespit edilen patolojiyi yönetme konusundaki güvenini artırabilir. Daha da önemlisi hekimler oral patolojide maligniteye işaret edebilecek tehlikeleri akılda tutmalıdır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu makale, sempozyum ya da kongrede sunulan bir tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmemiştir.

Bu çalışma, yüksek lisans ya da doktora tezi esas alınarak hazırlanmamıştır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is not the version of a presentation.

This article has not been prepared on the basis of a master's/ doctoral thesis.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ETK (%100)

Veri Toplanması | Data Acquisition: UY (%70) ETK (%30)

Veri Analizi | Data Analysis: UY (%50) ETK (50)

Makalenin Yazımı | Writing up: UY (%70) ETK (%30)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: UY(%70) ETK (%30)

KAYNAKLAR

- Schmidt CW. NTP nonneoplastic lesion atlas: a new tool for toxicologic pathology. *Environ Health Perspect.* 2014;122(3):A76-9. doi:10.1289/ehp.122-A76
- Vinay Kumar AKAJCA. Robbins Basic Pathology. In: *Robbins Basic Pathology*. 10th ed. Elsevier - Health Sciences Division; 2023:190.
- Jang SJ, Gardner JM, Ro JY. Diagnostic Approach and Prognostic Factors of Cancers. *Adv Anat Pathol.* 2011;18(2):165-172. doi:10.1097/PAP.0b013e31820cb39e
- Fowler CB. Benign and malignant neoplasms of the periodontium. *Periodontol* 2000. 1999;21(1):33-83. doi:10.1111/j.1600-0757.1999.tb00168.x
- Fitzsimonds ZR, Rodriguez-Hernandez CJ, Bagaitkar J, Lamont RJ. From Beyond the Pale to the Pale Riders: The Emerging Association of Bacteria with Oral Cancer. *J Dent Res.* 2020;99(6):604-612. doi:10.1177/0022034520907341
- Johnson NW, Jayasekara P, Amarasinghe AAHK. Squamous cell carcinoma and precursor lesions of the oral cavity: epidemiology and aetiology. *Periodontol* 2000. 2011;57(1):19-37. doi:10.1111/j.1600-0757.2011.00401.x
- Melo BA de C, Vilar LG, Oliveira NR de, et al. Human papillomavirus infection and oral squamous cell carcinoma - a systematic review. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2021;87(3):346-352. doi:10.1016/j.bjorl.2020.10.017
- Tsimplaki E, Argyri E, Xesfyngi D, Daskalopoulou D, Stravopodis DJ, Panotopoulou E. Prevalence and expression of human papillomavirus in 53 patients with oral tongue squamous cell carcinoma. *Anticancer Res.* 2014;34(2):1021-1025.
- Pires FR, Ramos AB, Oliveira JBC de, Tavares AS, Luz PSR da, Santos TCRB dos. Oral squamous cell carcinoma: clinicopathological features from 346 cases from a single Oral Pathology service during an 8-year period. *Journal of Applied Oral Science.* 2013;21(5):460-467. doi:10.1590/1679-775720130317
- Bugshan A, Farooq I. Oral squamous cell carcinoma: metastasis, potentially associated malignant disorders, etiology and recent advancements in diagnosis. *F1000Res.* 2020;9:229. doi:10.12688/f1000research.22941.1
- Al-Mahozzi S, Salim Z, Malden NJ, Scully C, Lopes V. Tobacco habit-associated oral disease and the negative effects on surgical outcomes. *Dent Update.* 2017;44(11):1065-1070. doi:10.12968/denu.2017.44.11.1065
- Su Mun L, Wye Lum S, Kong Yuiin Sze G, et al. Association of Microbiome with Oral Squamous Cell Carcinoma: A Systematic Review of the Metagenomic Studies. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(14):7224. doi:10.3390/ijerph18147224
- Duray A, Descamps G, Decaestecker C, et al. Human papillomavirus DNA strongly correlates with a poorer prognosis in oral cavity carcinoma. *Laryngoscope.* 2012;122(7):1558-1565. doi:10.1002/lary.23298
- Franzmann EJ, Reategui EP, Carraway KL, Hamilton KL, Weed DT, Goodwin WJ. Salivary Soluble CD44: A Potential Molecular Marker for Head and Neck Cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention.* 2005;14(3):735-739. doi:10.1158/1055-9965.EPI-04-0546
- Nagler R, Bahar G, Shpitzer T, Feinmesser R. Concomitant Analysis of Salivary Tumor Markers—A New Diagnostic Tool for Oral Cancer. *Clinical Cancer Research.* 2006;12(13):3979-3984. doi:10.1158/1078-0432.CCR-05-2412
- Elashoff D, Zhou H, Reiss J, et al. Prevalidation of Salivary Biomarkers for Oral Cancer Detection. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention.* 2012;21(4):664-672. doi:10.1158/1055-9965.EPI-11-1093
- Imbesi Bellantoni M, Picciolo G, Pirrotta I, et al. Oral Cavity Squamous Cell Carcinoma: An Update of the Pharmacological Treatment. *Biomedicines.* 2023;11(4):1112. doi:10.3390/biomedicines11041112
- Bernier J, Cooper JS, Pajak TF, et al. Defining risk levels in locally advanced head and neck cancers: A comparative analysis of concurrent postoperative radiation plus chemotherapy trials of the EORTC (#22931) and RTOG (# 9501). *Head Neck.* 2005;27(10):843-850. doi:10.1002/hed.20279
- Zidar N, Gale N, Kojc N, et al. Cadherin-catenin complex and transcription factor Snail-1 in spindle cell carcinoma of the head and neck. *Virchows Archiv.* 2008;453(3):267-274. doi:10.1007/s00428-008-0649-y
- Ellis GL, Corio RL. Spindle cell carcinoma of the oral cavity. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1980;50(6):523-534. doi:10.1016/0030-4220(80)90436-3
- Oktay M, Kokenek-Unal TD, Ocal B, Saylam G, Korkmaz MH, Alper M. Spindle Cell Carcinoma of the Tongue: A Rare Tumor in an Unusual Location. *Patholog Res Int.* 2011;2011:1-6. doi:10.4061/2011/572381
- Chang NJ, Kao DS, Lee LY, et al. Sarcomatoid carcinoma in head and neck: a review of 30 years of experience--clinical outcomes and reconstructive results. *Ann Plast Surg.* 2013;71 Suppl 1:S1-7. doi:10.1097/SAP.0000000000000069
- Feng L, Cai D, Muhetaer A, et al. Spindle cell carcinoma: the general demographics, basic clinico-pathologic characteristics, treatment, outcome and prognostic factors. *Oncotarget.* 2017;8(26):43228-43236. doi:10.18632/oncotarget.18017
- Yamazaki M, Maruyama S, Abé T, et al. Spindle cell squamous cell carcinoma exhibiting prominent neutrophil phagocytosis: a case report. *J Med Case Rep.* 2021;15(1):438. doi:10.1186/s13256-021-03066-z
- Santosh H, Nagaraj T, Saxena S, Biswas A, Pai S. Verrucous carcinoma: A clinicopathological study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology.* 2019;23(2):303. doi:10.4103/jomfp.jomfp_59_19
- Thompson LDR. Verrucous Squamous Cell Carcinoma. *Ear Nose Throat J.* 2021;100(5_suppl):540S-541S. doi:10.1177/0145561319871712
- Rodrigues-Fernandes CI, Arboleda LPA, Vargas PA, Lopes MA, Santos-Silva AR. Oral verrucous carcinoma manifesting as proliferative verrucous leukoplakia. *Oral Oncol.* 2021;116:105144. doi:10.1016/j.oraloncology.2020.105144
- Franklyn J, Janakiraman R, Tirkey AJ, Thankachan C, Muthusami J. Oral Verrucous Carcinoma: Ten Year Experience from a Tertiary Care Hospital in India. *Indian Journal of Medical and Paediatric Oncology.* 2017;38(04):452-455. doi:10.4103/ijmpo.ijmpo_153_16
- Thompson LDR. Laryngeal Dysplasia, Squamous Cell Carcinoma, and Variants. *Surg Pathol Clin.* 2017;10(1):15-33. doi:10.1016/j.path.2016.10.003
- Rekha KP, Angadi P V. Verrucous carcinoma of the oral cavity: a clinico-pathologic appraisal of 133 cases in Indians. *Oral Maxillofac Surg.* 2010;14(4):211-218. doi:10.1007/s10006-010-0222-0
- Ashok S, Damera S, Ganesh S, Karri R. Oral malignant melanoma. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology.* 2020;24(4):82. doi:10.4103/jomfp.jomfp_5_19
- Zito PM, Brizuela M, Mazzoni T. Oral Melanoma. 2023.
- Hashemi Pour M. Malignant melanoma of the oral cavity: A review of literature. *Indian Journal of Dental Research.* 2008;19(1):47. doi:10.4103/0970-9290.38932
- Astekar M, Choubey RR, Manjunatha BS, Gupta S. Oral malignant melanoma of alveolar ridge. *BMJ Case Rep.* 2019;12(5):e227456. doi:10.1136/bcr-2018-227456
- Barker BF, Carpenter WM, Daniels TE, et al. Oral mucosal melanomas. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 1997;83(6):672-679. doi:10.1016/S1079-2104(97)90318-8
- Lambertini M, Patrizi A, Fanti PA, et al. Oral melanoma and other pigmentations: when to biopsy? *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology.* 2018;32(2):209-214. doi:10.1111/jdv.14574
- Gorsky M, Epstein JB. Head and neck and intra-oral soft tissue sarcomas. *Oral Oncol.* 1998;34(4):292-296.
- Patil G, Halawar S, Sagari S, Babannavar R, Purohit S. Embryonal rhabdomyosarcoma occurring on mandibular gingiva in an adult. *J Clin Diagn Res.* 2013;7(9):2088-2089. doi:10.7860/JCDR/2013/6008.3415
- Chi AC, Barnes JD, Budnick S, Agresta S V. Neville B. Rhabdomyosarcoma of the Maxillary Gingiva. *J Periodontol.* 2007;78(9):1839-1845. doi:10.1902/jop.2007.060454
- Tandon A, Sethi K, Singh AP. Oral Rhabdomyosarcoma: A review. *J Clin Exp Dent.* Published online 2012:e302-308. doi:10.4317/jced.50926
- Gordón-Núñez MA, Piva MR, Dos Anjos ED, Freitas RA. Orofacial rhabdomyosarcoma: report of a case and review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008;13(12):E765-9.

42. Maha O, Amina K, Laila H, Maria EL K, Mohamed EL K, Mohamed K. Rhabdomyosarcoma of the Tongue. *Clinical Medical Image Library*. 2019;5(3). doi:10.23937/2474-3682/1510135
43. Fatahzadeh M, Schwartz RA. Oral Kaposi's sarcoma: a review and update. *Int J Dermatol*. 2013;52(6):666-672. doi:10.1111/j.1365-4632.2012.05758.x
44. Thieringer FM, Cede J, Glatz K, Roehling S, Stoeckle M, Leiggenger CS. Oral Kaposi's Sarcoma: A Case Report and Literature Review on Treatment Management. *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction Open*. 2021;6:247275122110363. doi:10.1177/24727512211036328
45. Oh JK, Weiderpass E. Infection and Cancer: Global Distribution and Burden of Diseases. *Ann Glob Health*. 2014;80(5):384. doi:10.1016/j.aogh.2014.09.013
46. Meriem H, Bouhairi MEL, Ben Yahya I. Non HIV oral Kaposi Sarcoma: Rare case report literature review. *Advances in Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022;6:100225. doi:10.1016/j.adoms.2021.100225
47. Sakina G, Liew YT. Kaposi's sarcoma of the palate. *QJM: An International Journal of Medicine*. 2022;114(12):896-897. doi:10.1093/qjmed/hcab264
48. Cammarata-Scalisi F, Girardi K, Strocchio L, et al. Oral Manifestations and Complications in Childhood Acute Myeloid Leukemia. *Cancers (Basel)*. 2020;12(6):1634. doi:10.3390/cancers12061634
49. Quispe RA, Aguiar EM, de Oliveira CT, Neves ACX, Santos PS da S. Oral manifestations of leukemia as part of early diagnosis. *Hematol Transfus Cell Ther*. 2022;44(3):392-401. doi:10.1016/j.htct.2021.08.006
50. Busjan R, Hasenkamp J, Schmalz G, Haak R, Trümper L, Ziebolz D. Oral health status in adult patients with newly diagnosed acute leukemia. *Clin Oral Investig*. 2018;22(1):411-418. doi:10.1007/s00784-017-2127-x
51. Reenesh M, Munishwar S, Rath SK. Generalised Leukaemic Gingival Enlargement: a Case Report. *J Oral Maxillofac Res*. 2012;3(3). doi:10.5037/jomr.2012.3305
52. Allareddy V, Prakasam S, Allareddy V, et al. Poor Oral Health Linked with Increased Risk of Infectious Complications in Adults with Leukemia. *J Mass Dent Soc*. 2015;64(3):38-42.
53. Varun BR, Varghese NO, Sivakumar TT, Joseph AP. Extranodal Non-Hodgkin's Lymphoma of the Oral Cavity: A Case Report. *Iran J Med Sci*. 2017;42(4):407-411.
54. Kobler P, Borcic J, Zore IF, Nola M, Sertic D. Primary non-Hodgkin's lymphoma of the oral cavity. *Oral Oncology Extra*. 2005;41(1):12-14. doi:10.1016/j.ooe.2004.10.002
55. Silva TDB, Tavares Ferreira CB, Boehmer Leite G, de Menezes Pontes JR, Antunes HS. Oral manifestations of lymphoma: a systematic review. *Ecancermedicalscience*. 2016;10. doi:10.3332/ecancer.2016.665
56. Manjunatha B, Nagarajappa D, Gowramma R, Tanveer A. Extranodal non-Hodgkin's lymphoma presenting as gingival mass. *J Indian Soc Periodontol*. 2011;15(4):418. doi:10.4103/0972-124X.92584
57. Aswath N, Balakrishnan C, Shyamsundar V, Thirrugnanamurthy S. Oral gingival metastasis: A diagnostic dilemma. *Indian Journal of Dental Research*. 2017;28(3):344. doi:10.4103/ijdr. IJDR_261_16
58. Hirshberg A, Leibovich P, Buchner A. Metastases to the oral mucosa: analysis of 157 cases. *Journal of Oral Pathology & Medicine*. 1993;22(9):385-390. doi:10.1111/j.1600-0714.1993.tb00128.x
59. Cantero R, Diez L, Pérez JCG, et al. Gingival metastasis as first sign of a rectal cancer. *Coloproctology*. 1998;6(20):229-232.
60. Nuyen BA, Tang CG. Gingival Metastasis: A Case Report and Literature Review. *Perm J*. 2016;20(1):71-73. doi:10.7812/TPP/15-057

Yapay Zekâ ile Modern Diş Hekimliği: Çocuk Diş Hekimliğinde Yeni Ufuklar

Artificial Intelligence in Modern Dentistry: New Horizons in Pediatric Dentistry

Zeynep Esma ÖZALAN^a , Makbule Buse DÜNDAR SARI^b , Merve KURUN AKSOY^a ^aSağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Ankara, Türkiye^aHealth Sciences University, Gulhane Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, Ankara, Türkiye^bÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Çanakkale, Türkiye^bCanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, Canakkale, Türkiye

ÖZ

Son yıllarda hızla gelişim gösteren ve farklı sektörlerde ilgi odağı haline gelen yapay zekâ her alanda olduğu gibi sağlık alanında da oldukça popülerdir. Bu uygulamalar insan uzmanlığını, maliyet ve tıbbi hatayı azaltmayı; zaman tasarrufu sağlamayı; verimliliği ve doğruluğu arttırmayı amaçlamaktadır. Sağlık hizmetlerinde yapay zekânın temel ilgi alanı klinik teşhis işlemlerini gerçekleştirebilecek ve tedavi önerilerinde bulunabilecek yapay zekâ programlarının oluşturulmasıdır. Yapay zekâ uygulamalarının diş hekimliği alanındaki gelişimi dikkat çekicidir. Ancak diş hekimliği alanında kullanılan yapay zekâ uygulamaları tıptaki uygulamalardan sonra başlamıştır ve henüz başlangıç aşamasında sayılmaktadır. Günümüzde diş hekimliği alanlarının her biri teknoloji ile bağlantılıdır. Bu da yapay zekâ uygulamalarının diş hekimliğinde geliştirilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Diş hekimliğindeki yapay zekâ çalışmalarının temel sorunu veri organizasyonunda, işlenmesinde ve düzenlenmesinde yaşanan sıkıntılardır. Veri setlerinin yapay zekâ modellerine hazır hale getirilmesiyle birçok çalışma yapılmış ve yapılan çalışmalar yüksek doğrulukla sonuçlanmıştır. Çocuk diş hekimliği alanında yapay zekâ üzerine yapılmış çalışmalar oldukça azdır, ancak son yıllarda yapay zekâ modellerinin bu alanda uygulanmasıyla ilgili bildirilen çalışma sayısı genel diş hekimliğindeki çalışma sayısı ile paralel olarak hızla artış göstermektedir. Verilerin kullanılabilirliği arttıkça yapay zekâ uygulamaları çeşitli pediatrik dental uygulamalarda faydalarını kanıtlamaya başlamıştır. Bu derlemede, yapay zekânın özellikle çocuk diş hekimliğindeki kullanım alanlarından ve bu konudaki güncel gelişmelerden bahsedilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çocuk diş hekimliği; Diş hekimliği; Yapay zekâ

YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ ilk olarak John McCarthy tarafından, “zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği” olarak tanımlanmıştır. Bu insan zekâsını bilgisayarlara aktarmak olarak da tanımlanabilmektedir.¹ İnsan beyninin fonksiyonlarını esas alarak insan gibi düşünüp insan gibi algılayan, insan gibi yorumlayıp insan gibi çözümleme yapan ve tüm bu aşamalar sonrasında insan gibi karar alabilen organik olmayan sistemlere (bilgisayar, program, robot vb.) verilen genel addir.¹

Yapay zekâ ile ilişkili ilk çalışmalardan biri olan yapay sinir ağı modeli, Warren McCulloch ve Walter Pitts tarafından 1943 yılında oluşturulmuş ve “Beynin Boolean Devre Modeli” olarak adlandırılmıştır. Geliştirilen model beyinde nöronların çalışma prensibini matematiksel olarak taklit etmiştir. Bu model yapay zekâ çalışmalarının en önemli adımı olarak kabul görmektedir.²

Yapay zekânın tam anlamıyla ortaya çıkması ise İkinci Dünya Savaşı sırasında ilk bilgisayarı bulan ve savaşın gidişatını değiştiren Alan Turing tarafından olmuştur. Alan Turing, makine zekâsı görüşünü ve makinenin insan gibi düşünebilmesini ilk olarak ortaya koyan insandır.³ 1950’de Alan Turing “makinelere düşünebilir mi?” sorusu üzerine oluşturduğu makalesini sunmuş ve makalesinde “karar verme ya da bir problemin çözümü mevcut bilgilerin kullanılmasıyla insan tarafından gerçekleştirilebiliyorsa, makineler neden yapamıyor?” sorusunun cevabını aramıştır. Turing bu makalede kendi ismiyle anılan ve bugün

ABSTRACT

Artificial intelligence, which has developed rapidly in recent years and become the focus of attention in different sectors, is also very popular in the field of health. These applications aim to reduce human expertise, cost and medical error, save time and increase efficiency and accuracy. The main area of interest of artificial intelligence in healthcare is the creation of artificial intelligence programs that can perform clinical diagnosis and make treatment recommendations. The development of artificial intelligence in the field of dentistry is remarkable. However, these attempts started after medical applications and are still in the early stages. Considering the connection between dentistry and technology artificial intelligence applications have the potential of developing in dental practices. The main problem of studies regarding artificial intelligence in dentistry is the difficulties experienced in data organization, processing and editing. Studies usually carried out by making data sets ready for artificial intelligence models, and therefore resulted in high accuracy. There are very few studies on artificial intelligence in the field of pediatric dentistry. However, in recent years, the number of studies reported on the application of artificial intelligence models in this field has been increasing rapidly in parallel with the number of studies in general dentistry. As the availability of data increases, artificial intelligence applications have begun to prove their benefits in various pediatric dental practices. This review aimed to enlighten the use of artificial intelligence mainly in the field of pediatric dentistry and highlight the current developments in this field.

Keywords: Artificial intelligence; Dentistry; Pediatric dentistry

bile kullanılan Turing Testinden bahsetmiştir.⁴ Turing Testi temelde iki insan ve bir bilgisayardan oluşan üç oyunculu bir testtir. Bir insan değerlendirmeci, ayrı bir odada tutulan bir bilgisayar ve bir insana hangisinin insan olduğunu saptayabilmek için açık uçlu sorular sorar.⁵ Belirli bir süreden ve sorudan sonra soru soran insandan cevapların hangisinin diğer katılımcı insana, hangisinin bilgisayara olduğunu karar vermesi istenir. Test birçok kez tekrarlanır ve eğer bilgisayar bunların en az yarısında kazanırsa “zeki bir makine” olarak adlandırılır.² Turing Testi bir makinenin büyük miktarda bilgiyi işleyebildiğini, konuşmayı yorumlayabildiğini ve insanlarla iletişim kurabildiğini gösterir.⁶ Turing testi, günümüzde hala yapay zekâ sistemini test etmede kullanılmaktadır.⁷

“Yapay zekâ” terimi ilk defa 1956’da yaklaşık sekiz hafta süren ve yapay zekâ üzerine olan Dartmouth Yaz Araştırma Projesi’ndeki konferansta (Dartmouth College, Hanover) McCarthy tarafından kullanılmıştır ve “İnsan benzeri zeki makineler özellikle de zeki bilgisayar programları yapmanın bilimi ve mühendisliği” olarak tanımlanmıştır.⁸

YAPAY ZEKÂ ALGORİTMALARI

Bulanık mantık, uzman sistemler, genetik algoritmalar, yapay sinir ağları (Artificial Neural Network, YSA), makine öğrenimi ve derin öğrenme 1950’li yıllardan bugüne kadar geliştirilen yapay zekâ teknikleridir.⁹ Bu tekniklerden en bilineni YSA’dır.¹⁰

Gönderilme Tarihi/Received: 12 Haziran, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 25 Temmuz, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Özalan ZE, Dündar Sarı MB, Kurun Aksoy M. Yapay Zekâ ile Modern Diş Hekimliği: Çocuk Diş Hekimliğinde Yeni Ufuklar. Selcuk Dent J 2025;12(1): 178-183 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1499233](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1499233)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Makbule Buse DÜNDAR SARI
E-mail: dundarbuse94@gmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1499233](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1499233)

Bulanık Mantık

Kesin ifadeler ile tanımlanamayan belirsiz bilgileri işleyerek karar vermeyi kolaylaştıran sistemlerdir.⁹ İkili mantıkta doğru ya da yanlış, 0 ya da 1 şeklinde tanımlanan değerlendirmelerin dışında ara değerler yerine uygulamaları tanımlamakta kullanılmaktadır. Bulanık mantık gündelik hayattaki belirsizliklerin yapay zekâ alanında karşılığını oluşturur. Siyah ya da beyaz olarak bir tanımlamanın mümkün olmadığı sistemlerde gri alanların ifadesi bulanık mantığın çalışma prensibini açıklamaktadır.⁴ Klasik mantık aracılığıyla cevap bulamayan sorular, bulanık mantık sistemleri sayesinde çözümlenebilmektedir. Bulanık mantık sistemlerinin temelleri 1965 yılında Zadeh tarafından atılmıştır.¹¹ Bulanık mantık sistemleri; kalite kontrol, ürün planlama, ulaşım, iletişim, ziraat ve tıp gibi bilim alanlarında başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.¹²

Bulanık mantığın sağladığı avantajlar şu şekilde sıralanabilmektedir:^{4,11}

- Belirsiz, zamanla değişen, karmaşık sistemlerin çözümlerini basite indirger.
- Belirsiz problemlerin çözümü, klasik mantık ile yüksek maliyetli ve zor olmaktadır. Oysa bulanık mantık sayesinde problemler daha kolay çözülebilmekte ve daha uygun maliyetli olmaktadır.
- Problemlerin çözümü için karmaşık yazılımlar yerine basit bir yazılım yeterlidir.
- Diğer tekniklere göre daha esnek ve daha az kural bulunmasından dolayı hızlıdır.

Uzman Sistemler

Belirli bir alanda uzman olan kişinin veriler arasında bağlantı kurarak o konu hakkında kıyaslama ve karar verme işlevlerini taklit eden, iyi organize edilmiş bilgi gövdesine sahip bilgisayar yazılımlarıdır.¹³ Bir yapay zekâ programının amacı herhangi bir kişinin yapacağı bir durumu gerçekleştirebilmektir; uzman sistemlerin amacı ise bir uzmanın yapacağı bir durumu gerçekleştirebilmektir.¹⁴ Tıp alanında kullanılan uzman sistemler, birden çok uzmanın görüşlerini değerlendirerek verilerin doğru yorumlanmasına yardımcı olmaktadır.¹⁵

Uzman sistemler yeni bir tasarım üretmek yerine geçmiş deneyimlerden elde edilen bilgiyi kullanmaktadır.¹⁶ Daha önce karşılaşmamış durumlarla ilgili bilgiye sahip olmaması, uzman sistemlerin hata vermesine neden olmaktadır. Devamlı olarak yeni kurallar tanıtılması sebebiyle uzman sistemlere “kural tabanlı sistemler” veya “bilgi tabanlı sistemler” de denmektedir.¹⁷

Genetik Algoritma

John Holland, 1970’li yıllarda genetik algoritmanın temelini atmıştır ve bu teknik evrim merkezli bir tekniktir. Holland, Darwin’in evrim teorisinden ilham alarak insanlarda yaşanan genetik süreci bilgisayar ortamında gerçekleştirmeyi düşünmüştür.¹⁸ Uzman sistemler tek bir problemin çözümünde etkiliyken genetik algoritma tekniği, hızlı değişen durumların çözümünde ve geleneksel çözüm teknikleri kullanılarak çözülemeyen problemlerde başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir.¹⁹

Makine Öğrenimi

Günlük hayatta yapay zekâ, makine öğrenimi ve derin öğrenme sıklıkla birbirleri yerine kullanılan kavramlar olsa da kapsam ve sınırlılıkları açısından birbirlerinden ayrılmaktadır. Yapay zekâ çok geniş bir kavram olup makine öğrenimi yapay zekânın, derin öğrenme ise makine öğreniminin alt kümesi olarak tanımlanmaktadır.²⁰

“Makine öğrenimi” kavramı, algoritmaların sisteme sunulan verilerden insan beynindeki nöronların işleyişine benzer bir şekilde kalıpları öğrenerek görevleri gerçekleştirmek için eğitildiği yapay zekânın önemli bir alt alanıdır.²¹

Makine öğrenimi teknolojisi web aramalarından sosyal ağlarda içerik filtrelemeye, e-ticaret sitelerinde önerilere kadar birçok alanda katkı sağlamaktadır. Makine öğrenimi sistemleri görüntülerdeki nesneleri tanıma, konuşmaları yazıya dönüştürme, el yazısı tanıma, doğal dil işleme, bilgisayar oyunları, haberleri, gönderileri veya ürünleri kullanıcıların ilgi alanlarına göre eşleştirme ve tıbbi teşhis gibi birçok alanda kullanılmaktadır.²²

Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay sinir ağları, insan beyninde bulunan merkezi sinir sistem nöronlarından esinlenerek geliştirilmiştir. Biyolojik nöronları taklit eden ve matematiksel modelleri olan bilişimsel ağlardır.⁹

YSA, öğrenme üzerine kurulan sistemlerdir. Örneklere ait verileri toplayarak bunlar arasındaki ilişkiyi sağlayan sonrasında hiç karşılaşmadığı bir örnek sunulduğunda edindiği bilgileri kullanarak yeni örneklere karşı karar verebilen algoritmalarlardır. YSA’nın genelleme yapabilme ve öğrenebilme özelliklerinden dolayı birçok bilim dalında uygulanabilme imkânı bulunmaktadır.²³ Genellikle örnek tanıma, tahmin etme, verileri sınıflandırma, yorumlama ve filtreleme problemlerinde uygulanmaktadır. Günlük hayatta hava durumu tahmin etme, ses, el yazısı, parmak izi tanıma, trafikte plaka tanıma, uçuş simülasyonları, sinyal-görüntü işleme, robotik alanda, dil tercüme etme vb. gibi birçok sektörde kullanılmaktadır.¹¹ Tıp ve diş hekimliğinde tanı-teşhis ve tedavi planlama, ameliyat görüntüleme sistemlerinde, ilaçların yan etkilerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.²⁴

Derin Öğrenme

YSA, daha fazla veri ile daha karmaşık sorunları çözebilmek için 21. yüzyılda derin öğrenme kavramına evrilmiştir. 2006 yılında Hinton’un çok katmanlı YSA’nın daha verimli eğitilebileceğini ifade etmesi ile derin öğrenme kavramı ortaya çıkmıştır.²⁵

Derin öğrenme, uzun yıllardır üzerinde düşünülen problemlerin çözümünde büyük ilerlemeler kaydetmekte ve bilim, iş dünyası, sağlık, eğitim birçok alanda uygulanabilmektedir. Görüntü işleme, konuşma tanıma, doğal dili anlama, dil çevirisi, duyu analizi ve soru cevaplama gibi konularda başarılı sonuçlar vermektedir. DNA mutasyonlarının gen ekspresyonu ve hastalıklarına olan etkileri, parçacık hızlandırıcı verileri analiz etme, beyin devrelerini yeniden yapılandırma, iris ve parmak izi okuyucuları, istenmeyen posta/reklam tespiti ve sürücüsüz araçlar gibi birçok alanda kullanıma sahiptir.²⁶

DIŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ

Hızla gelişen yapay zekâ çalışmalarının birçok alanda olduğu gibi diş hekimliği alanındaki gelişimi de umut vericidir.⁷ Yapay zekâ ve diş hekimliği çalışmalarının birçoğu, YSA ve Evrimsel Sinir Ağları (Convolutional neural networks (CNNs))’nı kullanan yapay zekâ modellerine dayanmaktadır.²⁷

Radyoloji alanında gözlemci özelliğinden kaynaklı yanlış ve eksik teşhis oranı yapay zekâ sayesinde minimuma iner. Hekimlerin günlük iş yükünü azaltır ve zamandan tasarruf sağlar. Ayrıca yapay zekâ ağız, diş ve çene bölgesinde insan gözüne kıyasla daha detaylı ve iyi bir değerlendirme yapabilmektedir.²⁸ Bu alanda; diş çürüklerinin analizinde, periapikal patolojiler ve periodontal kemik kaybının teşhisinde, kist ve tümör sınıflandırmasında, sefalometrik analizlerde, osteoporoz taramasında, radyolojik görüntüler üzerinden dişlerin tanınmasında ve segmentasyonuna yönelik çalışmalarda ve adli diş hekimliğine yönelik çalışmalarda kullanılabilmektedir.²⁹

Protetik diş tedavisi alanında oldukça yaygın kullanılan bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM)’ı yapay zekâ uygulamalarına entegre etmek hasta başı uygulamalarını geliştirmektedir.¹⁰ CAD/CAM, sabit ve hareketli protezlerin tasarım ve üretiminde kullanılır. Bu süreçte makine öğrenimi mümkün olan en iyi kuron tasarımını oluşturma konusunda başarılı sonuçlar vermiştir.³⁰ Robotik bir kol üzerine monte edilmiş dönen bir elmas alet ve insan eli ile kron preparasyonunun karşılaştırıldığı bir çalışmada, robotik kolun diş hekimisi tarafından gerçekleştirilen preparasyon kadar doğru değerler gösterdiği bildirilmektedir.³¹

Restoratif diş hekimliğinde çürük lezyonu tespitinde yapay zekâ modellerinden faydalanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda yapay zekânın çürük tanısı koymadaki performansı diş hekimlerinden daha başarılı bulunmuştur.³² Çürük tespitine ek olarak beyaz nokta lezyonlarının tespitinde de yapay zekâ modelleri kullanılmaktadır. Askar ve ark.³³ dental fotoğraflar üzerinden yaptığı bir çalışmada bir derin öğrenme yönteminin % 80’in üzerinde doğruluk gösterdiğini bildirmiştir. Diş sert dokularında çürük, gelişimsel bozukluklar gibi durumların yanı sıra dental restorasyonlar için de CNN’ler eğitilebilmektedir.³⁴ Yapılan bir çalışmada CNN yöntemiyle CAD-CAM kompozit rezin kronlarının debonding olasılığı tahmin edilmiştir ve faydalı bulunmuştur.³⁵

Yapay zekâ modelleri kök kanal sistemi anatomisini incelemek, periapikal lezyonları ve kök kırıklarını tespit etmek, çalışma uzunluğu ölçümünü belirlemek, diş pulpası kök hücrelerinin canlılığını ve yeniden tedavi prosedürlerinin başarısını tahmin etmek gibi endodontide çeşitli uygulamalar göstermiştir.³⁶ Nelson ve ark.³⁷ kök kanal tedavisi sırasında yardım için "otomat" olarak adlandırılan bir robotik sistem fikrini yayınlamıştır. Sistemin diş adlandırma tedavisi esnasında gerekli kök kanal aletlerini sağlaması ile işlem bölgesinden sapmayı azaltmak amaçlanmaktadır.³⁷

Derin öğrenme, periodontal açıdan riskli dişlerin prognozunu belirlemek ve periodontal hastalıkları sınıflandırmak için kullanılabilmektedir.³⁸ Lee ve ark.³⁹ bir CNN modeli ile periapikal radyograf üzerinden periodontal olarak problemlı dişlerin prognozunu değerlendirmişlerdir ve prognozu premolarlarda % 81; molarlarda ise % 76.7 doğrulukla belirlemişlerdir. Nakano ve ark.⁴⁰ YSA algoritmalarını kullanarak tükürükteki oral mikrobiyota aracılığıyla ağız kokusu sınıflandırmasını gerçekleştirmişler ve yapay zekâ modellerinin ağız kokusu tespitinde faydalı olabileceğini bildirmişlerdir. Yapay zekâ yöntemlerinin ağız hijyeni üzerine etkilerine yönelik çalışmalar da rapor edilmiştir. Diş fırçalama ve diş ipi kullanma davranışlarını tespit etmek için bileğe takılan alet sensörlerine dayanan yeni bir yöntem önerilmektedir.⁴¹

Ağız, diş ve çene cerrahisinde anatomik yapıların detaylı tespitinde yapay zekâ algoritmalarından faydalanılmaktadır, bu sayede operasyon sırasında anatomik yapılar korunur ve olası komplikasyonların önüne geçilebilmektedir. Üçüncü molar diş çekimleri cerrahi rutininde en sık uygulanan işlemlerden biridir. Hem işlem öncesi komşu anatomik yapılarla olan ilişkisinin ve çekim zorluğunun değerlendirilmesinde hem de post-operatif yüz şişliğinin belirlenmesinde derin öğrenme modelleri geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda derin öğrenme modellerinin yüz şişliğinin belirlenmesinde % 98; çekim zorluğunu belirlemede % 67 oranında başarılı olduğu gösterilmiştir.⁴² İmplant cerrahisinde kemik kalitesinin belirlenmesi,⁴³ yapay zekâ ile osteoporoz sınıflandırılması yapılabilmektedir⁴⁴ ve lenf nodu metastaz tespiti⁴⁵ ve Sjögren sendromu⁴⁶ yapay zekâ kullanılarak çalışılan diğer cerrahi alanlardır.

Yapay zekâ ortodontide teşhisten tedavi planlamasına ve hasta takibine kadar birçok aşamada kullanılmaktadır. Ortodontik tedavinin simülasyonu, dijital bir işlemle üretilen şeffaf plak sistemleri sayesinde popülerlik kazanmıştır.⁴⁷ Teşhis bulgularının yapay zekâ tarafından belirlenebilmesi, bilgisayara yüklenmesi veya düzenlenebilmesi teşhise giden süreci hızlandıracak adımlardır. Sefalometrik landmark tespitinin ve iskeletsel sınıflamanın yapay zekâ ile otomatik olarak yapılabilirliği,⁴⁸ büyüme ve gelişim döneminin el bilek radyografilerinden veya servikal vertebralardan yapay zekâ ile tespiti⁴⁹ üzerinde çalışılan ve başarılı sonuçlar elde edilen konulardır. Ortodontik tedavi planlamasında önemli bir konu olan çekimli-çekimsiz tedavi kararı için bir yapay zekâ modeli oluşturan ve modelin performansını değerlendiren çalışmalar da mevcuttur.⁵⁰

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ

Yetişkin teşhis ve tedavilerindeki gelişmelerin çocuk diş hekimliği alanına uygulanmasının yanı sıra, sanal asistanlar ile hasta yönetimi, ağrı kontrolü, davranış yönlendirme teknikleri, hasta ve ebeveynin eğitimi gibi çeşitli alanlarda yapay zekâ uygulamaları geliştirilebilmektedir.¹⁰

Son yıllarda diş hekimliği pratiğinde, yapay zekâ algoritmalarına dayanan, bilgisayar destekli sanal asistan görevi yürüten uygulamalar geliştirilmiştir. Bu sanal asistanlar, hastaların randevularını düzenleme, hastalara diş hekimi kontrolünü hatırlatma, klinik evrak işleri ve sigortayı yönetimi, hastanın sistemik anamnezini detaylı bir şekilde alarak her hasta için oluşturduğu sanal bir veri tabanını sayesinde hastaların tıbbi geçmişi hakkında diş hekimini uyarmak, hekime teşhis ve tedavi planlamasında yardımcı olmak, diş sağlığı uzmanına ulaşamadığında veya dişle ilgili acil durumlarda acil durum tele-yardım sağlama gibi görevleri yerine getirebilmektedir.⁵¹ Ayrıca koltuk pozisyonları, su ve ışık kontrolü gibi ünit ayarlamaları klinisyenin herhangi bir manuel girişine ihtiyaç duymayan sesli komutla verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.⁵¹ Bunlarla birlikte çeşitli 4D gözlükler, filmler, animasyonlar ve sanal gerçeklik tabanlı oyunların pediatrik hastalarda davranış yönlendirmeye yardımcı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.⁵²

Çocuk diş hekimliğinde daha hızlı ve daha doğru teşhis için CNN modelleri kullanılmaktadır. Bu sayede hastalar diş hekimiyile daha iyi

bir iş birliği için teşvik edilmektedir ve diş tedavisinin başarı oranı artmaktadır.⁵³

Literatürde, derin öğrenme tabanlı yapay zekâ yöntemleri kullanılarak diş tespit ve numaralandırmanın yapıldığı birkaç çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğu daimi dişleri içeren radyografiler üzerinde yapılmıştır.⁵⁴ Derin öğrenmenin en popüler mimarilerinden biri olan CNN, nesne tanıma için yaygın olarak kullanılmaktadır. CNN gibi derin öğrenme yöntemleri, pediatrik hastalarda süt dişlerinin değerlendirilmesi ve numaralandırılması için giderek daha fazla kullanılmaktadır.⁵⁵

Hastaya en uygun tedavi seçiminin yapılabilmesi diş hekimleri tarafından öncelikle yaş değerlendirmesi yapılması ile mümkündür. Tedavi için yaş tespitinin yanı sıra, adli tıp bilimlerinde kimlik tayini kapsamında da yaş tespiti önemli bir konudur.⁵⁶ Araştırmacılar, makine öğrenimi yöntemleri ile yaş tahmininin, çocukluktan erken yetişkinliğe kadar radyografik diş evrelemesine dayalı manuel metotlardan daha iyi performans gösterdiğini bildirmişlerdir.⁵⁷

Doğru ve zamanında teşhis, erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ)'nin yönetimi ve zararlı sonuçlarının hafifletilmesi açısından hayati öneme sahiptir.⁵⁸ CNN'ler ve derin öğrenme algoritmaları gibi yapay zekâ destekli görüntüleme analiz teknikleri çürük lezyonların tespiti ve bunların ciddiyetinin değerlendirilmesi açısından umut verici sonuçlar göstermiştir.⁵⁹ Ayrıca bu algoritmalar önleyici tedbirler, gelişmiş klinik karar alma sürecine ve EÇÇ yönetimi için özel müdahalelere olanak sağlamaktadır.⁶⁰ Muayene, tükürük sistatin seviyesi, basit anketler, bakteri topluluklarının 16'lı rRNA dizilimi yardımıyla geliştirilen yapay zekâ algoritmaları EÇÇ risk tahmini ve tespitinde yardımcı bulunmuştur.⁶¹

EÇÇ ile mücadele etmek, düşük gelirli ailelerden gelen çocukların diş sağlığı hizmetlerine erişim eksikliği ve bu çocukların ebeveyn ya da bakıcılarının farkındalık eksikliği gibi engellerin üstesinden gelmek için çocukların ebeveynleri tarafından kullanılacak türünün ilk örneği olan yapay zekâ destekli bir telefon uygulaması geliştirilmiştir. Yapay zekâ, ağız sağlığı ve mobil sağlık (mHealth) uzmanları tarafından yürütülen yapay zekâ destekli akıllı telefon uygulaması AICaries, EÇÇ'nin erken klinik tespitini ve tedavisini kolaylaştırma konusunda umut vaat etmektedir.⁶²

Günümüzde, süpernumere dişler olarak da bilinen hiperdentinin tanısında ortopantografi, bilgisayarlı tomografi ve ağız içi tarama yoluyla elde edilen 3 boyutlu segmentasyon modelleri kullanılabilmektedir.⁶³ Süt ve daimi dişlenme dönemindeki meziodensleri tespit etmek için yapılan bir çalışmada birden fazla derin öğrenme ağının (Squeeze net, ResNet 18, ResNet 101 ve Inception-ResNet-V2) kullanımı değerlendirilmiş ve sonuca ulaşmada insana kıyasla önemli ölçüde daha hızlı olduğu ancak doğruluk oranlarının biraz daha düşük olduğu bulunmuştur.⁶⁴ Başka bir çalışmada panoramik radyografadan meziodens teşhinde derin öğrenme tespit tekniğinin önde gelen örneği YOLO yöntemi kullanılmış ve diğer tespit yöntemlerine göre çok daha iyi bir performans göstermiştir.⁶⁵

Yapay zekâ, istenen yapıları seçme seçeneğini sunmaktadır ve süpernumere dişlerin çıkarılmasından sonra kalacak kemik miktarının analizi tedavi öncesinden yapılabilmektedir. Bu durum tedavi planına katkı sağlamaktadır. KIBT görüntülemeye dayanan yapay zekâ, verileri doğru bir şekilde analiz edebilmekte ve fazla sayıda dişin cerrahi tedavisi için en iyi yaklaşımı sağlayabilmektedir. Böylece, cerrahi işlem büyük ölçüde kolaylaşmakta ve hızlanmaktadır.⁶⁶

Hastalara uygulanan koruyucu ve invaziv tedavilerin başarısını arttırmada dental plak teşhisi önem arz etmektedir.⁶⁷ Yapay zekâ ve derin öğrenme yöntemlerine dayanan modern bilgisayar görme teknolojisi nesne algılama, görüntülerde sınıflama ve segmentasyon uygulamaları aracılığıyla diş hekimliği alanında tanı koyma ve tedavi planlamasını kolaylaştıran yazılım programları tasarlamada kullanılmaktadır.⁷ Görüntüde aynı nesne sınıfına ait parçaların bir arada kümelenmesi semantik segmentasyon (anlamsal bölütleme) olarak tanımlanmaktadır.⁶⁸

Derin öğrenmeye dayalı yapay zekâ modelinin ağız içi fotoğraf üzerinde dental plak teşhisinde başarılarının değerlendirildiği bir çalışmada, semantik segmentasyon kullanılarak görüntü veri setinden dental plaklar etiketlenmiştir. Nesnelerin sınırlarını tam olarak tespit edebilmek için nesne algılama değil semantik segmentasyon

uygulanmıştır. Çalışmada 10-15 yaş aralığındaki çocuklarda çürük, restorasyon veya kırık olmayan daimi anterior dişlerden elde edilen ağız içi fotoğraflar kullanılmıştır. Test edilecek dental plaklı alanlar resimlerde hem diş hekimi tarafından hem yapay zekâ tarafından işaretlenmiştir. Bu işaretli alanlar ve altın standart olarak kabul edilen plak boyayıcı ajanla boyanmış dental plaklı alanlar karşılaştırılmış; sonrasında diş hekimi ve yapay zekâ plak tespit performansları incelenmiştir. Yapay zekâ algoritması ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir ve dental plağı tespit etmek için bir diş hekimine göre klinik olarak kabul edilebilir bir başarı göstermiştir.⁶⁹

You ve ark.⁷⁰ tarafından süt dişlerinde DeepLab V3+ modeli kullanılarak derin öğrenmeye dayalı plak tespiti yapılan bir çalışmada, model deneyimi pediatrik diş hekimi ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda dental plağın belirlenmesinde klinik olarak kabul edilebilir başarı oranlarına ulaşılmıştır. Bununla birlikte sonuçlar elde edilen görüntünün doğruluğa bağlı olarak büyük ölçüde değiştiğinden ve yapay zekânın plak tanımlama tekniğinin tam olarak bilinmemesinden kaynaklı bazı sınırlamalara sahip olduğu belirlenmiştir.⁷⁰

Karışık dişlenme döneminde molar dişlerindeki ektoptik erüpsiyonları tespit etme ve segmentlere ayırma üzerine Zhu ve ark.⁷¹ tarafından yapılan bir çalışmada, yapay zekâ modelinin (nnU-Net) daha tutarlı ve doğru olduğu tespit edilmiştir. Liu ve ark.⁷² ktopik maksiller molar erüpsiyonunu pedodontistlerle karşılaştırılabilir bir doğrulukla tanımlayabilen otomatik bir tarama yaklaşımı geliştirmiştir ve yapay zekâ destekli görüntü tanıma modellerinin doğruluğu artırabileceği sonucuna varmışlardır. Ancak, derin öğrenme bunların tanımlama amacıyla kullanılması açısından hala % 100 doğru bulunmamaktadır.

Schönewolf ve ark.⁷³ tarafından yapılan bir çalışmada, özellikle çocuklarda ve ergenlerde görülen gelişimsel bir diş bozukluğu olan molar kesici diş hipomineralizasyonu (MIH)'nın teşhisinde derin öğrenme tabanlı CNN'nin performansı araştırılmıştır. CNN, 3241 ağız içi fotoğraftan elde edilen veri seti ile eğitildikten sonra MIH'ı tespit edebilmiş ve müdahaleleri dokuz MIH kategorisinden sekizinde % 90'dan daha yüksek bir tanısal doğrulukla doğru şekilde ilişkilendirebilmiştir.⁷³

Karışık dişlenme döneminde, sürmemiş küçük azı dişlerinin ve kanin dişlerinin boyutları YSA kullanılarak tahmin edilebilmektedir.⁵¹ Baliga, pediatrik diş hekimliğinde yapay zekâ ile özelleştirilmiş apareyler ile erken ortodontik hareketlerin yapılabileceğini ve yapay zekâ tabanlı cihazlarla enjeksiyonsuz uygulamalar kullanılarak ağrı kontrolünün sağlanabileceğini bildirmiştir.⁵² Anestezi alanında yapılan başka bir çalışmada, yapay zekâ algoritmaları kullanılarak çocukların analjezi tepkisini algılayıp ağrı seviyesini tahmin edebilen bir yazılım geliştirilmiştir.⁷⁴

SONUÇ

Son yıllarda oldukça hızlı gelişim gösteren yapay zekâ diş hekimliği alanında da kapsamlı uygulamalarla kendine yer bulmaktadır. Çocuk diş hekimliği alanında diğer uzmanlık alanlarına kıyasla kullanımı daha düşük olmasına rağmen özellikle teşhis aracı olarak yüksek doğruluk, özgüllük ve hassasiyet göstermesi nedeniyle bu alanda da kullanımının artması beklenmektedir. Bununla birlikte, yapay zekânın hala bazı kısıtlamaları bulunmaktadır. Yapay zekâ ile ilgili hatalardan kimin sorumlu tutulacağı ve analizleri kimin kontrol edeceği gibi yasal konularda ve yapay zekânın yanıltıcı ve sahte veri girişiyle yanlış ve doğrulanamayan bilgiler üretebilmesi gibi güvenilirlik konusunda yetersizlik mevcuttur. Tüm bu sonuçlar ve yapay zekânın insanlara özgü tecrübe, yaratıcılık ve duygular gibi özelliklere sahip olmaması, klinisyenlerin yerini alamayacağını; ancak klinisyenlere yardımcı olacağını göstermektedir.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ZEO (%70), MA (%30)

Veri Toplanması | Data Acquisition: ZEO (%80), MA (%20)

Veri Analizi | Data Analysis: ZEO (%100)

Makalenin Yazımı | Writing up: MBDS (%90), MA (%10)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: MBDS (%100)

KAYNAKÇA

- McCarthy J. What is artificial intelligence? 2007.
- Arslan K. Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. BAEBD. 2020;11(1):71-88.
- Uzun T. Yapay zeka ve sağlık uygulamaları. İKÇÜ İİBF. 2020;3(1):80-92.
- Pirim H. Yapay Zeka. JoY. 2006;1(1):81-93.
- Nayak A. Clinical photography: A to Z. APOS Trends Orthod. 2017;7(1):19.
- Taulli T. Artificial Intelligence Basics. Berkeley, CA: Apress; 2019.
- Park WJ, Park JB. History and application of artificial neural networks in dentistry. Eur J Dent. 2018;12(04):594-601.
- Moor J. The dartmouth college artificial intelligence conference: the next fifty years. AI Magazine. 2006;27(4):87.
- Öztemel E. Yapay Zeka Teknikleri. Papatya Yayıncılık. İstanbul; 2003.
- Tandon D, Rajawat J, Banerjee M. Present and future of artificial intelligence in dentistry. J Oral Biol Craniofac Res. 2020;10(4):391-6.
- Yılmaz A. Yapay Zeka. İnkılap Kitabevi. İstanbul; 2020.
- Gilboy N, Travers D, Wuerz R. Re-evaluating triage in the new millennium: A comprehensive look at the need for standardization and quality. J Emerg Nurs. 1999;25(6):468-73.
- Bahrammirzaee A. A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems. Neural Comput Appl. 2010;19(8):1165-95.
- Allahverdi Novruz. Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması. Atlas Yayın Dağıtım. Ankara; 2002.
- Babalık A, Güler İ. Boğaz enfeksiyonlarının teşhis ve tedavisinde uzman sistem kullanımı. SUJES. 2007;6(2):109-119.
- Alpaydın E. Yapay Öğrenme: Yeni Yapay Zeka. Tellekt; 2020.
- Warwick K. Artificial Intelligence: The Basics: Routledge; 2013.
- İşçi Ö, Korukoğlu S. Genetik algoritma yaklaşımı ve yöneylem araştırmasında bir uygulama. YED. 2003;10(2):191-208.
- Rafiee A, Moradi MH, Farzaneh MR. Novel genetic-neuro-fuzzy filter for speckle reduction from sonography images. J Digit Imaging. 2004;17(4):292-300.
- Chartrand G, Cheng PM, Vorontsov E, Drozdal M, Turcotte S, Pal CJ, et al. Deep learning: a primer for radiologists. Radiographics. 2017;37(7):2113-31.
- Erickson BJ, Korfiatis P, Akkus Z, Kline TL. Machine learning for medical imaging. Radiographics. 2017;37(2):505-15.
- LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. Nature. 2015;521(7553):436-44.
- Ergezer H, Dikmen M, Özdemir E. Yapay sinir ağları ve tanıma sistemleri. PIVOLKA. 2003;2(6):14-7.
- Yasav M. Yapay Sinir Ağlarıyla Yüz Mimiklerinin Tanınması [Yüksek lisans]. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi; 2008.
- Kaya U, Yılmaz A. Derin Öğrenme. Kodlab Yayın Dağıtım. İstanbul; 2019.
- Keleş A. Derin öğrenme ve sağlık alanındaki uygulamaları. J Turk Stud Electric. 2018;13(21):113-27.
- Shan T, Tay FR, Gu L. Application of artificial intelligence in dentistry. J Dent Res. 2021;100(3):232-44.
- Yaji Anisha, Prasad Shesha, Pai Anuradha. Artificial intelligence in dento-maxillofacial radiology. ASDS. 2019;3(1):116-21.
- Putra RH, Doi C, Yoda N, Astuti ER, Sasaki K. Current applications and development of artificial intelligence for digital dental radiography. Dentomaxillofac Radiol. 2022;51(1):20210197.
- Leeson D. The digital factory in both the modern dental lab and clinic. Dental Materials. 2020;36(1):43-52.
- Otani T, Raigrodski AJ, Mancl L, Kanuma I, Rosen J. In vitro evaluation of accuracy and precision of automated robotic tooth preparation system for porcelain laminate veneers. J Prosthet Dent. 2015;114(2):229-35.
- Cantu AG, Gehrung S, Krois J, Chaurasia A, Rossi JG, Gaudin R, et al. Detecting caries lesions of different radiographic extension on bitewings using deep learning. J Dent. 2020; 100:103425.
- Askar H, Krois J, Rohrer C, Mertens S, Elhennawy K, Ottolenghi L, et al. Detecting white spot lesions on dental photography using deep learning: A pilot study. J Dent. 2021; 107:103615.
- Schlickerrieder A, Meyer O, Schönewolf J, Engels P, Hickel R, Gruhn V, et al. Automatized detection and categorization of fissure sealants from intraoral digital photographs using artificial intelligence. Diagnostics. 2021;11(9):1608.
- Yamaguchi S, Lee C, Karaer O, Ban S, Mine A, Imazato S. Predicting the debonding of cad/cam composite resin crowns with AI. J Dent Res. 2019;98(11):1234-8.
- Aminoshariae A, Kulild J, Nagendrababu V. Artificial intelligence in endodontics: Current applications and future directions. J Endod. 2021;47(9):1352-7.
- Nelson CA, Hossain SGM, Al-Okaily A, Ong J. A novel vending machine for supplying root canal tools during surgery. J Med Eng Technol. 2012;36(2):102-16.
- Albayrak B, Özdemir G, Ölçer Us Y, Yüzbaşıoğlu E. Artificial intelligence technologies in dentistry. J Exp Clin Med. 2021;38(SI-2):188-94.
- Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Diagnosis and prediction of periodontally compromised teeth using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. J Periodontal Implant Sci. 2018;48(2):114.
- Nakano Y, Takeshita T, Kamio N, Shiota S, Shibata Y, Suzuki N, et al. Supervised machine learning-based classification of oral malodor based on the microbiota in saliva samples. Artif Intell Med. 2014;60(2):97-101.
- Akther S, Saleheen N, Samiei SA, Shetty V, Ertin E, Kumar S. mORAL: An mHealth model for inferring Oral Hygiene Behaviors in-the-wild using wrist-worn inertial sensors. Proc ACM Interact Mob Wearable Ubiquitous Technol. 2019;3(1):1-25.
- Yoo JH, Yeom HG, Shin W, Yun JP, Lee JH, Jeong SH, et al. Deep learning based prediction of extraction difficulty for mandibular third molars. Sci Rep. 2021;11(1):1954.
- Yüce F, Taşöker M. The applications of artificial intelligence in dentistry. Yeditepe J Dent. 2023;19(2):141-9.
- Chu P, Bo C, Liang X, Yang J, Megalooikonomou V, Yang F, et al. Using octuplet siamese network for osteoporosis analysis on dental panoramic radiographs. In: 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE; 2018. p. 2579-82.
- Kann BH, Aneja S, Loganadane GV, Kelly JR, Smith SM, Decker RH, et al. Pretreatment identification of head and neck cancer nodal metastasis and extranodal extension using deep learning neural networks. Sci Rep. 2018;8(1):14036.
- Kise Y, Ikeda H, Fujii T, Fukuda M, Arijji Y, Fujita H, et al. Preliminary study on the application of deep learning system to diagnosis of Sjögren's syndrome on CT images. Dentomaxillofac Radiol. 2019;48(6):20190019.
- Akdeniz S, Tosun ME. A review of the use of artificial intelligence in orthodontics. J Exp Clin Med. 2021;38(SI-2):157-62.
- Mahto RK, Kafle D, Giri A, Luintel S, Karki A. Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platform. BMC Oral Health. 2022;22(1):132.
- Amasya H, Yildirim D, Aydoğan T, Kemaloglu N, Orhan K. Cervical vertebral maturation assessment on lateral cephalometric radiographs using artificial intelligence: comparison of machine learning classifier models. Dentomaxillofac Radiol. 2020;49(5):20190441.
- Bichu YM, Hansa I, Bichu AY, Premjani P, Flores-Mir C, Vaid NR. Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics: a scoping review. Prog Orthod. 2021;22(1):18.
- Kurup RJ, Sodhand A, Sangeetha R. Dentistry and artificial intelligence. ASDS. 2020;4(10):26-32.
- Baliga MS. Artificial intelligence - The next frontier in pediatric dentistry. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2019;37(4):315.
- Vishwanathaiah S, Fageeh HN, Khanagar SB, Maganur PC. Artificial intelligence its uses and application in pediatric dentistry: A review. Biomedicine. 2023;11(3):788.
- Vona Ş. Derin Öğrenme Yöntemi İle Panoramik Radyografilerde Süt Dişlerinin Tespiti Ve Numaralandırılması [Yüksek lisans]. Ordu: Ordu Üniversitesi; 2023.
- Kılıç MC, Bayrakdar IS, Çelik Ö, Bilgir E, Orhan K, Aydın OB, et al. Artificial intelligence system for automatic deciduous tooth detection and numbering in panoramic radiographs. Dentomaxillofac Radiol. 2021;50(6):20200172.
- Zaborowicz K, Biedziak B, Olszewska A, Zaborowicz M. Tooth and bone parameters in the assessment of the chronological age of children and adolescents using neural modelling methods. Sensors. 2021;21(18):6008.

57. Galibourg A, Cussat-Blanc S, Dumoncel J, Telmon N, Monsarrat P, Maret D. Comparison of different machine learning approaches to predict dental age using Demirjian's staging approach. *Int J Legal Med.* 2021;135(2):665-75.
58. Sharma S. Artificial intelligence in dentistry: The current concepts and a peek into the future. *Int J Contemp Med Res.* 2019;6(12):5-9.
59. Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Dent.* 2018;77:106-11.
60. Al-Namankany A. Influence of artificial intelligence-driven diagnostic tools on treatment decision-making in early childhood caries: A systematic review of accuracy and clinical outcomes. *Dent J.* 2023;11(9):214.
61. Karhade DS, Roach J, Shrestha P, Simancas-Pallares MA, Ginnis J, Burk ZJS, et al. An automated machine learning classifier for early childhood caries. *Pediatr Dent.* 2021;43(3):191-7.
62. Xiao J, Luo J, Ly-Mapes O, Wu TT, Dye T, Al Jallad N, et al. Assessing a smartphone app (aicaries) that uses artificial intelligence to detect dental caries in children and provides interactive oral health education: Protocol for a design and usability testing study. *JMIR Res Protoc.* 2021;10(10):e32921.
63. Chen R, Yang J, Feng Y, Hao J, Liu Z. Model adaptive tooth segmentation. *Proc Mach Learn Res.* 2023;227:775-798.
64. Ahn Y, Hwang JJ, Jung YH, Jeong T, Shin J. Automated mesiodens classification system using deep learning on panoramic radiographs of children. *Diagnostics.* 2021;11(8):1477.
65. Ha EG, Jeon KJ, Kim YH, Kim JY, Han SS. Automatic detection of mesiodens on panoramic radiographs using artificial intelligence. *Sci Rep.* 2021;11(1):23061.
66. Mladenovic R, Kalevski K, Davidovic B, Jankovic S, Todorovic VS, Vasovic M. The role of artificial intelligence in the accurate diagnosis and treatment planning of non-syndromic supernumerary teeth: A case report in a six-year-old boy. *Children.* 2023;10(5):839.
67. Lang NP, Schätzle MA, Löe H. Gingivitis as a risk factor in periodontal disease. *J Clin Periodontol.* 2009;36:3-8.
68. Chen LC, Papandreou G, Kokkinos I, Murphy K, Yuille AL. DeepLab: Semantic image segmentation with deep convolutional nets, atrous convolution, and fully connected CRFs. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell.* 2018;40(4):834-48.
69. Yüksel B. Dental Plak Varlığının Yapay Zeka İle Değerlendirilmesi [Diş Hekimliği Uzmanlık]. Edirne: Trakya Üniversitesi; 2023.
70. You W, Hao A, Li S, Wang Y, Xia B. Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: A comparison with clinical assessments. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):141.
71. Zhu H, Yu H, Zhang F, Cao Z, Wu F, Zhu F. Automatic segmentation and detection of ectopic eruption of first permanent molars on panoramic radiographs based on nnU-Net. *Int J Paediatr Dent.* 2022;32(6):785-92.
72. Liu J, Liu Y, Li S, Ying S, Zheng L, Zhao Z. Artificial intelligence-aided detection of ectopic eruption of maxillary first molars based on panoramic radiographs. *J Dent.* 2022;125:104239.
73. Schönewolf J, Meyer O, Engels P, Schlickerrieder A, Hickel R, Gruhn V, et al. Artificial intelligence-based diagnostics of molar-incisor-hypomineralization (MIH) on intraoral photographs. *Clin Oral Investig.* 2022;26(9):5923-30.
74. Côté C. Artificial intelligence in anesthesiology: Moving into the future. *Univ Tor Med J.* 2019;96(1).

ChatGPT'nin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları ve Sınırlamaları

ChatGPT Usage Areas and Limitations in Dentistry

Ömer Tarık ÖZDEMİR^a, Yeliz GÜVEN^a

^aİstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, İstanbul, Türkiye

^aIstanbul University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, Istanbul, Türkiye

ÖZ

Yapay zekâ, sağlık sektöründe hızla gelişen bir alan olup, tıp ve diş hekimliği alanında önemli bir yere sahiptir. ChatGPT, OpenAI tarafından geliştirilen bir sohbet robotu olup diş hekimliğinde de çeşitli uygulamalar sunmaktadır. Bu derlemede ChatGPT'nin diş hekimliği alanındaki uygulamaları, özellikleri ve getirdiği sorunlar ele alınmaktadır. ChatGPT'nin diş hekimliği alanında kullanımı gerek hastalar gerek hekimler için çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Hastalar ile etkili iletişim kurulmasını sağlayarak hasta memnuniyetini artırmaktadır. Eğitim materyallerini kişiselleştirme ve bilimsel yazım ve literatür taramasında diş hekimlerine destek olmaktadır. Birden fazla dilde hizmet vermesi farklı dillerdeki hastalarla etkileşimde ve global literatürü takip etmede büyük avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, tedavi planlaması ve teşhis konusunda destek olarak tedavi kalitesini artırmakta ve diş hekimliği pratiğine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, ChatGPT'nin diş hekimliğindeki uygulamaları bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. ChatGPT'nin teşhis ve tedavi önerilerinde yanlış yapma ihtimali bulunmaktadır. Ayrıca etik ve gizlilik konularında yarattığı sorunlar da göz ardı edilmemelidir. ChatGPT'nin hastaların kişisel verilerini kullanırken karşılaşılabilecek riskler hem hukuki hem de etik açıdan önemli sorunlara yol açabilmektedir. Sonuç olarak, ChatGPT'nin diş hekimliği alanında kullanımı hem hastalar hem de diş hekimleri için önemli faydalar sunarken, bu yeni teknolojinin getirdiği zorluklar ve riskler de dikkate alınmalıdır. Bu derleme, ChatGPT'nin diş hekimliğindeki uygulamaların derinlemesine inceleyerek, bu alandaki potansiyeli ve limitasyonları ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: ChatGPT; Yapay Zekâ; Diş Hekimliği

Giriş

Yapay zeka uygulamaları, günümüzde birçok sektörde hızla evrim geçiren ve bu sektörlerin işleyişini derinden etkileyen bir teknoloji olarak ön plana çıkmaktadır. Bu teknolojik gelişmelerden önemli ölçüde etkilenen alanlardan biri olan sağlık sektöründe, özellikle diş hekimliği ve tıp pratiğinde yapay zeka klinik uygulamalarda ve bilimsel araştırmalarda önemli bir perspektif sunmaktadır.¹

Yapay zekâ, diş hekimlerine hastaların tedavi planlarını oluşturmak, hastalıkları teşhis etmek ve tedavi sonuçlarını tahmin etmek gibi konularda önemli avantajlar sunabilmektedir. Bu teknoloji, hasta verilerini analiz ederek kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımları geliştirme ve uygulama konusunda diş hekimlerine destek sağlayabilmektedir. ChatGPT gibi dil anlama yeteneğine sahip modeller, diş hekimleri arasındaki iletişimi güçlendirerek bilgi paylaşımını kolaylaştırabilmekte ve tedavi sürecini daha anlaşılır hale getirebilmektedir. Bu hem diş hekimleri hem de hastalar arasında güvenilir bir iletişimi destekleyerek tedavi sürecinin daha etkili ve tatmin edici bir deneyim olmasına katkıda bulunabilmektedir.²

ChatGPT'nin diş hekimliği pratiğindeki avantajlarına karşın güvenilirlik, yanlış öneri ve teşhislerde bulunma olasılığı gibi olumsuz özelliklerinin de göz ardı edilmemesi gerektiği belirtilmektedir. Güvenilirliği konusundaki belirsizlik, diş hekimleri arasında ve hastalar arasında güven açısından olumsuz özellikler oluşturabilmektedir. Yanlış öneri ve teşhislerde bulunma olasılığı, tedavi sürecinde ciddi hataların oluşması ile sonuçlanabilmektedir. Ek olarak, sınırlı veri üzerinden eğitilmesi, özellikle nadir görülen durumları ele almakta ve genelleme yapmaktaki zorlukları da beraberinde getirebilmektedir. Bu durum, özel ve nadir

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is a rapidly evolving field in healthcare, and it holds a significant place in dentistry. ChatGPT, a chatbot developed by OpenAI, offers various applications in dentistry. This review discusses the applications, features, and challenges brought by ChatGPT in the field of dentistry. ChatGPT has several positive effects on dentistry. It enhances patient satisfaction by effective communication with patients. The customization of educational materials and assistance in scientific writing and literature review support dental professionals. Its multilingual service capability is a significant advantage for interacting with patients in different languages and keeping up with global literature. Furthermore, it functions as clinical support in treatment planning and diagnosis, thereby improving the quality of patient care and making dental practice more efficient. However, the applications of ChatGPT in dentistry also bring certain challenges. The possibility of mistake in diagnosis and treatment recommendations by ChatGPT raises concerns about patient safety. Additionally, issues related to ethics and privacy cannot be overlooked. The risks associated with ChatGPT processing patients' data pose significant legal and ethical concerns. In conclusion, while the use of ChatGPT in dentistry offers considerable benefits to both patients and dental practitioners, the challenges and risks introduced by this new technology must also be considered. This review thoroughly examines the applications of ChatGPT in dentistry, highlighting its potential and limitations.

Keywords: ChatGPT; Artificial Intelligence; Dentistry

hastalıkları doğru bir şekilde tanımlamak isteyen diş hekimleri için kullanımı kısıtlayıcı bir etki oluşturmaktadır.³

Bu derleme makalede, ChatGPT'nin sağlık ve diş hekimliği alanındaki olası kullanım alanlarının, bu teknolojinin sağlık çalışanları için sağladığı avantajların ve beraberinde getirdiği potansiyel zorlukların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Yapay zeka ve diş hekimliği arasındaki bu entegrasyonun, gelecekteki diş sağlığı hizmetlerinin yönlendirilmesinde önemli bir etkiye sahip olabileceği öngörülmüştür.

Yapay Zeka Uygulamalarından ChatGPT

Chatbot Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT) basit sorgulardan karmaşık tartışmalara kadar çok çeşitli soru ve konulara yanıt vermek için tasarlanmış yapay zekâ destekli bir chatbot yani sohbet robotu olarak tanımlanmaktadır.⁴ Sohbet robotu, kullanıcı ile daha çok metin, bazı durumlarda ise sesli konuşma yoluyla etkileşime girerek bilgi vermeyi sağlayan ve bunu insan konuşmalarını simüle ederek gerçekleştiren bir yazılımdır. Sohbet robotları kullanıcı sorularını konuşarak ve sezgisel olarak anlamak ve yanıtlamak için doğal dil işleme (Natural Language Processing-NLP) ve makine öğrenimi (Machine Learning-ML) algoritmalarından yararlanmaktadır. ChatGPT bilgi işleme için Derin Öğrenme (Deep Learning-DL) teknolojisini kullanan yapay zekâdan türetilmiş bir sohbet robotu olup, bilim ve teknolojiden güncel olaylara kadar çok çeşitli konularda bilgi sağlayabilme özelliğine sahiptir.^{4,5} Kullanıcının talebi doğrultusunda denemeler, şiirler, şarkı sözleri üretebilmekte, genel ve araştırma makaleleri yazabilmekte ve farklı konulardaki soruları yanıtlayabilmektedir.⁶

Gönderilme Tarihi/Received: 23 Haziran, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 21 Ağustos, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atrf Bilgisi/Cite this article as: Özdemir ÖT, Güven Y. ChatGPT'nin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları ve Sınırlamaları. Selcuk Dent J 2025;12(1): 184-190 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1503653

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ömer Tarık ÖZDEMİR

E-mail: omertarik.ozdemir@ogr.iu.edu.tr

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1503653

ChatGPT insanların yazdığı metinlere benzer içerik üretmek için derin öğrenmeyi kullanan ve içeriğini Wikipedia, kitaplar, haberler, dergi makaleleri, bloglar ve internette bulunan diğer web kaynaklarının da dahil olduğu 570 GB veriden sağlayan 175 milyar parametrelili bir büyük dil modeli (Large Language Model-LLM) olan Generative Pre-trained Transformer (GPT) 3'ün bir varyasyonu olan GPT 3.5'ün yapay zeka destekli sohbet robotu olarak tasarlanmıştır.⁷ İlk kez 30 Kasım 2022 tarihinde OpenAI isimli bir yapay zeka araştırma şirketi tarafından hizmete sunulmuştur. İlk 5 günde 1 milyon kullanıcı sayısına ulaşan, geçen bir yıllık süre içinde ise 180 milyondan fazla kişi tarafından kullanılır hale gelen bu sohbet robotu tarihin en hızlı büyüyen tüketici yazılım uygulaması olma özelliğini de taşımaktadır.⁶⁻⁸ Günümüzde Microsoft tarafından ChatGPT entegrasyonu ile geliştirilen Bing Chat(Microsoft Corp. Washington, ABD) ve Google tarafından geliştirilen Bard (Google LLC, California, ABD) ChatGPT'ye alternatif diğer yapay zeka destekli sohbet uygulamaları olarak kullanılmaktadır. Open AI Mart 2023'te GPT-3.5'ün daha ileri versiyonu olan GPT-4 alt yapısını kullanan ChatGPT Plus versiyonunu da ücretli olarak kullanıma sunmuştur. GPT-4 modelinin GPT-3.5 ile karşılaştırıldığında; daha yaratıcı yanıtlar verebilmesi, yalnızca metin istemlerini kabul eden GPT 3.5'ün aksine hem metin hem görsel girişlerine izin vermesi, doğruluk ve güvenirliliğinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir.⁶

ChatGPT diğer arama motorlarından (Google, Bing, Baidu) farklı olarak güncel olaylarla ilgili bilgi almak için internet ağını taramaz ve öğrendiği bilgiler 2021 öncesi ile sınırlıdır. 2021 sonrası veriler ile eğitilmediğinden dolayı erişebildiği bilgiler düzensiz, eksik ve yetersiz olabilmektedir. Bu durumun ChatGPT'nin önemli bir dezavantajı olduğu belirtilmektedir.⁹ Bunun yanı sıra sağladığı bilgilerin yüzde yüz doğru olmaması, taraflı ya da intihal yanıtlar verebilmesi ve aynı sorunun yanıtlarının kullanıcılar arasında farklılık göstermesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır.⁵

Sağlık alanında ChatGPT'nin Kullanımı

Yapay zeka destekli teknolojiler tıp ve diş hekimliğinin farklı uzmanlık alanlarında tedavi, eğitim ve araştırma faaliyetlerini geliştirme potansiyelleri nedeniyle son yıllarda oldukça ilgi görmektedir.¹⁰

Sallam ve ark. 'nın 2023 yılında gerçekleştirdikleri ve 60 makaleyi dahil ettikleri sistematik derlemede; ChatGPT'nin sağlık hizmetleri eğitimi, araştırma ve klinik uygulama alanlarında kullanımı ve sağladıkları yararlar incelenmiştir. ChatGPT'nin en çok bildirilen faydasının akademik/bilimsel yazı yazma ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Özellikle yüksek kalitede metinlerin yazılmasına olanak sağlaması, araştırma eşitliğini destekleyen gelişmiş bir dil ve çeviri desteği sunabilmesi, okunabilirliği artırması ve hızlandırılmış literatür taraması gibi avantajlarının bulunduğu bildirilmiştir. İkinci olarak sağlık hizmetleri araştırmaları alanında sağladığı faydaların geldiği ifade edilmiştir. Bununla ilgili olarak elektronik sağlık kayıtları ya da genomik veriler gibi geniş veri kümelerinin analizi ve kodların oluşturulması, veri analizlerinin daha kısa sürede gerçekleştirilebilmesine bağlı olarak zamandan tasarruf sağlaması ve deney tasarımı, ilaç keşfi ve geliştirme aşamalarına daha çok odaklanabilmeye olanak sağlaması gibi avantajları belirtilmiştir. Bir diğer fayda alanının sağlık hizmetleri uygulamaları ile ilgili olduğu bildirilmiştir. Bu alanda özellikle kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları, hastalık risk ve sonucunun tahmini, klinik iş akışının düzene sokulması, gelişmiş tanı, dokümantasyon, maliyet tasarrufu ve gelişmiş sağlık okuryazarlığı gibi avantajlarından bahsedilmiştir. Son olarak sağlık disiplinlerindeki eğitsel faydaların aktarıldığı çalışmada, doğru ve çok yönlü bir klinik yönetim sisteminin oluşturulması, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyiminin iyileştirilmesi ve grup öğrenimine yardımcı olması gibi faydaları bildirilmiştir.¹¹

Sağlık Eğitiminde Kullanımı

Yapay zekanın eğitim-öğretim alanına entegrasyonu ile eğitimciler ve öğrenciler için kişiselleştirilmiş öğrenme materyalleri ve ders planları geliştirme, gerçek zamanlı geri bildirim sağlama, ilgi çekici eğitim içeriği oluşturma ve ödevleri notlandırmada yardımcı olma gibi birçok alanda ChatGPT'nin kullanımı mümkün olmuştur.⁷

Rahad ve ark. ChatGPT'nin diş hekimliği öğrencilerine sınava hazırlanma konusunda yardımcı olup olamayacağını değerlendirmişlerdir. Araştırmada diş hekimi ya da dental hijyenist olarak çalışabilmek için gerekli lisansların alınması sırasında yeterlilikleri belirlemede kullanılan INBDE (Integrated National Board

Dental Examination) sınavının kazanımlarına göre ChatGPT'den diş hekimliği derslerinden ayrı ayrı sorular oluşturmaları istenmiştir. ChatGPT'den alınan yanıtlar daha sonra uygunluğunu onaylamak için alan uzmanları tarafından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, ChatGPT tarafından üretilen sorular analiz edildiğinde, ChatGPT'nin belirli bir konuda farklı bilgileri bir araya getirme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, üretilen bazı soruların iyileştirme yapılmadan doğrudan test için kullanılmasının uygun olmadığı saptanmış ve bunun da ChatGPT'nin mevcut sürümünün bilgiyi doğru bir şekilde sentezlemek için gerekli olan üst düzey zekaya hala sahip olmadığını gösterdiğini belirtmişlerdir. Diğer yandan tüm sınırlamalarına karşın, ChatGPT kullanılarak oluşturulan soru ve yanıtların özellikle öğrencilerin INBDE sınavına hazırlıkları sırasında konu alanlarını belirlemelerine yardımcı olabilecek iyi bir kaynak niteliği taşıdığını belirtmişlerdir.¹²

Peker Öztürk ve ark.'nın dentomaksillofasiyal radyoloji sınavında ChatGPT (3.5 ve 4 versiyonları) ile diş hekimliği 4. sınıf öğrencilerinin bilgi ve yorumlama yeteneklerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, 20'si çoktan seçmeli ve 8'i açık uçlu olmak üzere toplam 28 soru Türkçe ve İngilizce olarak iki kere sorulmuştur. Sonuç olarak çoktan seçmeli sorularda en yüksek başarı %75 doğruluk ile ChatGPT 4 İngilizce grubunda gözlenirken, ChatGPT 4 Türkçe ve ChatGPT 3.5 İngilizce grupları soruların %70'ine doğru yanıt vermiştir. Açık uçlu sorularda ise Türkçe ve İngilizce'de yine ChatGPT-4 en iyi sonuçları göstermiştir. Sınavdan alınan toplam puanlar incelendiğinde, ChatGPT 4 İngilizce grubunun ve 4. sınıf öğrencilerinin ortalama aynı notu (70 puan) aldıkları gözlenmiştir. Çalışma sonucunda ChatGPT'nin 4.sürümünün dental radyoloji alanındaki bilgi ve algısının sınavlarda kullanım için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.¹³

Kişiselleştirilmiş Öğrenme

Topluluk içinde eğitimin özellikle bazı öğrencilerin öğrenim ihtiyaçlarını karşılayamaması ve yabancılaştırması gibi nedenler ile kişiselleştirilmiş eğitime doğru bir yöneliş olduğu gözlenmektedir. Her öğrenci bir programa belirli ön bilgi ve becerilerle girmek ve bu ön bilgi ve becerilerin programdaki öğrenmeyi ne ölçüde destekleyebileceği ise değişkenlik göstermektedir. Kişiselleştirilmiş öğrenme ile her öğrencinin bir öğrenme profili ve izleyeceği bir yol bulunmaktadır. Buradaki en büyük zorluğun, her öğrenci için ders materyallerinin ve değerlendirmelerin geliştirilmesinin zaman ve emek alıcı olabilmesi olduğu belirtilmekte ve ChatGPT'nin özellikle de ChatGPT-4'ün öğrenciye özel öğrenme materyallerinin oluşturulmasında kullanılması ile bu zorluğun aşılabileceği ifade edilmektedir.¹⁴

ChatGPT, öğrencilerin sorularını yanıtlayabilecek ve çalışmalar hakkında geri bildirim sağlayabilecek sanal öğretmenler veya asistanlar oluşturmak için kullanılabilmektedir. Kişiselleştirilmiş çalışma planları ve öğrenme materyalleri de öğrencilerin farklı öğrenme stillerine ve yeteneklerine göre düzenlenebilmektedir. Bir başka kullanım alanı ise tıbbi alanda çeviriler, açıklamalar ve özet oluşturma yeteneği ile karmaşık öğrenme materyallerini öğrenciler için daha anlaşılır hâle getirebilmesidir.¹⁵

Öğrenciler kendi özel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış çalışma planları oluşturmak için sohbet robotuna bireysel güçlü yönleri, zayıf yönleri, hedefleri ve tercihleri hakkında bilgi girebilirler. Bu şekilde her öğrencinin kendine özgü öğrenme tarzının ve hızının dikkate alınması sağlanarak kişiselleştirilmiş çalışma planları oluşturulabilmekte ve bu da daha verimli ve etkili öğrenme ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca, GPT-3, bir öğrencinin gelişmeye ihtiyaç duyduğu belirli alanları hedefleyen kısa özetler, flaş kartlar ve alıştırma soruları dahil olmak üzere kişiselleştirilmiş öğrenme materyalleri de oluşturabilmektedir. Öğrenciye özel olarak uyarlanmış kaynaklar, öğrencilerin en ilgili içeriğe odaklanmalarına yardımcı olarak çalışma sürelerini optimize edebilmekte ve bilginin kalıcılığını artırabilmektedir.^{7,16}

Araştırma Yardımcısı

ChatGPT tıbbi araştırmalar ve literatür incelemelerinde kullanıcı için büyük faydalar sağlamaktadır. Özellikle veri toplama ve analiz etme aşamalarının daha hızlı ve daha verimli geçmesine yardımcı olmaktadır. Bilimsel literatürden, elektronik tıbbi kayıtlardan ve diğer kaynaklardan ilgili bilgilere erişme, bunları çıkarma ve özetleme yeteneğine sahip olan bu sohbet robotları, diş hekimliği öğrencilerinin ve araştırmacıların raporları ve araştırma makaleleri için ihtiyaç

duydukları bilgileri hızlı ve verimli bir şekilde toplamalarını sağlamaktadır.¹⁷

Günümüzde araştırmacılar, makalelerini geliştirmek, konuşmalarının özetlerini ya da konuşmanın kendisini yazmak, bir konuyla ilgili literatürü özetlemek ve belirli araştırma alanlarındaki boşlukları belirlemek için ChatGPT ve diğer büyük dil modellerini kullanmaktadırlar. Yakın gelecekte, gerek ChatGPT'nin doğru şekilde eğitilerek uygun soru sorma yöntemlerinin kullanılması ile, ChatGPT'nin deneyler tasarlamaya, araştırma önerilerini yazmaya, hakem değerlendirmeleri yapmaya ve hatta editöryal kararlar almaya yardımcı olacağı düşünülmektedir. ChatGPT'nin bilgiye hızlı erişim ve görevleri hızla tamamlama yeteneği zaman sıkıntısı çeken araştırmacılar ve editörler için önemli bir araç haline gelmesini sağlamaktadır. ChatGPT, tıbbi bilimsel yazım sürecini kolaylaştırarak ve geliştirmek için otomatik literatür taraması, taslak hazırlama ve düzenleme, dil ve ton uyarlaması, atıf ve referans yönetimi, tablo ve şekil oluşturma gibi birçok olanak sunmaktadır. ChatGPT araştırmacıların daha bilimsel ve üretken olmalarına yardım eden önemli bir araç olmakla birlikte, insanlarda var olan eleştirel düşünmeyi gerçekleştiremediğinin de göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmektedir.¹⁸

Bilimsel Yazım

ChatGPT'nin tutarlı ve dilbilgisi açısından doğru cümleler oluşturma yeteneğine sahip olması bilimsel yazı yazmada kullanılan etkin bir araç olmasını sağlamaktadır. ChatGPT'yi bilimsel yazımda kullanmanın en büyük faydalarından biri, yazma sürecini hızlandırma potansiyelidir. Yazarlar ChatGPT'ye fikirlerini girdikten birkaç saniye içinde tutarlı ve iyi yazılmış bir metin elde edebilmektedirler. Bu da araştırmacıların aslında araştırmalarının diğer yönlerine daha çok odaklanmalarına olanak sağlamaktadır. Ek olarak, ChatGPT yazımdaki hataları ve tutarsızlıkları azaltmaya da yardımcı olabilmektedir.

Karar Desteği- Klinik Yardımcı Olarak ChatGPT

Herhangi bir tıbbi kararda son sözü her zaman bir sağlık uzmanının söylemesi gerekse de ChatGPT hasta semptomlarına ve tıbbi geçmişine dayalı olarak tedavi için destek ve öneriler sağlamaya yardımcı olmak için kullanılabilmektedir. Radyolojik görüntüler, hasta anamnezleri ve diğer medikal bulgular gibi doğrudan belge analizlerine ek olarak, bireylere özel tedavi planlarının oluşturulmasında da yardımcı olabilmektedir.¹⁹

Klinik karar desteği, klinisyenlerin sağlıkla ilgili karar verme mekanizmalarını geliştirmeye yönelik süreci ifade etmektedir. Son yıllarda özellikle radyoloji alanında kullanıldığı görülmektedir. Geniş bilgi tabanlarından yararlanarak farklı klinik senaryolar için en iyi görüntüleme yöntemlerine ilişkin soruları hızlı bir şekilde yanıtlayabilmektedir. ChatGPT bir miktar rehberlik sağlayabilse de doğrudan medikal öneri vermeyecek şekilde tasarlanmıştır ve nihai kararı sağlık uzmanlarına bırakır. Kullanıcıların soruları oluştururken dikkatli olup spesifik bilgiler sağlaması önemlidir aksi takdirde yanlış veya eksik sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. ChatGPT'nin verdiği yanıtların doğruluğu eğitiminde kullanılan verilerin kalitesine ve güncelliğine bağlıdır. Ancak ChatGPT'nin bilgi tabanı 2021'e kadar olan verilerle sınırlıdır ve bu nedenle yanıtları eksik kalabilir. Dolayısıyla ChatGPT profesyonel tıbbi öneri yerine bir bilgi kaynağı olarak değerlendirilmelidir.²⁰

Rao ve ark.'nın Amerika Birleşik Devletleri merkezli bir çalışmasında ChatGPT 'ye Merck klinik el kitabından alınmış 36 adet standardize klinik soru sorulmuştur. ChatGPT 'den ilk olarak hastanın yaşı, cinsiyeti ve semptomları gibi temel bilgilere dayanarak ayrıncı tanı koymas istenmiştir. Daha sonra ChatGPT'ye ek bilgiler de verilip kesin tanı koyması istenmiştir. Araştırmacılar ChatGPT'nin performansını tıp kariyerinin başlangıç aşamalarında olan yeni mezun bir doktora benzetmiştir. ChatGPT'nin kesin tanıda %77 gibi önemli bir oranda doğruluk gösterdiğini, özellikle kısıtlı bilgiye dayanan başlangıç teşhisinde ise biraz zorlandığını ve %72 oranında bir başarıya ulaşabildiğini belirtmişlerdir.²¹

ChatGPT aynı zamanda radyoloji raporlarının basitleştirilmesinde de kullanılabilmektedir. Basitleştirilmiş ve dolayısıyla daha anlaşılır raporlar, hastaların kendi sağlık durumlarını daha iyi anlamalarını, tıbbi tedavi süreci boyunca daha bilinçli olmalarını ve tedavi süreçleri ile ilgili olarak daha aktif rol almalarını sağlamaktadır. Bu konu ile ilgili sunduğu avantajlara karşın, ChatGPT esas olarak metin sadeleştirme

için eğitilmemiştir ve bu kritik görev için kullanılması amaçlanmamıştır. ChatGPT kulağa makul gelen metinler üretebilir, ancak içeriğin doğru olması gerekmez. Hatta orijinal metin tarafından desteklenmeyen ifadeler eklemesi bile mümkün olabilmektedir ki bu halüsinasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu durum, ChatGPT'nin radyoloji raporlarını, çıktının gerçeklere dayalı olarak doğru, eksiksiz ve hasta için potansiyel olarak zararlı olmayacak şekilde basitleştirip basitleştiremeyeceği sorusunu gündeme getirmektedir.²²

Jeblick ve ark.'nın 2023 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada, araştırmacılar 3 hayali radyoloji raporu oluşturmuş ve ChatGPT 'ye bu olgu raporlarını basit bir dil kullanarak bir çocuğa açıklar gibi açıklamalarını istemişlerdir. Daha sonra ChatGPT tarafından basitleştirilmiş bu radyoloji raporları 15 radyolog tarafından kalite, doğruluk, eksiksizlik ve hastalar için potansiyel zarar açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, radyologların çoğu basitleştirilmiş raporların olgusal olarak doğru, eksiksiz olduğu ve hastaya potansiyel olarak zarar vermediği konusunda hemfikir olmuştur. Bununla birlikte, yanlış ifadeler, tıbbi bilgilerde eksiklikler ve potansiyel olarak zararlı metin bölümleri de bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca ChatGPT 'den elde edilen bu bilgilerin hastaların daha sonraki doktor randevularını erteleme, atlama ya da profesyonel tıbbi danışmanlık almadan bir tedaviyi sonlandırma gibi kendi başlarına, yanlış klinik kararlar almalarına yol açmaması gerekliliğini de vurgulamışlardır.²²

Hasta Eğitimi ve Bilgilendirilmesi

İnternetin hastaların istedikleri bilgilere erişme üzerinde büyük ve kolaylaştırıcı bir etkisi olmuştur. Çok miktarda sağlık bilgisine kolayca erişilebilmektedir. Örneğin Vikipedi, dünya çapında tıbbi bilgi arayan birçok kişinin ilk başvuracağı internet adresi olmuştur. ChatGPT halihazırda çeşitli sorulara tutarlı ve insan benzeri konuşma yanıtları üretme kapasitesine sahiptir. Ayrıca geleneksel arama motorlarının (Google, Bing, Baidu) aksine yanıt almak için bir web sitesine tıklamaya gerek bulunmamaktadır.²³

ChatGPT ve benzeri büyük dil modellerinin diyaloga dayalı olması ve insan benzeri etkileşimi kullanıcılar için büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Basit arayüzü, en basit sorulara anlaşılır yanıt vermesi ile her türlü eğitim seviyesinden kullanıcının yanıtları kolayca anlamasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, web tabanlı arama motorlarıyla karşılaştırıldığında ChatGPT'nin en büyük dezavantajı, yanıt kaynaklarının güvenilirliğini değerlendirmenin imkânsız olmasıdır. Mevcut bilgi tabanı 2021 yılının ötesine geçemediğinden eksik bilgiler söz konusu olabilmektedir. Bazen de bir soruyu kısmen yanlış yanıtlamaktadır.²⁴ Güvenilirlik, şeffaflık ve bilgi konusundaki bu ciddi sınırlamalar nedeniyle ChatGPT'nin, günümüzde sağlık tavsiyesi ve rehberliği sağlamaya uygun olmadığı belirtilmektedir. Sağlıkla ilgili soruların yanıtlarına uyan ve bu sonuçlar doğrultusunda eylem alan kullanıcılar için sağlıkla ilgili acil ve tehlikeli sonuçları doğurabileceğinin unutulmaması gerekmektedir.²⁵

Ayers ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 195 hasta sorusuna doktorlardan ve ChatGPT'den gelen yazılı yanıtlar karşılaştırılmıştır. Sorular sosyal medya platformu Reddit'in r/AskDocs adlı alt bölümünden alınmıştır. Alanında uzman doktorlardan oluşan bir ekip gelen yanıtları kimden geldiğini bilmeden değerlendirmiştir. Yanıtların kalitesi çok zayıf, zayıf, kabul edilebilir, iyi veya çok iyi şeklinde, empati skalası ise empatik değil, biraz empatik, orta derecede empatik, empatik ve çok empatik olmak üzere 1'den 5'e kadar sıralanmıştır. ChatGPT ile doktorlar arasında yapılan karşılaştırmada, jüri üyeleri ChatGPT'nin yanıtlarını %79 oranında daha fazla tercih etmiştir. Ayrıca ChatGPT'nin yanıtlarını daha kaliteli, detaylı ve daha empatik olarak derecelendirmişlerdir. ChatGPT, hasta sorularını, doktorlara göre daha kapsamlı olarak ele alıp daha incelikli ve doğru bilgilerle yanıt vermiştir. Sonuç olarak araştırmacılar yapay zekanın sağlık hizmetlerini iyileştirme potansiyelinin yüksek olduğunu ve yapay zeka destekli bakımın tıbbın geleceği olduğunu belirtmişlerdir.²⁶

ChatGPT Kullanımında Kritik Endişeler ve Kısıtlamalar

ChatGPT'nin tıpta ve diş hekimliği alanında akademik çalışmalarda ve araştırmalarda sağladığı birçok avantajının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle akademik alanda bilgiye anında erişimin paradoksal olarak, öğrenme sürecinde ve profesyonellerin bilgilerinin derinleşmesinde bir engel oluşturabileceği belirtilmektedir. Araştırmacının hızlı yanıt arayışı, birçok kaynağın irdelendiği ve eleştirel olarak değerlendirildiği derinlemesine bir anlayış yerine daha yüzeysel

bir anlayışı benimsemesine yol açabilmekte ve ChatGPT 'ye bağımlı hale getirebilmektedir.^{6,27} Tıp ve diş hekimliği yalnızca bilgi değil aynı zamanda makineler tarafından kopyalanamayan kişilerarası beceriler, sezgi ve klinik yargı gerektiren sanat ve bilim dallarıdır. Bu nedenle, ChatGPT'nin diş hekimliğinde kullanılmaya başlanması ile birçok konuda belirgin bir ilerleme kaydedilmiş olsa da kullanımı dikkatlice düşünülmeli ve dengeli olmalıdır. Sağlık profesyonellerinin ChatGPT 'yi ek bir görüş ve bilgi sağlayan tamamlayıcı bir araç olarak kullanmaları teşvik edilmeli ancak yıllar içinde edinilen bilgi ve becerinin yerini tamamen alamayacağı da mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.²⁷

Bir diğer konu sağlık hizmetlerinde bazı spesifik durumlarda karar verme için yine ayrıntıların dahi göz önünde bulundurulması ve birçok faktörün birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu durumlarda ChatGPT'nin güvenilirliği yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle klinik karar vermede bu tür dil modellerine güvenirken dikkatli olunması gerekmektedir.⁶

Vishwanathaiah ve ark. yapay zekanın asla bir çocuk diş hekiminin yerini alamayacağını, ancak diş hekimliğindeki diğer uzmanlıklar söz konusu olduğunda yardımcı ve tamamlayıcı olabileceğini belirtmiştir.²⁸ ChatGPT'ye yönelik riskler ve endişeler sadece diş hekiminin yerini alması değil, aynı zamanda akademik alanda kullanımı ile de ilgilidir.

Etik Kaygılar/İntihal

Yapay zeka teknolojilerinin kısa cevaplı ve çoktan seçmeli sınav sorularına yanıt verme becerileri kopya çekme amacıyla kullanılabilmektedir.²⁹ Bunun yanı sıra yapay zeka teknolojileri insan tarafından oluşturulan makalelerden ayırt edilmesi zor olan tıbbi makaleler yazabilmekte ve bu da intihali artırabilmektedir. ChatGPT tarafından oluşturulan metni tespit etmek için çeşitli araçlar (örneğin, GPTZero, Originality.AI, OpenAI AI Text Classifier ve Turnitin AI Writing Detector) geliştirilmiş olsa da öğrenciler yine de ChatGPT tarafından oluşturulan metinlerini ve çalışmalarını bu tür araçlar için tespit edilemez hale getirebilmektedirler. Özellikle, bir çalışma, ChatGPT tarafından oluşturulan bir metne bir kelime ("şaşırtıcı") eklemenin, bir araç tarafından tespit edilen sahte seviyeyi (yani, yapay zeka tarafından oluşturulan) %99'dan %24'e düşürdüğünü göstermiştir.³⁰ Bu sadece bir örnek olsa da bu tür araçların intihali tespit etme ve önlemedeki etkinliğine ilişkin endişeleri artırmakta ve vurgulamaktadır. Yakın zamanda ChatGPT'nin yazar olarak yer aldığı hakemli makaleler de yayımlanmıştır.³¹

Yanlış/Hatalı Bilgi Riski

Yanlış veya hatalı bilgi riski, ChatGPT'nin yanlış anlamalara veya eksik bilgilere dayanarak hatalı önerilerde bulunma olasılığını ifade etmektedir. Sağlık hizmetlerinde doğru ve güvenilir bilgi kritik öneme sahiptir. Bu konuda hata yapması ile hastaların tedavi süreçleri üzerinde olumsuz etkilere neden olabileceği belirtilmektedir.¹¹ ChatGPT'nin son ve ücretli olan versiyonu GPT-4 önceki modellere göre yanlışları/hataları önemli ölçüde azaltmış olsa da, hatalı eğitim verileri nedeniyle, ChatGPT hala yanlış bir şekilde yazılmış yanlış veya hatalı bilgiler üretmektedir.³² Yapay zeka teknolojileri tarafından üretilen yazım tarzı göz önüne alındığında, öğrenciler gerçek bilgi ile doğrulanmamış bilgi arasında ayırım yapmakta zorlanabilirler. Bilgilerin herhangi bir referans kaynağının bulunmaması nedeniyle doğruluğu kesin veya güncel değildir. Sonuç olarak, elde edilen bilgilerin geçerliliği araştırılmadığında yanlış veya aldatıcı bilgilere inanılmasına yol açabilir.³³ ChatGPT'de karşılıklı bir diyalog yerine monoton cevap verme özelliği bulunabilmektedir. Örneğin, yeterli kullanıcı girdisi olmadığında, ChatGPT açıklama talep etmeden istenen yanıt hakkında varsayımlarda bulunabilir.²⁴ Bu tür yanlış bilgiler, kullanıcılar arasında yapay zeka teknolojilerini güvenilir hale getirebilir ve dolayısıyla yapay zekanın benimsenmesini azaltabilir. Yanlış bilgilendirmeye örnek olarak, çalışmalar GPT-4 gibi yapay zekâ teknolojilerinin ya oluşturulan makalelerde bulunmayan alıntılar içerdiğini ya da konuyla alakasız alıntılar içerdiğini göstermiştir.^{34,35} Bu durum, yapay zekâ araçlarından ChatGPT'nin yanlış veya yanıltıcı sağlık bilgilerinin yayıcıları değil, yardımcı teknolojiler olarak kalmasının nasıl garanti edileceği sorusunu gündeme getirmektedir.

Suarez ve ark. 2023 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında,

endodonti alanı ile ilgili 60 soruya ChatGPT 4.0 tarafından verilen yanıtların tutarlılığını ve doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Soruların kolay, orta zorlukta ve zor olarak sınıflandırıldığı ve yanıtların evet-hayır şeklinde istendiği çalışmada, ChatGPT 4.0 tüm soruların %57,33'üne doğru yanıt vermiştir. Zorluk derecesine göre yanıtların doğruluğu değerlendirildiğinde ise basit sorularda ChatGPT yanıtlarının doğruluğunun oldukça düştüğü gözlenmiştir.³⁶

Rokhsad ve ark. farklı sohbet motorlarının çocuk diş hekimliği alanında en çok sorulan sorulara verdiği yanıtların doğruluğu ve tutarlılığını, genel diş hekimleri, pedodonti uzmanları ve diş hekimliği öğrencilerinin yanıtları ile karşılaştırmışlardır. Pedodonti uzmanlarının %96,67'si, genel diş hekimlerinin ise %88'i, öğrencilerin ise %80'i soruları doğru yanıtlarken, ChatGPT soruların %78'inde doğru yanıt vererek doğruluk oranı en yüksek sohbet robotu olmuştur. Araştırmacılar ChatGPT gibi sohbet robotlarının eğitim ve hasta bilgilendirilmesi gibi konularda yardımcı araçlar olarak kullanılabileceğini, ancak tanısal karar mekanizmalarında henüz gerçek klinisyenlerin yerini alabilecek yetenekte olmadıklarını vurgulamışlardır.³⁷

Ozden ve ark. dental travma ile ilgili 25 evet-hayır sorusuna ChatGPT 3.5 ve Google Bard'ın verdiği yanıtların doğruluğunu ve tutarlılığını değerlendirmişler ve ChatGPT 3.5 ve Bard'ın soruların %57,5'una doğru yanıt verdiğini bildirmişlerdir.³⁸

Klinik ortodonti ile ilgili 10 soruya farklı sohbet robotlarının verdiği yanıtların doğruluğunun 10 üzerinden skorlandığı bir çalışmada; Microsoft Bing Chat ortalama 7,1, ChatGPT4 4,7, Google Bard 4,6 ve ChatGPT 3.5 ise 3,8 puan almış ve sonuç olarak tüm sohbet robotlarından elde edilen yanıtların bilimsel doğruluğunun düşük olduğunu, yeteri kadar kapsamlı olmadığını belirtmişlerdir.³⁹

Periodontoloji alanında hastalar tarafından en sık sorulan 70 soruya ChatGPT'nin verdiği yanıtların doğruluğunun ve yeterli kapsamda olup olmadığının değerlendirildiği bir başka çalışmada, yanıtlar periodontoloji uzmanları tarafından 2 farklı Likert ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, doğruluk ile ilgili 6'lı Likert ölçeğine göre ChatGPT yanıtlarının genellikle skor 5 yani "neredeyse tamamen doğru" olduğu; kapsamlılık ile ilgili 3'lü Likert ölçeğine göre ise skor 2 yani "yeterli" olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, ChatGPT'nin periodontoloji alanında bilgi kaynağı olarak kullanılabileceğini ancak olası hataların gözönünde bulundurulması gerektiğini vurgulamışlardır.⁴⁰

Şeffaflık Sorunları

Şeffaflık sorunları, ChatGPT'nin karar süreçlerinin belirgin ve anlaşılabilir olmaması durumunda ortaya çıkan sorunlardır. ChatGPT'nin nasıl çalıştığı ve kaynağı tam olarak anlaşılmadığında, sağlık profesyonelleri ve kullanıcılar ChatGPT tarafından oluşturulan yanıtlar ve alınan kararlar konusunda güvensizlik yaşayabilirler. Bu durum, modelin sağlık hizmetlerinde güvenilir bir şekilde kullanılmasını da zorlaştırabilmektedir. Kısıtlı bilgi, ChatGPT'nin sınırlı bir veri kümesi üzerinde eğitilmiş olması nedeniyle ortaya çıkan bir risktir. Bu durum, modelin genelleme yeteneğini sınırlandırabildiği gibi özel durumları ele alamama riskini de oluşturmaktadır. Özellikle nadir görülen hastalıklar veya özel durumlar, modelin doğru ve etkili bir şekilde yanıt verememesi ile sonuçlanabilmektedir.³⁵

Sınırlı Bilgi

GPT-4 gibi yapay zekalar, eğitim için kullanılan ve çok çeşitli genel bilgileri kapsayan ancak her zaman en yeni veya en özel tıbbi bilgileri kapsamayabilen verilere bağlıdır. Bu kısıtlama, doğruluk ve uzmanlığın önemli olduğu tıp eğitimi ortamlarında ChatGPT tarafından üretilen bilgilerin güvenilirliğini ve kesinliğini etkiler.¹⁷ Dahası, çoğu yapay zekâ bilgi tabanı şu anda statiktir, bu da yeni tıbbi bilgiler ortaya çıktıkça gerçek zamanlı olarak öğrenemeyecekleri ve ayarlayamayacakları anlamına gelmektedir. Örnek olarak ChatGPT-3 bilgi tabanı olarak 2021 ve öncesine dayanmaktadır. 2021 ve sonrasında yayınlanan ve kabul edilen yeni bilgiler ChatGPT-3'ün cevapları arasında yer almamaktadır. Bununla birlikte, tıp alanı yeni araştırma bulguları, kılavuzlar ve tedavi protokollerinin düzenli olarak tanıtılmasıyla sürekli gelişmektedir. Buna ek olarak, tıp eğitimindeki yapay zekâ kısıtlı bilgisi, etkili öğrenme için gerekli derinlik ve bağlamdan yoksun, karmaşık tıbbi kavramların yüzeysel bir şekilde anlaşılmasına neden olabilir. Örneğin, GPT-4 ilk bakışta tutarlı ve

doğru görünen metinler üretebilirken, tıbbi bilginin inceliklerini ve karmaşıklıklarını her zaman yakalayamayabilir, dolayısıyla tıp öğrencileri ve eğitimciler için kapsamlı ve doğru rehberlik sağlamada yetersiz kalabilir.⁴¹

Telif Hakkı Sorunları

Yapay zekalar telif hakkıyla korunan materyaller örneğin, kitaplar, bilimsel makaleler ve resimler üzerinde eğitilebilir, böylece potansiyel olarak telif hakkıyla korunan içeriğe benzerlik gösteren veya hatta doğrudan kopyalayan metinler üretebilir ve bu da potansiyel olarak telif hakkı sorunlarını doğurur. Böyle bir durum, yapay zekâ araçları tarafından oluşturulan içeriğin örneğin, eğitim materyalleri, sunumlar, ders müfredatları, sınavlar ve bilimsel makaleler telif hakkı sahibinden uygun onay ve yetki alınmadan kullanılmasına ilişkin endişeleri gündeme getirmektedir. ChatGPT kullanılarak yazılan makaleler için yazarlık haklarıyla ilgili devam eden tartışmalar bulunmaktadır.¹¹ Son dönemde bazı bilimsel makalelerde ChatGPT yazar olarak eklenmiş olsa da ^{42,43}; bir yapay zeka sohbet robotunun makaledeki iddialar için sorumluluk almasının mümkün olmaması nedeniyle birçok yayınevi ChatGPT'nin makale yazar listesine alınmasına izin vermediğini belirtmiştir.^{44,45}

Özgünlük Eksikliği

ChatGPT insan empatisi veya sempatisi özelliklerine sahip değildir. Mevcut yapay zekâ teknolojileri gerçek bir eğitimci veya öğretmenle aynı derecede insan etkileşimi sağlayamamaktadır. Bunun nedeni, şu anda yeteneklerinin metinsel bir arayüzle sınırlı olması, öğrencilerin ve eğitimcilerin fiziksel jest ve mimiklerini tanıyamamaları ve herhangi bir duyguyu açığa çıkaramamalarıdır. İnsan etkileşiminin olmaması, eğitimcileriyle kişisel bir bağ kurmayı tercih eden öğrencileri olumsuz etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, söz konusu duygular olduğunda, ChatGPT bir insanın yerini alamaz. Bu nedenle, danışmanlık ve terapide kullanılması faydalı değildir.^{46,47}

D'Mello ve ark. tarafından yapılan bir çalışmaya göre, insan benzeri duygusal davranışları taklit eden bir sanal eğitimle etkileşime giren öğrenciler, bu tür davranışlardan yoksun bir sanal eğitimle etkileşime giren öğrencilere kıyasla daha üstün öğrenme sonuçları göstermiştir. Bu nedenle, üretken yapay zekâ araçlarını yalnızca düşünme ve yanıt verme becerileri açısından değil, aynı zamanda duygu sergileme ve ayırt edici bir kişiliğe sahip olma açısından da insanlaştırmının yollarını bulmak gereklidir.⁴⁸

Önyargı

Ön yargı riski, ChatGPT'nin eğitildiği verilere dayanarak önyargıları içermesi endişesi olarak ifade edilmektedir. Çeşitli hasta gruplarını temsil etmeyen veya eksik verilere maruz kaldığında, sağlık hizmetlerinde eşitsizliklere ve adaletsizliklere neden olabileceği belirtilmektedir. Bu durum, ChatGPT'nin kullanımının toplumsal ve etik açıdan hassas bir mesele haline gelmesine yol açabilir. ChatGPT'nin son versiyonu olan ChatGPT-4 internetten alınan geniş bir metin veri tabanı örneğin, web siteleri, kitaplar, haber makaleleri, bilimsel makaleler ve film altyazıları üzerinde eğitildiği göz önüne alındığında, önyargılı veya temsili olmayan veriler üzerinde eğitilmiş olmaları da söz konusu olabilmektedir. OpenAI, GPT-4'ün daha önceki GPT modelleri gibi önyargılı yanıtlar üretebileceğini ve böylece sosyal önyargıları güçlendirebileceğini kabul etmiştir. Örneğin, bir yapay zekâ belirli bir etnik gruptaki hastalıklarla ilgili veriler üzerinde eğitilmişse, bu gruba karşı önyargılı yanıtlar örneğin, denemeler, sınavlar ve klinik vaka senaryoları üretmesi muhtemeldir ³². Bolukbasi ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada, geniş bir internet metin veri tabanı üzerinde eğitilen bir yapay zeka programı, çıktısında cinsiyet yanlılığı göstermiştir.⁴⁹

Hasta Mahremiyeti ve Veri Gizliliği

ChatGPT dezavantajlarından biri kullanımında gerekli görevi yerine getirmek için hastanın verilerini ve tıbbi geçmişini toplaması ve saklaması gerektiğinden, hastanın mahremiyetini riske atabilmesidir. Gizlilik ilkeleri ve kişisel verilerin koruma kanunu söz konusu olduğunda ChatGPT internetin her yerinden ve kişisinden kişisel bilgiler içerebilmektedir. Bu durum hastaların mahremiyetine ilişkin endişeleri artırmaktadır.⁵⁰

Son yıllarda sağlık hizmeti sağlayıcılarını ve sunucularını hedef alan siber saldırılarda artış olmuştur. Bu siber ataklar hasta verilerini ve sağlık hizmeti sağlayıcılarını ele geçirmek için yapılmaktadır.

ChatGPT gibi hizmet şartları, OpenAI'nin günlük verilerini, cihaz bilgilerini ve en önemlisi hastaların tıbbi anamnez, tedavi geçmişi ve radyografik görüntülerini toplamasına ve kullanmasına izin vermektedir. Hasta mahremiyetinin ve gizliliğinin ihlal edilme riskinin bulunduğu bu uygulamalar için hasta verilerinin girilmesi gereklidir. Bu endişeyi gidermek için olası bir çözüm, hastaların kişisel ve tıbbi bilgilerinin mahremiyetini korumak için ChatGPT 'ye hiçbir hasta verisi girilmemesidir.^{51,52}

SONUÇ

ChatGPT, tıp ve diş hekimliği pratiğinde değerli bir araç olarak çok fazla alanda kullanılabilmektedir. Hasta danışmanlığı, belirtilerin değerlendirilmesi ve eğitim konularında sağladığı hız ve erişilebilirlik, diş hekimliğinde hem sağlık hem de eğitim alanında önemli katkılar sağlayabilmektedir. Tüm bu avantajlarına karşın, profesyonel bir diş hekiminin yerini alması olası görünmemektedir. Veri gizliliği ve güvenliği ile ilgili endişeler de göz önünde bulundurulmalıdır. ChatGPT, diş sağlığı hizmetlerinde iletişim ve eğitim açısından ise büyük bir potansiyel sunmaktadır. Sorumlu bir şekilde kullanıldığında, hastalar ve diş hekimleri için değerli bir kaynak olma özelliğini taşımaktadır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Diş Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ÖTÖ (%50) YG (%50)
Veri Toplanması | Data Acquisition: ÖTÖ (%50) YG (%50)
Veri Analizi | Data Analysis: ÖTÖ (%50) YG (%50)
Makalenin Yazımı | Writing up: ÖTÖ (%50) YG (%50)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ÖTÖ (%50) YG (%50)

KAYNAKLAR

1. Agrawal P, Nikhade P. Artificial Intelligence in Dentistry: Past, Present, and Future. *Cureus*. Jul 2022;14(7):e27405. doi:10.7759/cureus.27405
2. Fatani B. ChatGPT for Future Medical and Dental Research. *Cureus*. Apr 2023;15(4):e37285. doi:10.7759/cureus.37285
3. Alhaidry HM, Fatani B, Alrayes JO, Almana AM, Alfahed NK. ChatGPT in Dentistry: A Comprehensive Review. *Cureus*. Apr 2023;15(4):e38317. doi:10.7759/cureus.38317
4. Islam MR, Urmi TJ, Mosharrafa RA, Rahman MS, Kadir MF. Role of ChatGPT in health science and research: A correspondence addressing potential application. *Health Sci Rep*. Oct 2023;6(10):e1625. doi:10.1002/hsr2.1625
5. Chakraborty C, Pal S, Bhattacharya M, Dash S, Lee SS. Overview of Chatbots with special emphasis on artificial intelligence-enabled ChatGPT in medical science. *Front Artif Intell*. 2023; 6:1237704. doi:10.3389/frai.2023.1237704
6. Guleria A, Krishan K, Sharma V, Kanchan T. ChatGPT: ethical concerns and challenges in academics and research. *Journal of infection in developing countries*. Sep 30 2023;17(9):1292-1299. doi:10.3855/jidc.18738
7. Ray PP. ChatGPT: A Game Changer in Academic Medicine's Artificial Intelligence Revolution. *Acad Med*. Oct 24 2023;doi:10.1097/acm.0000000000005486
8. Nazir A, Wang Z. A Comprehensive Survey of ChatGPT: Advancements, Applications, Prospects, and Challenges. *Meta Radiol*. Sep 2023;1(2)doi:10.1016/j.metradiol.2023.100022
9. Munn L, Magee L, Arora V. Truth machines: synthesizing veracity in AI language models. *AI & SOCIETY*. 2023/08/28 2023;doi:10.1007/s00146-023-01756-4
10. Yan M, Cerri GG, Moraes FY. ChatGPT and medicine: how AI language models are shaping the future and health related careers. *Nat Biotechnol*. Nov 2023;41(11):1657-1658. doi:10.1038/s41587-023-02011-3
11. Sallam M. ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns. *Healthcare (Basel)*. Mar 19 2023;11(6)doi:10.3390/healthcare11060887
12. Rahad K, Martin K, Amugo I, et al. ChatGPT to enhance learning in dental education at a historically black medical college. *Res Sq*. Nov 7 2023; doi:10.21203/rs.3.rs-3546693/v1
13. Öztürk HP, Avsever H, Şenel B, et al. ChatGPT in dentomaxillofacial radiology education. *Journal of Health Sciences and Medicine*. March 2024;7(2):224-229. doi:10.32322/jhsm.1419341
14. Sahu PK, Benjamin LA, Singh Aswal G, Williams-Persad A. ChatGPT in research and health professions education: challenges, opportunities, and future directions. *Postgrad Med J*. Oct 10 2023;doi:10.1093/postmj/qgad090
15. Rahman MM, Watanobe Y. ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies. *Applied Sciences*. 2023;13(9):5783.
16. Liu M, Ren Y, Nyagoga LM, Stonier F, Wu Z, Yu L. Future of education in the era of generative artificial intelligence: Consensus among Chinese scholars on applications of ChatGPT in schools. *Future in Educational Research*. 2023;1(1):72-101. doi:https://doi.org/10.1002/fer3.10
17. Gilson A, Safranek CW, Huang T, et al. How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Med Educ*. Feb 8 2023;9:e45312. doi:10.2196/45312
18. Lee PY, Salim H, Abdullah A, Teo CH. Use of ChatGPT in medical research and scientific writing. *Malays Fam Physician*. 2023;18:58. doi:10.51866/cm0006
19. King MR. The future of AI in medicine: a perspective from a Chatbot. *Annals of Biomedical Engineering*. 2023;51(2):291-295.
20. Kitamura FC. ChatGPT Is Shaping the Future of Medical Writing But Still Requires Human Judgment. *Radiology*. Apr 2023;307(2):e230171. doi:10.1148/radiol.230171
21. Rao A, Pang M, Kim J, et al. Assessing the Utility of ChatGPT Throughout the Entire Clinical Workflow. *medRxiv*. Feb 26 2023;doi:10.1101/2023.02.21.23285886
22. Jeblick K, Schachtner B, Dextl J, et al. ChatGPT makes medicine easy to swallow: an exploratory case study on simplified radiology reports. *Eur Radiol*. Oct 5 2023;doi:10.1007/s00330-023-10213-1
23. Masukume G, Kipersztok L, Das D, Shafee TMA, Laurent MR, Heilman JM. Medical journals and Wikipedia: a global health matter. *Lancet Glob Health*. Nov 2016;4(11): e791. doi:10.1016/s2214-109x(16)30254-6
24. Shen Y, Heacock L, Elias J, et al. ChatGPT and Other Large Language Models Are Double-edged Swords. *Radiology*. Apr 2023;307(2): e230163. doi:10.1148/radiol.230163
25. Grünebaum A, Chervenak J, Pollet SL, Katz A, Chervenak FA. The exciting potential for ChatGPT in obstetrics and gynecology. *Am J Obstet Gynecol*. Jun 2023;228(6):696-705. doi: 10.1016/j.ajog.2023.03.009
26. Ayers JW, Poliak A, Dredze M, et al. Comparing Physician and Artificial Intelligence Chatbot Responses to Patient Questions Posted to a Public Social Media Forum. *JAMA Intern Med*. Jun 1 2023;183(6):589-596. doi:10.1001/jamainternmed.2023.1838
27. Cunha JLS, Alves PM, Nonaka CFW. ChatGPT in oral medicine: Striking a balance between technological advancement and clinical expertise. *Oral Dis*. Nov 27 2023; doi:10.1111/odi.14823
28. Vishwanathaiah S, Fageeh HN, Khanagar SB, Maganur PC. Artificial Intelligence Its Uses and Application in Pediatric Dentistry: A Review. *Biomedicine*. Mar 5 2023;11(3)doi:10.3390/biomedicine11030788
29. Choi EPH, Lee JJ, Ho MH, Kwok JYY, Lok KYW. Chatting or cheating? The impacts of ChatGPT and other artificial intelligence language models on nurse education. *Nurse Educ Today*. Jun 2023; 125:105796. doi: 10.1016/j.nedt.2023.105796
30. Tili A, Shehata B, Adarkwah MA, et al. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*. 2023;10(1):15.
31. Stokel-Walker C. ChatGPT listed as author on research papers: many scientists disapprove. *Nature*. Jan 2023;613(7945):620-621. doi:10.1038/d41586-023-00107-z
32. OpenAI R. GPT-4 technical report. *arXiv*. 2023:2303.08774.
33. Bair H, Norden J. Large Language Models and Their Implications on Medical Education. *Acad Med*. Aug 1 2023;98(8):869-870. doi:10.1097/acm.0000000000005265
34. Chen TJ. ChatGPT and other artificial intelligence applications speed up scientific writing. *J Chin Med Assoc*. Apr 1 2023;86(4):351-353. doi:10.1097/jcma.0000000000000900
35. Akhter HM, Cooper JS. Acute Pulmonary Edema After Hyperbaric Oxygen Treatment: A Case Report Written With ChatGPT Assistance. *Cureus*. Feb 2023;15(2):e34752. doi:10.7759/cureus.34752
36. Suárez A, Díaz-Flores García V, Algar J, Gómez Sánchez M, Llorente de Pedro M, Freire Y. Unveiling the ChatGPT phenomenon: Evaluating the consistency and accuracy of endodontic question answers. *Int Endod J*. Jan 2024;57(1):108-113. doi:10.1111/iej.13985
37. Rokhshad R, Zhang P, Mohammad-Rahimi H, Pitchika V, Entezari N, Schwendicke F. Accuracy and consistency of chatbots versus clinicians for answering pediatric dentistry questions: A pilot study. *J Dent*. May 2024;144:104938. doi:10.1016/j.jdent.2024.104938
38. Ozden I, Gokyar M, Ozden ME, Sazak Ovecoglu H. Assessment of artificial intelligence applications in responding to dental trauma. *Dent Traumatol*. May 14 2024;doi:10.1111/edt.12965
39. Makrygiannakis MA, Giannakopoulos K, Kaklamanos EG. Evidence-based potential of generative artificial intelligence large language models in orthodontics: a comparative study of ChatGPT, Google Bard, and Microsoft Bing. *Eur J Orthod*. Apr 13 2024;doi:10.1093/ejo/cjae017
40. Babayigit O, Tastan Eroglu Z, Ozkan Sen D, Ucan Yarkac F. Potential Use of ChatGPT for Patient Information in Periodontology: A Descriptive Pilot Study. *Cureus*. Nov 2023;15(11):e48518. doi:10.7759/cureus.48518
41. Thirunavukarasu AJ, Hassan R, Mahmood S, et al. Trialling a large language model (ChatGPT) in general practice with the Applied Knowledge Test: observational study demonstrating opportunities and limitations in primary care. *JMIR Medical Education*. 2023;9(1):e46599.
42. Zhavoronkov A. Rapamycin in the context of Pascal's Wager: generative pre-trained transformer perspective. *Oncoscience*. 2022;9:82-84. doi:10.18632/oncoscience.571

43. O'Connor S. Open artificial intelligence platforms in nursing education: Tools for academic progress or abuse? *Nurse Educ Pract.* Jan 2023; 66:103537. doi: 10.1016/j.nepr.2022.103537
44. Thorp HH. ChatGPT is fun, but not an author. *Science.* Jan 27 2023;379(6630):313. doi:10.1126/science.adg7879
45. Tang A, Li KK, Kwok KO, Cao L, Luong S, Tam W. The importance of transparency: Declaring the use of generative artificial intelligence (AI) in academic writing. *J Nurs Scholarsh.* Oct 31 2023; doi:10.1111/jnu.12938
46. Eggmann F, Weiger R, Zitzmann NU, Blatz MB. Implications of large language models such as ChatGPT for dental medicine. *J Esthet Restor Dent.* Oct 2023;35(7):1098-1102. doi:10.1111/jerd.13046
47. Alkaissi H, McFarlane SI. Artificial Hallucinations in ChatGPT: Implications in Scientific Writing. *Cureus.* Feb 2023;15(2): e35179. doi:10.7759/cureus.35179
48. D'Mello S, Lehman B, Pekrun R, Graesser A. Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction.* 2014; 29:153-170.
49. Bolukbasi T, Chang K-W, Zou JY, Saligrama V, Kalai AT. Man is to computer programmer as woman is to homemaker? debiasing word embeddings. *Advances in neural information processing systems.* 2016;29
50. Eggmann F, Weiger R, Zitzmann NU, Blatz MB. Implications of large language models such as ChatGPT for dental medicine. *J Esthet Restor Dent.* Apr 5 2023; doi:10.1111/jerd.13046
51. Collier R. NHS ransomware attack spreads worldwide. *Cmaj.* Jun 5 2017;189(22): E786-e787. doi:10.1503/cmaj.1095434
52. Al Omar A, Bhuiyan MZA, Basu A, Kiyomoto S, Rahman MS. Privacy-friendly platform for healthcare data in cloud based on blockchain environment. *Future generation computer systems.* 2019; 95:511-521.

3D Printers in Prosthetic Dentistry

Protetik Diş Hekimliğinde 3B Yazıcılar

Nurdan BASTEM^a, Ceyda Başak İNAL^b, Seçil KARAKOCA NEMLİ^c

^aGazi University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Ankara, Türkiye

^aGazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

^bPrivate Practice, Çankaya, Ankara, Türkiye

^cÖzel Muayenehane, Çankaya, Ankara, Türkiye

ABSTRACT

CAD-CAM technology has been used in dentistry for many years. Its advantages over traditional methods include easy manufacturing, accuracy, and variety of restorative materials. While subtractive manufacturing performed with milling units; three dimensional (3D) printers are used for additive manufacturing during the computer-aided production procedure. The additive manufacturing process uses different approaches and a varied range of 3D printers. This review focuses on current 3D manufacturing methods, as well as their applications in prosthetic dentistry.

Keywords: 3 Dimensional printing, Dental prostheses, Maxillofacial prosthesis

ÖZ

Diş hekimliğinde CAD-CAM teknolojileri uzun yıllardır kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemlere göre üretim kolaylığı, doğruluğu ve farklı materyaller kullanılabilmesi gibi avantajları bulunmaktadır. Bilgisayar destekli üretim aşamasında kazıyıcılar ile eksiltmeli, üç boyutlu (3B) yazıcılar ile eklemeli üretim yapılabilmektedir. Eklemeli üretim sürecinde kullanılan birçok yöntem ve çok çeşitli 3B yazıcılar bulunmaktadır. Bu derlemede mevcut 3B yazıcılar ve üretim yöntemleri ele alınırken, protetik diş tedavisindeki kullanım alanları açıklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu printing, Diş protezi, Maksillofasialy protez

Introduction

Computer-aided design - computer-aided manufacture (CAD-CAM) technology was introduced in the 1980s and has shown significant development until today. CAD-CAM systems consist of three parts: Transferring the data to the computer (digital impression), designing the restoration in software (CAD), and manufacturing the restoration (CAM).¹ The widespread use of CAD-CAM technology in dental practice has provided significant advantages over traditional methods, such as the ability to produce dental restorations faster and more precisely, minimize physician or technician-related errors, and improve material quality.²

In computer-aided manufacturing, the restoration was designed with software and produced by machining from the selected material. When CAD-CAM technology was first used in dentistry, restorations were produced by milling ceramic blocks.³ This method, called "subtractive manufacturing" provides well-fitting restorations with high material quality. However, it has disadvantages such as the high amount of material wasted during the milling of the restoration from the block, the high cost of grinding tools, and the potential formation of defects starting from the surface of the material and progressing to the microstructure.²

"Additive manufacturing", which is defined as the formation of a 3-dimensional object by making thin layers of liquid or powder material on a 2-dimensional plane, was first developed in the early 1980's by 3D Systems, whose founder was Charles Hull. Additive manufacturing devices, commonly referred to as three-dimensional (3D) printers, have shown great improvements over the years and have been widely used in engineering, medicine, jewelry, architecture, art, archaeology, and education.⁴ In dentistry, it was first used in 2013 to produce surgical bone models, models to simulate implant surgery, and surgical templates for implant placement.³ In prosthodontics, 3D printers aim to eliminate the disadvantages of subtractive manufacturing in the CAD-CAM workflow and are used in model production, construction of fixed or removable prostheses, preparation of wax samples for casting processes, production of impression trays and occlusal splints, and maxillofacial prostheses (Figure 1).⁵

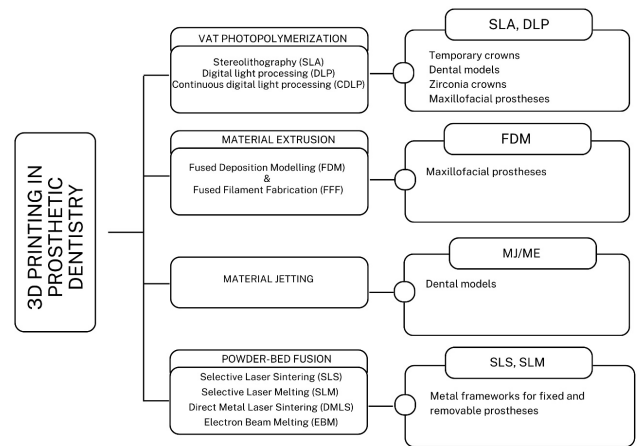


Figure 1. Additive manufacturing methods and fields of use in prosthetic dentistry

Additive Manufacturing Technologies Used in Dentistry

1. Vat Photopolymerization (VPP)
 - a. Stereolithography (SLA)
 - b. Digital light processing (DLP)
 - c. Continuous digital light processing (CDLP)
2. Material Extrusion (ME, MEX)
 - a. Fused Deposition Modelling (FDM)/ Fused Filament Fabrication (FFF)
3. Material Jetting (MJ)
4. Powder-bed Fusion (PBF)
 - a. Selective Laser Sintering (SLS)
 - b. Selective Laser Melting (SLM)
 - c. Direct Metal Laser Sintering (DMLS)
 - d. Electron Beam Melting (EBM)

Gönderilme Tarihi/Received: 11 Temmuz, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 23 Ağustos, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Bastem N, Inal CB, Karakoca Nemli S. Zebrafish, 3D Printers in Prosthetic Dentistry. Selcuk Dent J 2025;12(1): 191-196 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1514388](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1514388)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ceyda Başak İNAL

E-mail: ceydainal@aol.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1514388](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1514388)

In additive manufacturing technologies, a model or restoration is created three-dimensionally in software and separated into thin layers to be compatible with the 3D printer, then additive manufacturing is started.

1. Vat Photopolymerization (VPP)

All 3D printers that work with vat photopolymerization technology are based on shaping the object by controlled polymerization of the light-polymerized liquid resin in layers.⁶ The basic mechanism of these devices consists of a tank in which the liquid resin is placed, a moving platform, and a light source that enables polymerization. At the end of the process, the object is rinsed with a solvent such as alcohol and placed in an ultraviolet oven to completely harden the resin.⁷

There are different techniques of vat photopolymerization used with liquid resins. Among these techniques, SLA, DLP, and CDLP technologies have frequently been used in dentistry. They showed differences, for example, in the type of light source and the localization of the light.⁸

a. Stereolithography (SLA)

The stereolithography technique was first defined in 1986 as “the construction of solid objects by depositing thin layers of ultraviolet-cured material on top of each other.”¹ In the SLA technique, the controlled polymerization of the photosensitive resin, which is liquid at room temperature, in layers by scanning it with a point ultraviolet laser beam allows the object to be shaped.⁶

b. Digital Light Processing (DLP)

In digital light processing (DLP) technology, a conventional light source is used to photopolymerize the printed object. The 3D printer projects the image of all layers on the platform at once and each point in this image is hardened simultaneously.⁹ The DLP method has been reported to be more accurate in producing diagnostic models compared to other types of 3D printers.⁹

c. Continuous Digital Light Processing (CDLP)

CDLP is an advanced DLP technology with the advantage of faster printing time. Unlike conventional additive printing, there is an oxygen-permeable window made of a glass membrane to prevent radical polymerization in this technique.¹⁰

In clinical practice one of the main differences of 3D printers with vat photopolymerization technology is the production speed. While the light source is a laser in SLA devices, DLP and CDLP devices use a reflected light source. Whereas the laser beam scans and hardens each layer, the polymerization of the entire layer at the same time in DLP devices enables these devices to produce faster than SLA devices.¹¹

2. Material Extrusion (ME)

In Fused Filament Fabrication (FFF), also known as Fused Deposition Modeling (FDM), thermoplastic materials in the form of filaments are melted and stacked in layers with the help of a nozzle to shape the object.⁸ The use of this method in dentistry is limited because the products have low definition and resolution compared to vat polymerization and require long printing times.^{8,12} However, due to its advantages such as being a low-cost method, having a simple mechanism, and very few post-production processes, it has been used in the production of impression trays, diagnostic models, temporary base materials used for the recording of jaw relations, and surgical guides with filaments suitable for medical use.¹³

3. Material Jetting (MJ)

Material jetting is a 3D printing technique that uses a process like 2D printing. The first layer is formed by heating the liquid photopolymerized resin, increasing its fluidity, and spraying it directly onto the platform on which the object will be shaped through the print head, and the layer is polymerized with an ultraviolet light source.⁶ This process continues in layers until the object is completely shaped.¹⁴ In the MJ technique, very small amounts of material are placed on the platform and polymerized in each layer, eliminating the need for additional polymerization after production. It is a fast and high-definition production method for resins, and it is possible to produce objects consisting of multiple materials and colors.¹⁴ The

dimensional accuracy of MF found higher than the other printing methods, and it is used for production of surgical guides and mouth pieced fixation instruments.^{15,16}

4. Powder-Bed Fusion (PBF)

Powder bed fusion techniques are based on the principle of melting and fusing powdered material with a laser or electron beam to form an object.⁴ In all PBF techniques, the powder is spread on the first layer, the heat generated by the laser beam hitting the surface and brings the powder together in the desired shape then the object is shaped in layers. After the sintering process is completed, the produced part is cleaned of dust. With these printers, there is no need for an additional support material as the powder outside the sintered parts acts as a support.⁴

While SLS technology can shape a variety of materials such as metals, ceramics, plastics, and wax; DMLS, SLM, and EBM are the only methods used to shape objects by melting metal powders.⁹ Materials formed by PBF have very high strength and good mechanical properties.¹⁷ The high resolution and excellent printing quality of powder bed fusion technologies allow the production of fine and complex structures. As a result, their use in dentistry has become widespread, and eventually they may have replaced cast metal restorations.¹⁸ The major disadvantages of this technique include surface roughness, internal porosity, slow production, and high cost.^{18,19}

3D Printer Applications in Prosthodontics

1. Crown and fixed partial restorations

Additive manufacturing with 3D printers is used in many stages of fixed prosthetic treatments. These include the fabrication of provisional restorations, preparation of working models, fabrication of full ceramic restorations, and framework for metal-ceramic crown and bridge restorations.

Provisional restorations

Temporary restorations are used during fixed prosthodontic treatment to meet cosmetic, functional, and biological needs. The success of traditional temporary restorations is dependent on the technician's experience and skills. Errors in production can result in voids in the material mass, compromising its mechanical qualities and causing restoration fractures. Currently, 3D printing is widely used to produce provisional restorations.²⁰ Since 3D scanning, design, and fabrication have become so popular, studies have been done to evaluate temporary restorations made with 3D printers.²¹ It has been reported that additive manufacturing with 3D printers is faster, more cost-effective, and more precise method of temporary restoration production than subtractive manufacturing technology.^{2,21} Stereolithography (SLA) and digital light processing (DLP) techniques are 3D manufacturing technologies frequently used in the production of provisional restorations from photosensitive resins.²⁰

Dental models for prosthetic restorations

Creating the working model, or precise and clear replication of the teeth and surrounding tissues is essential for the laboratory phases of prosthetic restorations. For this purpose, the standard method applied from the past to the present is to take an impression from the mouth and obtain a model by casting a model material suitable for the impression. In dentistry, these models-achieved through proper material selection and technique- have been accepted as the gold standard.⁸

However, errors related to the properties and application techniques of impression materials and casts can adversely affect the accuracy of traditional impressions and models, resulting in the misfit of prosthetic restorations. Challenge of storing the casts and degradation over time are two additional disadvantages.⁸ Many difficulties have been overcome by 3D scanning and 3D printed models, resulting in their widespread use in dental practice. Despite advances in 3D printer technology, research on the accuracy of printed and conventional gypsum models, which are critical in prosthodontics, is still ongoing. Some studies evaluating the accuracy of traditional, and 3D printed models have reported that the average error in traditional models is consistently lower than that of their 3D printed counterparts.^{8,22} On the other hand, studies comparing traditional models and the 3D printed models produced with MJ and SLA methods reported that there was no

statistical difference in terms of accuracy.²³ When the studies evaluating the accuracy and clinical use of the models obtained with three-dimensional printers were examined, it was reported that they were acceptable for orthodontic applications, but sufficient accuracy was not always achieved in prosthetic restorations requiring high precision.⁸

Substructure of metal-ceramic restorations

A good marginal and internal fit are crucial for mechanical stability and soft tissue health in crown and bridge restorations. Cast metal substructures are produced with a traditional process that determine the fit of restorations. When appropriate clinical and laboratory steps are followed, these methods produce very well-fitted substructures.²⁴

With the widespread use of computer-aided manufacturing methods in dentistry, the preparation of metal substructures with additive and subtractive methods has become popular. Although subtractive manufacturing is a production method that provides high precision in metal substructures⁹, it has disadvantages such as surface finish, limited material option and high cost.⁹ In metal substructure production, additive manufacturing saves material and time and has been found to simplify the fabrication of complex structures.⁹

Zirconia restorations

With the introduction of CAD-CAM technology in dentistry, zirconia could be processed and used as a restorative material. The first zirconia blocks were used as substructures for glass-ceramic veneers due to their high mechanical strength and high opacity. Monolithic zirconia restorations fabricated by milling are a reliable treatment option in modern prosthetics, as demonstrated in several clinical studies.²⁵ However, there are drawbacks such as the generation of a significant amount of post-milling waste and bur wear, especially when milling the fully sintered blocks.²⁶ These blocks are dimensionally stable however milling process can create microcracks on the ceramic surface, which can affect the long-term performance of the restoration.²⁶ Currently, most CAD-CAM systems use pre-sinterized blocks to fabricate zirconia restorations. The milled restoration, which is an enlarged size, is subjected to sinterization process. This production method has a certain advantage of the easy milling of pre-sinterized blocks. Furthermore, surface defects and microcracks are minimized with sinterization process.²⁵

Recently, rapid developments in 3D printers led to additive manufacturing of dental zirconia restorations. Following the production of ceramic parts using additive manufacturing in 2000, zirconia dental prostheses were produced using direct inkjet printing for the first time in 2009.²⁷ However, 3D-printed dental zirconia materials are still in their initial stages and many researchers are working on the performance of 3D printed zirconia and comparing them with milled zirconia.²⁷ Currently studies indicate that 3D printed zirconia has a similar microstructure, phase composition, and mechanical properties with blocks. On the other hand, slightly inferior mechanical properties were also reported for 3D printed zirconia.²⁷ In a recent *in vitro* study, Wang et al.²⁸ compared the marginal and internal discrepancies of monolithic zirconia crowns fabricated by SLA and milling methods. They reported that the discrepancy of restorations fabricated by SLA was compatible with those fabricated by milling.²⁸ In a study by Revilla Leon et al.²⁹ milled monolithic zirconia crowns had the least marginal and internal inconsistencies compared to 3D-printed crowns.

Zirconia restorations are made using additive manufacturing processes such as SLA, DLP, FDM, and binder jetting, of which SLA and DLP are currently the most used methods. The raw materials characteristics, the printing conditions, the debinding, sintering, and other post-processing steps all affect the mechanical qualities and accuracy of zirconia products that are produced by additive manufacturing technologies. Research is going on the accuracy and mechanical characteristics of additive manufacturing zirconia materials.²⁷

2. Removable partial denture frameworks

Conventional fabrication of removable partial denture (RPD) frameworks includes the gypsum cast fabrication from the dental impression, surveying, designing, waxing up the framework and then casting into a cobalt-chromium (Co-Cr) framework.

3D printing technology which revolutionized digital dentistry also took

place in fabrication of removable partial prosthetics. Two primary additive techniques have been commonly used for RPD production: CAD design of the RPD framework is 3D printed using a castable resin, which then can be invested and cast into a Co-Cr framework, and direct printing of the metal framework using selective laser melting (SLM).³⁰ The main advantage of this method over the conventional method is the option to trial frameworks in patients or on the cast and make modifications before casting. However, this step may lead to direct distortion of the framework, therefore reprinting may be required.³¹ Direct metal printing technique of RPDs is a faster and technically more advanced procedure, however, its emergence as the new standard remains uncertain.³¹ However it is reported that the complete digitalization process showed the lowest misfit in comparison to a conventional method.³¹ In another recent study, SLM-printed frameworks achieved an acceptable adaptation however, frameworks with a large span and relatively more retainers and clasps showed better adaptation when fabricated with the casting technique.³²

3. Complete removable dental prostheses

The complete removable dental prostheses (CRDPs) are conventionally made from the polymer polymethyl methacrylate (PMMA) using the conventional flasking technique, which has been a proven technique for decades. In recent years, the fabrication of CRDPs by CAD-CAM method has gained popularity in both clinical and laboratory practices.³³ Today, variety of materials are available in the market for the fabrication of digital CRDPs.³⁴ There are two digital fabrication techniques for CRDPs; the subtractive and the additive.³⁵ In the subtractive technique, the denture base is milled from a pre-polymerized PMMA blank then prefabricated or milled denture teeth are bonded on this denture base. However, a considerable amount of material is wasted in this technique. With the more recent additive manufacturing technique, less denture resin material is used. Comparing conventional, subtractive, and additive fabrication techniques of CRDPs; CAD-CAM milled CRDPs show similar or better fit of the intaglio surfaces, equal biocompatibility, and improved mechanical properties than conventional dentures.³³ Regarding the accuracy of dentures, there are no clear conclusions about the superiority of CAD-CAM milling and 3D printing.³⁶ A recent study evaluating the adaptation of milled and 3D printed dentures reported that milled denture bases fit better in the overall and primary stress-bearing areas than 3D printed dentures, while 3D printed dentures appeared more accurate in the peripheral seal area, which had a minor undercut that is not suitable for milling technology.³⁷ Clinical studies were also performed to evaluate the functional results of 3D printed CRDPs, and they revealed comparable or higher patient and clinician satisfaction compared with conventional dentures.³³ Satisfying clinical results may be related to the advantages of digital workflow such as saving working time, more comfortable impressions, and securing patients' records. However, the strength, esthetics, and material biocompatibility remain questionable the issues.

4. Extraoral maxillofacial prostheses

The conventional methods for making facial prostheses include multiple stages and require intensive labor and time. Also, these prostheses need to be renewed at regular intervals because of their limited lifespan of about 2 years.³⁸ The use of digital methods in the fabrication of facial prostheses shortens clinical and laboratory stages and provides comfort to the patient. Facial prosthesis fabrication using CAD-CAM technology includes data collection from the defect site, design of the prosthesis, and production stages. Data collection can be performed with various imaging methods ranging from CT scans to digital cameras.³⁹ Then, the prosthesis is designed using appropriate software. Production of the prosthesis is performed in two ways using 3D printers; direct or indirect printing. The direct method includes printing the final prosthesis from silicone in a 3D printer. The indirect method includes printing the negative mold in which the silicone will be packed or printing the pattern of the prosthesis which will be used for gypsum mold fabrication.⁴⁰

Directly printing the silicone prosthesis can be carried out by inkjet printing (binder jetting) method by using silicone powders developed for printing maxillofacial prostheses.⁴¹ In the inkjet printing method, the silicone powders are bonded to each other with an adhesive to

form a 3D object in layers. The product is then infiltrated with a liquid phase material to fill the gaps and a more durable final product is formed. Another method used for direct prosthesis printing is material jetting.⁴² With this method, products containing both hard and soft parts can be obtained using polymers as raw materials.⁴³ Also SLA and DLP 3D printing methods can be used in the fabrication of direct facial prostheses from polyurethane-silicone copolymer. Direct production of the facial prosthesis with a 3D printer allows for faster production than traditional methods.⁴⁴ However silicone material does not yet have properties suitable for 3D printing like resins so direct printing silicone prostheses have some disadvantages. The availability of limited color shades, the rapid deterioration of the material in terms of mechanical properties and color, and unfavorable surface characteristics of printed silicone limit the use of this technology in the direct fabrication of maxillofacial prostheses.⁴³

In the indirect method, a pattern of the prosthesis is obtained using a 3D printer. This pattern is used to create wax assembly of the prosthesis which is tried in the patient and used to fabricate a conventional gypsum mold. Another indirect 3D fabrication technique is printing the mold in which silicone will be packed. For the indirect fabrication of facial prostheses in the 3D printer; SLA, DLP, and FDM are used to print prosthetic parts from resin material.⁴⁵

5. Intraoral maxillofacial prostheses

For the fabrication of intraoral defect prostheses, additive manufacturing provides advantages compared to traditional manufacturing and subtractive manufacturing methods. While CAD-CAM base plates shaped from blocks show very high tissue compatibility in complete denture base plates, the complex and mostly undercut structure of defect prostheses makes milling difficult.⁴⁶ In addition, considering the generally bulky structure of obturators, the high polymerization shrinkage of traditional heat-polymerized resins, and the insufficient size of CAD-CAM blocks, additive manufacturing is an easy and economical alternative.^{47,48} In the literature; 3D printing technologies of SLA, DLP and FDM were used for the fabrication of dentures restoring intraoral defects from the materials of resins and PEEK.⁴⁹⁻⁵²

Post-processing procedures of 3D-printed dental restorations

After 3D printing of dental restorations, the conversion of monomers to polymers is incomplete and post-processing steps are necessary. Cytotoxic or allergic effects of the residual monomers can have on human cells is known.⁵³ The first post-processing procedure is washing the 3D-printed restoration in a solvent to remove uncured resin from the surface. For washing procedures, isopropyl alcohol which has been shown not to affect the flexural strength of temporary resins is commonly used.^{54,55} Also tripropylene glycol monomethyl ether has been suggested to enhance the accuracy and precision of polymers.⁵⁶ The washing method as well as solvent type is important in removing residual monomers. In a study, ultrasonic bath was found to be more effective than a rotary washer or simple immersion in the solvent for eluting residual monomers.⁵⁴ Currently, the systems widely use ultrasonic bath with an alcohol solution to remove uncured resin.

After washing, the degree of conversion (DC) in 3D printed polymers is enhanced through UV light-polymerization chambers. The duration and intensity of UV polymerization might affect the mechanical and optical properties of the polymers and improve DC.^{53,57} Studies showed that increasing UV time does not have significant effect on the flexural strength and the surface accuracy of an acrylic-based resins.^{58,59} Because different resins have distinct chemical compositions, the post-curing process can have varying effects on them. By testing several approaches on the same material, the impact of post-process stages on the mechanical and optical properties of resins was investigated.^{54,60,61} Research is required to compare resins with varying compositions and assess the effect of post-processing procedures.

Conclusions

CAD-CAM technology has currently become an integral part of dentistry, especially in prosthodontic applications. In manufacturing, the transition from subtractive to additive has come to the forefront due to its advantages such as increased precision, rapid production, and reduced material consumption.

To be able to fabricate prostheses with high clinical success with the use of 3D printers; the selection of an ideal 3D printer system and

material is required as well as the application of an appropriate post-processing application.

Current studies on 3D printers and materials, which are a new and ongoing production system compared to traditional production methods and subtractive production methods, should also be followed.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körlleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: NB (%30) CBİ (%30) SKN (%40)

Veri Toplanması | Data Acquisition: NB (%50) CBİ (%30) SKN (%20)

Veri Analizi | Data Analysis: NB (%30) CBİ (%30) SKN (%40)

Makalenin Yazımı | Writing up: NB (%40) CBİ (%30) SKN (%30)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: NB (%30) CBİ (%50) SKN (%20)

REFERENCES

- Özyemişçi Cebeci N, Hancı Tokmakcioğlu H. Additive manufacturing technique in prosthetic dentistry. *SAK*. 2018;3(1):66-86.
- Della Bona A, Cantelli V, Britto VT, Collares KF, Stansbury JW. 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. *Dent Mater J*. 2021;37(2):336-350.
- Kihara H, Sugawara S, Yokota J, Takafuji K, Fukazawa S, Tamada A, et al. Applications of three-dimensional printers in prosthetic dentistry. *J Oral Sci*. 2021;63(3):212-216.
- Yavuz E, Yılmaz S. New and rapidly progressing manufacturing technology in dentistry: 3 dimensional printers. *Akd Med J*. 2021;7(2):197-205.
- Tigmeanu CV, Ardelean LC, Rusu LC, Negrutiu ML. Additive manufactured polymers in dentistry, current state-of-the-art and future perspectives-a review. *Polymers* 2022;14(17):3658.
- Türk AG, Çömlekoğlu M, Çömlekoğlu ME. Additive computer aided manufacturing methods. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2022;85-94.
- Piedra-Cascón W, Krishnamurthy VR, Att W, Revilla-León M. 3D printing parameters, supporting structures, slicing, and post-processing procedures of vat-polymerization additive manufacturing technologies: A narrative review. *J Dent*. 2021;109:103630.
- Etemad-Shahidi Y, Qallandar OB, Evenden J, Alifui-Segbaya F, Ahmed KE. Accuracy of 3-dimensionally printed full-arch dental models: a systematic review. *J Clin Med* 2020;9(10):3357.
- Jang Y, Sim JY, Park JK, Kim WC, Kim HY, Kim JH. Accuracy of 3-unit fixed dental prostheses fabricated on 3D-printed casts. *J Prosthet Dent*. 2020;123(1):135-142.
- Quan H, Zhang T, Xu H, Luo S, Nie J, Zhu X. Photo-curing 3D printing technique and its challenges. *Bioact Mater*. 2020;5(1):110-115.
- Pagac M, Hajnys J, Ma QP, Jancar L, Jansa J, Stefek P, et al. A review of vat photopolymerization technology: materials, applications, challenges, and future trends of 3D printing. *Polymers* 2021;13(4):598.
- Dietrich CA, Ender A, Baumgartner S, Mehl A. A validation study of reconstructed rapid prototyping models produced by two technologies. *Angle Orthod*. 2017;87(5):782-787.
- Lüchtenborg J, Burkhardt F, Nold J, Rothlauf S, Wesemann C, Pieralli S, et al. Implementation of fused filament fabrication in dentistry. *Appl Sci*. 2021;11(14):6444.
- Schweiger J, Edelhoff D, Güth JF. 3d printing in digital prosthetic dentistry: an overview of recent developments in additive manufacturing. *J Clin Med* 2021;10(9):2010.
- Gülcan O, Günaydın K, Tamer A. The state of the art of material jetting—a critical review. *Polymers*. 2021;13(16):2829.
- Manoharan V, Chou SM, Forrester S, Chai GB, Kong W, et al. Application of additive manufacturing techniques in sports footwear. *Virtual Phys Prototyp*. 2013 Dec;8(4):249-252.
- Singh R, Gupta A, Tripathi O, Srivastava S, Singh B, Awasthi A, et al. Powder bed fusion process in additive manufacturing: An overview. *Mater Today Proc*. 2020;26:3058-3070.
- Tasaka A, Shimizu T, Kato Y, Okano H, Ida Y, Higuchi S, et al. Accuracy of removable partial denture framework fabricated by casting with a 3D printed pattern and selective laser sintering. *J Prosthodont Res*. 2020;64(2):224-230.
- Tian Y, Chen CX, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, et al. A review of 3d printing in dentistry: technologies, affecting factors, and applications. *Scanning*. 2021;(1):9950131.
- Lee B Il, You SG, You SM, Kang SY, Kim JH. Effect of rinsing time on the accuracy of interim crowns fabricated by digital light processing: An in vitro study. *J Adv Prosthodont*. 2021;13(1):35.
- Son K, Lee JH, Lee KB, Son K; Lee JH; Lee KB. Comparison of intaglio surface trueness of interim dental crowns fabricated with sla 3d printing, dlp 3d printing, and milling technologies. *Healthcare* 2021;9(8):983.
- Aly P, Mohsen C. Comparison of the accuracy of three-dimensional printed casts, digital, and conventional casts: an in vitro study. *Eur J Dent*. 2020;14(2):189-193.
- Jin SJ, Kim DY, Kim JH, Kim WC. Accuracy of dental replica models using photopolymer materials in additive manufacturing: in vitro three-dimensional evaluation. *J Prosthodont*. 2019;28(2):e557-562.
- Al Hamad KQ, Al Quran FA, Aoia B, AlJalam S, et al. Comparison of the accuracy of fit of metal, zirconia, and lithium disilicate crowns made from different manufacturing techniques. *J Prosthodont*. 2019;28(5):497-503.
- Lerner H, Nagy K, Pranno N, Zarone F, Admakin O, Mangano F. Trueness and precision of 3D-printed versus milled monolithic zirconia crowns: An in vitro study. *J Dent*. 2021;113:103792.
- Methani MM, Revilla-León M, Zandinejad A. The potential of additive manufacturing technologies and their processing parameters for the fabrication of all-ceramic crowns: A review. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(2):182-192.
- Su G, Zhang Y, Jin C, Zhang Q, Lu J, Liu Z, et al. 3D printed zirconia used as dental materials: a critical review. *J Biol Eng*. 2023;17(1):1-19.
- Wang W, Yu H, Liu Y, Jiang X, Gao B. Trueness analysis of zirconia crowns fabricated with 3-dimensional printing. *J Prosthet Dent*. 2019;121(2):285-291.
- Revilla-León M, Methani MM, Morton D, Zandinejad A. Internal and marginal discrepancies associated with stereolithography (SLA) additively manufactured zirconia crowns. *J Prosthet Dent*. 2020;124(6):730-737.
- Sokolowski A, Horak D, Behlau A, Madreiter-Sokolowski C, Lorenzoni M, Sokolowski A. Evaluation of two printing techniques for maxillary removable partial denture frameworks. *J Prosthet Dent*. 2024;131(4):707.e1-707.e8.
- Tregerman I, Renne W, Kelly A, Wilson D. Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *J Prosthet Dent*. 2019;122(4):390-395.
- Chen H, Li H, Zhao Y, Zhang X, Wang Y, Lyu P. Adaptation of removable partial denture frameworks fabricated by selective laser melting. *J Prosthet Dent*. 2019;122(3):316-324.
- Kalberer N, Mehl A, Schimmel M, Müller F, Srinivasan M. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. *J Prosthet Dent*. 2019;121(4):637-643.
- Baba NZ, Alrumaih HS, Goodacre BJ, Goodacre CJ. Current techniques in CAD/CAM denture fabrication. *Gen Dent*. 2016;64(6):23-28.
- Schwindling FS, Stober T. A comparison of two digital techniques for the fabrication of complete removable dental prostheses: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent*. 2016;116(5):756-763.
- Wang C, Shi YF, Xie PJ, Wu JH. Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent*. 2021;125(2):249-256.
- Charoenphol K, Peampring C. Fit accuracy of complete denture base fabricated by CAD/CAM milling and 3D-printing methods. *Eur J Dent*. 2022;17(03):889-894.
- Polyzois GL, Eleni PN, Krokida MK. Effect of time passage on some physical properties of silicone maxillofacial elastomers. *J Craniofac Surg*. 2011;22(5):1617-1621.
- Elbashti ME, Sumita YI, Kelimu S, Aswehlee AM, Awuti S, Hattori M, et al. Application of digital technologies in maxillofacial prosthetics literature: a 10-year observation of five selected prosthodontics journals. *Int J Prosthodont*. 2019;32(1):45.
- Suresh N, Janakiram C, Nayar S, Krishnapriya VN, Mathew A. Effectiveness of digital data acquisition technologies in the fabrication of maxillofacial prostheses - A systematic review. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2022;12(1):208-215.
- Zardawi FM, Xiao K, Van Noort R, Yates JM. Mechanical properties of 3d printed facial prostheses compared to handmade silicone polymer prostheses. *Eur Sci J*. 2015;11(12):1-11.
- Ross MT, Cruz R, Hutchinson C, Arnott WL, Woodruff MA, Powell SK. Aesthetic reconstruction of microtia: a review of current techniques and new 3D printing approaches. *Virtual Phys Prototyp*. 2018;13(2):117-130.
- Nuseir A, Hatamleh MM d., Alnazzawi A, Al-Rabab'ah M, Kamel B, Jaradat E. Direct 3D Printing of Flexible Nasal Prosthesis: Optimized Digital Workflow from Scan to Fit. *J Prosthodont*. 2019;28(1):10-14.
- Sherwood RG, Murphy N, Kearns G, Barry C. The use of 3D printing technology in the creation of patient-specific facial prostheses. *Ir J Med Sci*. 2020;189(4):1215-1221.
- Abdullah AM, Mohamad D, Din TNDT, Yahya S, Akil HM, Rajion ZA. Fabrication of nasal prosthesis utilising an affordable 3D printer. *Int J Adv Manuf Tech*. 2019;100(5-8):1907-1912.
- Alfaraj A, Su FY, Lin WS. CAD-CAM Hollow Obturator Prosthesis: A Technical Report. *J Prosthodont*. 2022;31(7):635-638.

47. McLaughlin JB, Ramos V, Dickinson DP. Comparison of fit of dentures fabricated by traditional techniques versus CAD/CAM technology. *J Prosthodont.* 2019;28(4):428-435.
48. Koyama S, Kato H, Harata T, Sasaki K. A workflow for fabricating a hollow obturator by using 3D digital technologies. *J Prosthet Dent.* 2020;123(4):648-652.
49. Tasopoulos T, Kouveliotis G, Polyzois G, Karathanasi V. Fabrication of a 3D Printing Definitive Obturator Prosthesis: a Clinical Report. *Acta Stomatol Croat.* 2017;51(1):53.
50. Jamayet N Bin, Farook TH, AL-Oulabi A, Johari Y, Patil PG. Digital workflow and virtual validation of a 3D-printed definitive hollow obturator for a large palatal defect. *J Prosthet Dent.* 2023;129(5):798-804.
51. Ding L, Chen X, Zhang J, Wang R, Wu G. Digital fabrication of a maxillary obturator prosthesis by using a 3-dimensionally-printed polyetheretherketone framework. *J Prosthet Dent.* 2023;129(1):230-233.
52. Liu N, Wang X, Bai S, Ren N. An integrated hollow bulb obturator prosthesis with a metal framework for a soft palate defect fabricated by multiple digital techniques. *J Prosthet Dent.* 2023; S0022-3913(23)00700-X.
53. Finck NS, Fraga MAA, Correr AB, Dalmaschio CJ, Rodrigues CS, Moraes RR. Effects of solvent type and UV post-cure time on 3D-printed restorative polymers. *Dent Mater.* 2024;40(3):451-457.
54. Jin G, Gu H, Jang M, Bayarsaikhan E, Lim JH, Shim JS, et al. Influence of postwashing process on the elution of residual monomers, degree of conversion, and mechanical properties of a 3D printed crown and bridge materials. *Dent Mater.* 2022;38(11):1812-1825.
55. Lambart AL, Xepapadeas AB, Koos B, Li P, Spintzyk S. Rinsing postprocessing procedure of a 3D-printed orthodontic appliance material: Impact of alternative post-rinsing solutions on the roughness, flexural strength and cytotoxicity. *Dent Mater.* 2022;38(8):1344-1353.
56. Mostafavi D, Methani MM, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Revilla-León M. Influence of the rinsing postprocessing procedures on the manufacturing accuracy of vat-polymerized dental model material. *J Prosthodont.* 2021;30(7):610-616.
57. Lee EH, Ahn JS, Lim YJ, Kwon HB, Kim MJ. Effect of post-curing time on the color stability and related properties of a tooth-colored 3D-printed resin material. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2022;126:104993.
58. Bayarsaikhan E, Lim JH, Shin SH, Park KH, Park YB, Lee JH, et al. Effects of postcuring temperature on the mechanical properties and biocompatibility of three-dimensional printed dental resin material. *Polymers (Basel).* 2021;13(8):1180.
59. Katheng A, Kanazawa M, Iwaki M, Minakuchi S. Evaluation of dimensional accuracy and degree of polymerization of stereolithography photopolymer resin under different postpolymerization conditions: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2021;125(4):695-702.
60. Sahrir CD, Ruslin M, Lee SY, Lin WC. Effect of various post-curing light intensities, times, and energy levels on the color of 3D-printed resin crowns. *J Dent Sci.* 2024;19(1):357-363.
61. Scherer MD, Al-Haj Husain N, Barmak AB, Kois JC, Özcan M, Revilla-León M. Influence of postprocessing rinsing solutions and duration on flexural strength of aged and nonaged additively manufactured interim dental material. *J Prosthet Dent.* 2024;131(5):959-968.