

Geriatrik Bireylerde İşitme Kaybı ve Denge Becerilerinin İncelenmesi: Retrospektif Çalışma

Öznur Yiğit¹ , Nizamettin Burak Avcı² , Songül Aksoy³ 

Gönderim Tarihi: 13 Ocak, 2022

Kabul Tarihi: 18 Mart, 2022

Basım Tarihi: 31 Ağustos, 2022

Erken Görünüm Tarihi: 28 Temmuz, 2022

Öz

Amaç: Yaşa bağlı işitme ve denge kaybı geriatrik bireylerde sık görülen sağlık problemlerindenidir. Çalışmamızda Odyoloji kliniğine başvuran 65 yaş ve üzeri bireylerin işitme kaybı ile denge becerilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada yaşa bağlı işitme kaybı (presbiakuzi) ve denge problemi olan 65 yaş ve üzeri bireylerin işitme ve denge testi sonuçları retrospektif olarak tarandı ve analiz edildi. Saf ses odyometri ve duyu organizasyon testi (DOT) parametreleri incelendi. Bireylerin işitme kaybı derecelerine göre sınıflandırıldı ve DOT sonuçları ile karşılaştırıldı.

Bulgular: Tüm bireyler için DOT'un somatosensör, görsel, vestibüler, görsel tercih ve bileşik puanlarının ortanca ve çeyrekler arası aralık değerleri sırasıyla 97±6, 73±18, 53±38, 96±11 ve 68±21 bulundu. Durum 4, durum 5, durum 6, görsel, vestibüler, bileşik ve strateji analizi puanlarında gruplar arası istatistiksel fark bulundu (p<0,001). Saf ses ortalamaları ile görsel, bileşik ve strateji analizi puanlarında negatif yönlü orta kuvvette korelasyon, vestibüler puanda negatif yönlü yüksek korelasyon elde edildi (p <0,001).

Sonuç: İşitme kaybı derecesi arttıkça, DOT puanlarında azalma elde edildi. Orta-ileri ve ileri derecede işitme kaybı olan geriatrik bireylerde denge becerilerinin diğer gruplara göre belirgin olarak düştüğü görüldü. İşitme kaybı olan geriatrik bireylerin, normal işiten geriatrik bireylere kıyasla salınımları artmakta ve postural dengeleri bozulmaktadır. Özellikle yaşa bağlı işitme kaybı olan geriatrik bireylerde yaşam kalitesini artırmak ve düşmeleri önlemek için vestibüler fonksiyonlarının yanı sıra denge becerilerinin de değerlendirilmesi önemlidir.




Anahtar kelimeler: Presbiakuzi, dinamik postürografi, denge, işitme kaybı, retrospektif

¹Öznur Yiğit (Sorumlu Yazar). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara/Türkiye, Tel no:0(312)3051667, e-posta:ozyidu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4577-1055.

²Nizamettin Burak Avcı. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara/Türkiye, Tel no: 0(312)3051667, e-posta: nizamettinburakavci@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5474-457X.

³Songül Aksoy. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara/Türkiye, Tel no: 0(312)3051667, e-posta: songulaksoy@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4584-5528.

Evaluation of Hearing Loss and Balance Skills in Geriatric Individuals: A Retrospective Study

Öznur Yiğit ¹ , Nizamettin Burak Avcı ² , Songül Aksoy ³ 

Submission Date: 13th January 2022

Acceptance Date: 18th March 2022

Pub.Date: 31st August, 2022

Onlinefirst Date: 27th July, 2022

Abstract

Objective: Age-related hearing and balance loss are common health problems in geriatric individuals. In our study, it was aimed to examine the hearing loss and balance skills of individuals aged 65 years and older who admitted to the Audiology clinic.

Materials and Methods: In the study, hearing and balance test results of individuals aged 65 years and older who had age-related hearing loss (presbycusis) and balance problems were retrospectively scanned and analyzed. Pure tone audiometry and sensory organization test (SOT) parameters were examined. Individuals were classified according to their degree of hearing loss and compared with SOT results.

Results The median and interquartile range values of somatosensory, visual, vestibular, visual preference, and composite scores in SOT for all individuals were 97±6, 73±18, 53±38, 96±11, and 68±21, respectively. A statistical difference was found between the groups in the SOT status 4, status 5, status 6, visual, vestibular, composite and strategy analysis scores ($p < 0.001$). There was a moderate negative correlation between pure tone averages and visual, compound and strategy analysis scores, and a high negative correlation in the vestibular score ($p < 0.001$).

Conclusion: As the degree of hearing loss increased, SOT scores decreased. It was observed that balance skills of geriatric individuals with moderate-to-severe and severe hearing loss decreased significantly compared to other groups. The body sway of geriatric individuals with hearing loss increase and their postural balance is impaired compared to geriatric individuals with normal hearing. It is important to evaluate balance skills as well as vestibular functions in order to improve the quality of life and prevent falls, especially in geriatric individuals with age-related hearing loss.

Keywords: *Presbycusis, dynamic posturography, balance, hearing loss, retrospective.*

¹**Öznur Yiğit (Corresponding Author).** Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara/Türkiye, Tel no:0(312)3052052, e-posta:ozyidu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4577-1055.

²**Nizamettin Burak Avcı.** Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara/Türkiye, Tel no:0(312)3052052, e-posta:nizamettinburakavci@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5474-457X.

³**Songül Aksoy.** Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara/Türkiye, Tel no:0(312)3052052, e-posta:songulaksoy@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4584-5528.

Giriş

Dünyada 65 yaş ve üzeri 180 milyondan fazla insan, normal seviyedeki konuşmaları anlamayı engelleyen işitme kaybına sahiptir (WHO, 2015). Literatürde 70 yaş üzeri bireylerin her üç kişiden ikisinde işitme kaybının olduğu raporlanmıştır (Lin ve diğ., 2011). İşitme kaybı, artirit ve hipertansiyondan sonra yaşlı bireylerde en yaygın görülen üçüncü kronik hastalıktır (Da ve diğ., 2015). Presbiakuzi olarak da bilinen yaşa bağlı işitme kaybı (YBİK), yaşlanmanın işitme sistemi üzerindeki kümülatif etkilerinden kaynaklanan duyuşsal bir bozukluktur. Gürültü gibi çevresel maruziyetler, genetik yatkınlık, fizyolojik stres faktörleri bu duyuşsal bozukluğu sebep olan faktörlerden başlıcalarıdır (WHO, 2015). YBİK, özellikle yüksek frekanslarda belirgin, bilateral, progresif ve simetrik özelliklerine sahiptir.

Yaşlanma, baş dönmesi, dizziness, işitme kaybı, tinnitus, postural dengesizlik, yürüme anormallikleri ve düşmeler gibi birbiriyle çok ilişkili otonörolojik semptomun varlığı ile doğru orantılıdır (Bruniera ve diğ., 2015). İç kulak yapılarında yaşlanmanın özellikle tüy hücrelerinin mikrovasküler kanlanmasını etkilediğinden; iskemi, hipoksi ve oksidatif stres ile sonuçlanan fizyolojik süreçlere bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu fizyolojik süreçler aynı zamanda ganglion hücrelerini ve/veya stria vaskularisi etkileyebilmektedir. Benzer şekilde postural denge de etkilenmektedir (de Almeida Ciquinato ve diğ., 2020).

Dengeyi sağlamanın tek yolu, uygun bir postural kontrol ile ağırlık merkezi üzerinde hareket etmektir. Biyomekanik olarak denge kontrolü, insan hareketinin statik ve dinamik durumlarında ağırlık merkezinin vücut desteği üzerinde tutulmasını gerektirir. Dengenin sağlanabilmesi için üç ana sistem gereklidir: somatosensör, vestibüler ve görsel sistem. Bu sistemlerin yanı sıra işitsel sistem gibi çeşitli duyu sistemleri de dengenin sağlanmasına yardımcı olur. Tüm duyuşsal sistemler yaşlanma boyunca kapasitelerini azaltır ve bu azalma, postural dengesizlik ve düşme riskinin artmasıyla da ilişkilidir (Thomas ve diğ., 2018).

İşitme kaybı olan yaşlı yetişkinler, yavaş yürüme dahil olmak üzere hareket bozuklukları gösterme eğilimindedir. Bu durumun işitme kaybıyla ilişkili zayıf dengeden kaynaklandığı düşünülmektedir (Sakurai ve diğ., 2021). İşitme kaybı, denge bozuklukları ve düşmelerin nedensel bir faktörü olarak belirlenmemiş olsa da, daha önceki çalışmalar, işitme bozukluğu ile dengesizlik ve düşme riski arasında bir ilişki olduğunu bildirmektedir (Jiam ve diğ., 2016). Ulusal Sağlık ve Beslenme İnceleme Anketi (*The National Health and Nutrition Examination Survey*) veri tabanı, her 10 dB işitme kaybı için, bireylerin düşme riskinin 1,4 kat arttığını göstermiştir (Lin & Ferrucci, 2012).

Tüm bu bilgiler dikkate alınarak yaşa bağlı işitme kaybı ile dinamik denge becerilerinin karşılaştırılması için retrospektif bir çalışma planlandı. Çalışmamızda Odyoloji kliniğine başvuran 65 yaş ve üzeri işitme ve denge değerlendirmesi yapılmış bireylerin verileri kullanılarak, işitme kaybı derecesi ile dinamik denge becerilerinin karşılaştırılması hedeflendi.

Gereç ve Yöntem

Bu retrospektif çalışma grubu Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji Ünitesi veri tabanında kayıtlı bireylerden oluşmaktadır. Ocak 2005 ile Aralık 2019 tarihleri arasında işitme kaybı ve/veya denge bozukluğu şikayetiyle Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji Ünitesine başvuran, işitme ve denge değerlendirmesi yapılan ve 65 yaş ve üzerindeki bireylerin verileri incelendi. Çalışma için gerekli etik kurul onayı Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından alındı (Proje No: GO 21/540).

Çalışma grubu dahil edilme kriterleri:

- 65 yaş ve üzeri olmak,
- Yaşa bağlı işitme kaybının olması (bilateral, simetrik ve sensörinöral tip),
- Yaşa bağlı denge probleminin olması,
- Gürültü ve akustik travma öyküsü olmaması.

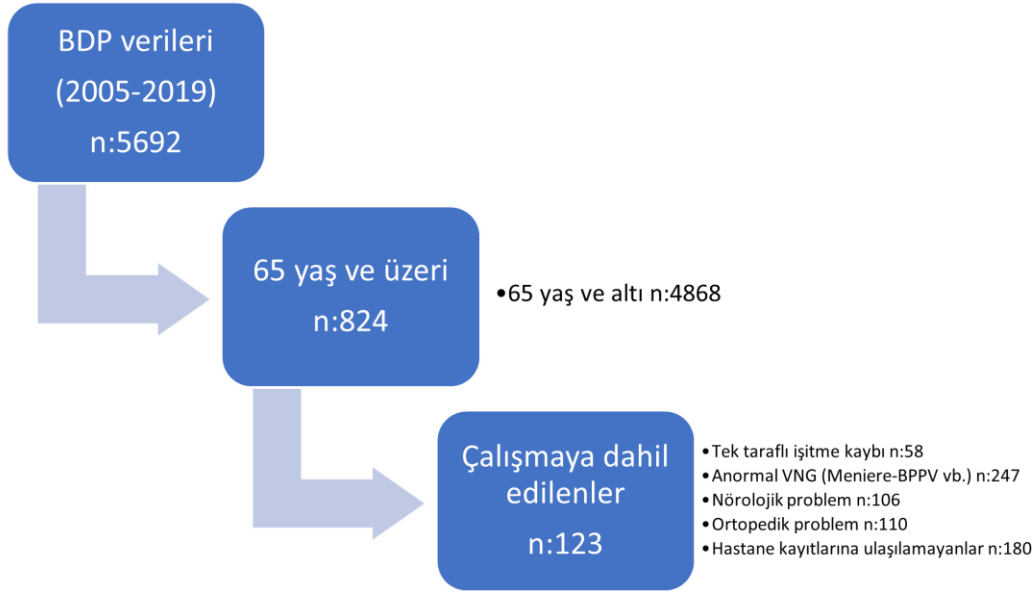
Kontrol grubu dahil edilme kriterleri:

- 65 yaş ve üzeri olmak,
- Saf ses ortalamalarına göre işitmenin normal olması,
- Yaşa bağlı denge probleminin olması,
- Gürültü ve akustik travma öyküsü olmaması.

Çalışma ve kontrol grubu dışlanma kriterleri:

- Nörolojik ve/veya ortopedik bir rahatsızlığı olmak,
- Akut/kronik/süpüratif otitis media öyküsü olmak,
- Kulak ile ilgili cerrahi operasyon geçirmiş olmak,
- Herhangi bir vestibüler hastalığı olmak (BPPV, Meniere hastalığı, tek taraflı vestibüler hipofonksiyon vb.)
- Tek taraflı veya asimetrik işitme kaybı olması,
- Gürültü ve akustik travma öyküsü olması.

Çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan 123 bireyin verileri ayrıntılı incelendi (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma akış şeması.

İşitme Değerlendirmesi

İşitme testleri *Industrial Acoustics Company (IAC)* sessiz odalarında çift kanallı odyometre (*Grason Stadler GSI 60, Interacoustics AC40*) ve *Telephonics TDH-39P* kulaklıklar kullanılarak yapıldı. Bireylerin saf ses odyometri sonuçları (hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri) incelendi. Çalışmada işitme seviyeleri normal sınırlarda yer alan, 65 yaş ve üzeri bireyler de dahil edilerek kontrol grubu oluşturuldu. İşitme kayıpları 4 frekansın saf ses ortalaması (500, 1000, 2000 ve 4000 Hz) temel alınarak derecelendirildi. Saf ses ortalamalarına göre - 10 ila 15 dB işitme seviyesi (İS) aralığında ise “Normal işitme”, 16 ila 25 dB İS aralığında ise “Çok hafif derece”, 26 ila 40 dB İS aralığında ise “Hafif derece”, 41 ila 55 dB İS aralığında ise “Orta derece”, 56 ila 70 dB İS aralığında ise “Orta-ileri derece”, 71 ila 90 dB İS aralığında ise “İleri derece” ve 90 dB İS ve üzeri ise “Çok ileri derece” olarak sınıflandırıldı (Clark, 1981). Bireylerden işitme kaybı derecesine göre 6 grup oluşturuldu. Grup 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 olarak adlandırıldı ve bu gruplara sırasıyla normal işiten, çok hafif derece işitme kaybı olan, hafif derece işitme kaybı olan, orta derece işitme kaybı olan, orta-ileri derece işitme kaybı olan ve ileri derece işitme kaybı olan bireyler dahil edildi.

Vestibüler ve Denge Değerlendirmesi

Videonistagmografi (VNG), *Micromedical VisualEyes™* cihazı kullanılarak yapılmıştır. Okülomotor fonksiyonların değerlendirilmesinde okülomotor fonksiyon testlerinin

(gaze, sakkad, smooth pursuit, optokinetik), Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo'nun değerlendirilmesinde pozisyonel testlerin (Dix-Hallpike, Roll gibi) ve bilateral vestibüler fonksiyonun değerlendirilmesinde ise kalorik test sonuçları analiz edildi. Videonistagmografi içerisinde yer alan okülomotor testler, pozisyonel testler ve kalorik test periferik vestibüler patolojilerin dışlanması için kullanıldı. Videonistagmografi test sonuçlarına göre yaşa bağlı değişiklikler belirlenen bireylerin verileri analizlere dahil edildi.

Denge değerlendirmesi amacı ile bilgisayarlı dinamik postürografi (BDP) (*NeuroCom Inc SMART Balance Master®*) kullanıldı. Dinamik denge yanıtları, düşmeden önceki koşulları daha yakından taklit etmek ve gerçek yaşam etkileşimleri sırasında bir postural salınımı ölçmek için tasarlanmıştır. BDP; ağırlık merkezini algılayan sensörler içeren hareketli bir platform ve hareketli bir kabinde oluşmaktadır. BDP alt testlerinden olan duyu organizasyon testi (DOT), hareketli platform ve kabin ile bireye 6 farklı durum oluşturarak dinamik denge becerilerinin değerlendirilmesini sağlar. Durum 1 (D1) gözler açık, platform ve kabin sabit; durum 2 (D2) gözler kapalı, platform ve kabin sabit; durum 3 (D3) gözler açık, platform sabit ve kabin hareketli; durum 4 (D4) gözler açık, platform hareketli ve kabin sabit; durum 5 (D5) gözler kapalı, platform hareketli ve kabin sabit, durum 6 (D6) ise gözler açık, platform ve kabin hareketli olduğu durumu ifade etmektedir. Bu 6 farklı durumlarda denge becerilerinde duyu analizine göre somatosensör (SOM), görsel (VIS), vestibüler (VEST), görsel tercih (PREF) ve bileşik (COMP) puanları elde edilir. Bu puanlar bireyin her bir denge bileşenini, dengeyi sağlamadaki performanslarını ve zorlu koşullarda dengeyi nasıl sürdürdüğüne ait bilgiler verir. Duyu Organizasyon Testi sonucunda duyu analizinin yanı sıra strateji analizi de değerlendirilmektedir. Strateji analizinde kişinin dengede kalabilmesi için kalça ve ayak bileği stratejisinin birini daha mı baskın yoksa eşit oranda kullanıp kullanmadığını değerlendirir. Strateji analizi 100 üzerinden puanlanır. Yüksek puan bireyin ayak bileği hareket stratejisini düşük puan kalça hareket stratejisini dominant olarak kullandığını gösterir (Clackamas, 2001). Sağlıklı bireyler sabit zeminde dengede kalabilmek için genellikle ayak bileği stratejisini kullanırken, stabilizasyonları azalınca kalça stratejisine geçiş yaparlar. Çalışmada DOT'un D1, D2, D3, D4, D5, D6, SOM, VIS, VEST, PREF, COMP ve strateji analiz puanları değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 23.0 programında yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler normal dağılım gösteren sayısal değişkenler için ortalama \pm standart sapma (ort \pm SS) şeklinde, normal dağılım göstermeyen sayısal değişkenler için ortanca \pm çeyrekler arası aralık şeklinde ve kategorik değişkenler için ise olgu sayısı (n) ve (%) olarak gösterildi. Verilerin dağılımları

incelendiğinde DOT verilerinin normal dağılmadığı, yaş ve saf ses ortalamalarının ise normal dağıldığı gözlemlendi. Normal dağılım göstermeyen verilerin analizinde nonparametrik (Mann Whitney U testi ve Kruskal Wallis testi), normal dağılım gösteren verilerin analizinde ise parametrik testler (independent sample t test ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA)) kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırmalarında ki-kare testi kullanıldı. Saf ses ortalaması ile DOT puanları arasındaki ilişki Spearman korelasyon testi kullanılarak analiz edildi. *p* değerinin 0.05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İşitme kaybı derecesine göre anlamlı fark yaratan grubu belirlemek için ise Mann Whitney U testi ile ikili grup karşılaştırmaları yapıldı. Bu ikili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesine göre *p* değeri 0.003'ün altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji Ünitesinde bulunan bilgisayarlı dinamik postürografi veri tabanında 2005-2019 yılları arasında kayıtlı 5692 bireyin 824'ü (%14,4) 65 yaş ve üzeri bireylerden oluşmaktaydı. Çalışma kriterlerine uyan toplam 123 bireyin 66'sı kadın (%53,7) ve 57'si erkekti (%46,3). Yaş ortalaması $72,8 \pm 7,2$ olan bireyler 6 gruba ayrıldı ve gruplara ait demografik bilgiler Tablo 1'de verildi.

Tablo 1: Grupların demografik bilgileri.

	Birey			Yaş	Sağ kulak SSO	Sol kulak SSO
	sayısı (n)	Kadın (%)	Erkek (%)	(ort.±SS) (yıl)	(ort.±SS) (dBİS)	(ort.±SS) (dBİS)
Grup 1	20	12 (%60)	8 (%40)	$72,4 \pm 6,1$	$12,8 \pm 2$	$13 \pm 2,1$
Grup 2	21	10 (%47,6)	11 (%52,4)	$69,6 \pm 5,9$	$23,7 \pm 1,8$	$23,5 \pm 2$
Grup 3	25	13 (%52)	12 (%48)	$70 \pm 5,8$	$31,1 \pm 4,4$	$30,9 \pm 4,2$
Grup 4	21	11 (%52,4)	10 (%47,6)	$73,9 \pm 7,7$	$43,4 \pm 5,9$	$43,7 \pm 4,8$
Grup 5	19	10 (%52,6)	9 (%47,4)	$77,7 \pm 7,6$	$59,7 \pm 6,4$	$59,7 \pm 6,1$
Grup 6	17	10 (%58,8)	7 (%41,2)	$74,2 \pm 7,6$	$80,7 \pm 7,4$	$80,2 \pm 7,4$
Toplam	123	66 (%53,7)	57 (%46,3)	$72,8 \pm 7,2$	$40,2 \pm 22,4$	$40,2 \pm 22,2$

Ort.: ortalama, SS: standart sapma, SSO: Saf ses ortalaması, dBİS: desibel işitme seviyesi.

Sağ ve sol kulak saf ses ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlılık elde edilmedi ($p>0,05$). Grup içi cinsiyet dağılımında ise istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p>0,05$). İşitme kaybı olan bireyler (n:103) arasında DOT verileri cinsiyetlere göre karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). Tablo 2'de gruplara ait DOT parametre puanları gösterilmiştir. DOT'un VEST parametresinde işitme kaybı orta derece ve üzerinde

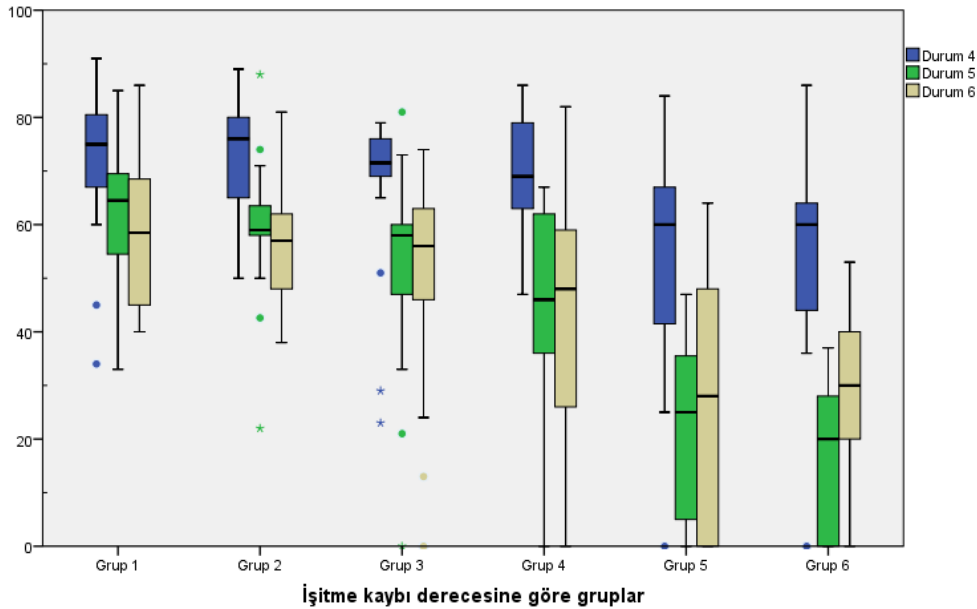
olan grupların (Grup 4, Grup 5 ve Grup 6), işitme kaybı orta derece altında olan gruplara (Grup 1, Grup 2 ve Grup 3) göre daha düşük puanlara sahip oldukları belirlendi.

Gruplar arasında DOT durum puanları karşılaştırıldığında D4, D5 ve D6 için istatistiksel fark bulunurken ($p<0.001$), işitme kaybı derecesi daha fazla olan grupların daha düşük puanlar elde ettiği görüldü (Şekil 2). Gruplar arasında D1, D2 ve D3 puanlarında istatistiksel anlamlılık gözlenmedi ($p>0.05$).

Tablo 2: Grupların ve toplam DOT puanlarının ortanca ve çeyrekler arası aralıkları.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	SOM	VIS	VEST	PREF	COMP
Grup 1	93±2	90±5	87±3	75±14	65±15	59±24	96±5	80±13	69±18	95±10	72±8
Grup 2	93±3	92±3	91±4	76±15	59±6	57±14	97±5	80±16	63±15	98±10	75±8
Grup 3	94±2	93±5	89±9	72±7	58±13	56±17	97±6	77±8	61±12	99±8	73±7
Grup 4	94±4	91±7	87±11	69±16	46±26	48±33	96±5	73±20	48±28	93±11	68±16
Grup 5	94±3	92±6	89±7	60±27	25±38	28±50	97±4	63±28	27±40	96±10	50±17
Grup 6	93±5	91±5	89±9	60±20	20±28	30±20	98±3	64±22	20±25	96±10	52±10
Toplam	93±2	92±6	89±7	69±16	50±32	49±31	97±6	73±18	53±38	96±11	68±21

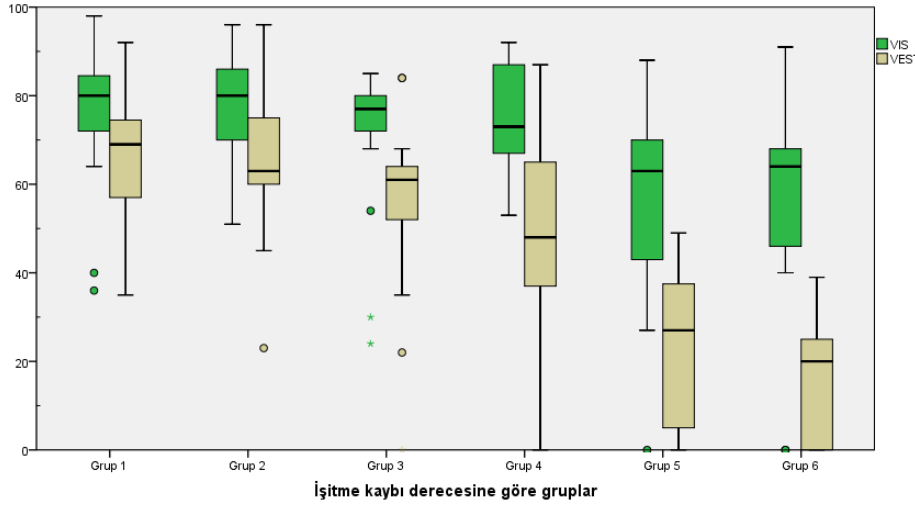
D1: durum 1, D2: durum 2, D3: durum 3, D4: durum 4, D5: durum 5, D6: durum 6, SOM: somatosensör, VIS: görsel, VEST: vestibüler, PREF: görsel tercih, COMP: bileşik.



Şekil 2: Gruplar arası DOT'un D4, D5 ve D6 puan grafiği.

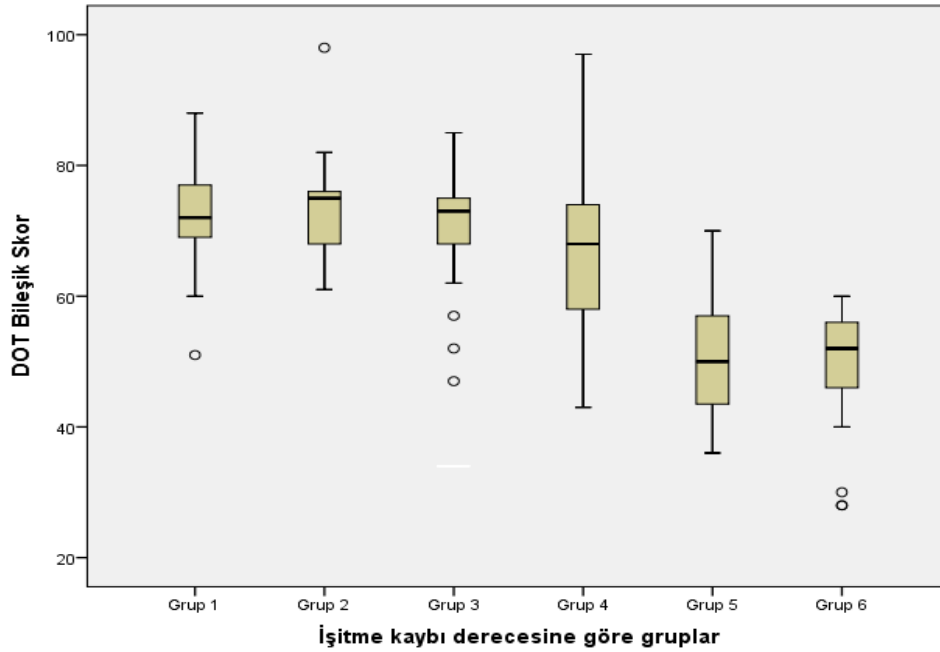
Gruplar arası DOT analiz puanları karşılaştırıldığında SOM ve PREF puanlarında istatistiksel fark elde edilmezken ($p>0.05$); VIS, VEST ve COMP puanlarında istatistiksel fark elde edildi ($p<0.001$) (Şekil 3-4). Gruplar arası istatistiksel olarak fark görülen D4, D5, D6,

VIS, VEST ve COMP puanları için yapılan ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları Tablo 3'te verildi.



Şekil 3: Gruplar arası DOT'un görsel ve vestibüler puan grafiği.

VIS: görsel, VEST: vestibüler.



Şekil 4: Gruplar arası DOT bileşik puan grafiği.

Saf ses ortalamaları ile SOM ve PREF puanlarında korelasyon yoktu ($p > 0.05$). Saf ses ortalamaları ile VIS puanı arasında negatif yönlü orta derecede korelasyon ($p < 0.001$, $r = -0.437$), COMP puanında negatif yönlü iyi derecede korelasyon ($p < 0.001$, $r = -0.637$), VEST puanında negatif yönlü çok iyi derecede korelasyon vardı ($p < 0.001$, $r = -0.709$).

Tablo 3: D4, D5, D6, VIS, VEST ve COMP puanları için gruplar arası karşılaştırma.

	D4	D5	D6	VIS	VEST	COMP
Grup 1-Grup 2	0,845	0,374	0,686	0,724	0,804	0,814
Grup 1-Grup 3	0,177	0,018	0,391	0,122	0,035	0,485
Grup 1-Grup 4	0,279	0,002*	0,046	0,375	0,002*	0,056
Grup 1-Grup 5	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*	0,000*	0,000*
Grup 1-Grup 6	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*	0,000*	0,000*
Grup 2-Grup 3	0,348	0,071	0,825	0,293	0,062	0,242
Grup 2-Grup 4	0,420	0,022	0,057	0,529	0,007	0,022
Grup 2-Grup 5	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*	0,000*	0,000*
Grup 2-Grup 6	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*	0,000*	0,000*
Grup 3-Grup 4	0,774	0,371	0,208	0,921	0,200	0,178
Grup 3-Grup 5	0,003*	0,000*	0,001*	0,002*	0,000*	0,000*
Grup 3-Grup 6	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
Grup 4-Grup 5	0,007	0,004	0,051	0,007	0,004	0,001*
Grup 4-Grup 6	0,004	0,001*	0,028	0,005	0,001*	0,000*
Grup 5-Grup 6	0,886	0,283	0,897	0,987	0,269	0,912

Gruplara arası karşılaştırma için Kruskal Wallis test

İkili grup karşılaştırması için Mann Whitney U test

*Bonferroni düzeltmesine göre p değerinin 0,003'ten küçük olması istatistiksel farkı gösterir.

Tablo 4: Gruplara göre DOT strateji analiz sonuçları.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Grup 1	94,7±2,4	92±5,2	89,3±8,5	80,4±8,5	70,5±15,5	65,3±15,8
Grup 2	94,7±2,4	93,9±2,2	92,3±4,1	83,2±8,6	72,9±10,2	68,3±10
Grup 3	94,9±3,8	92,2±6	88,5±6,6	77,4±10,8	60±18,1	58,7±18,1
Grup 4	95,2±2,6	90,5±7,3	86,1±14,5	77±12,4	61,5±18,5	61,8±18,2
Grup 5	95,6±1,5	92,8±4,7	90,6±6,9	72,4±16,4	59,8±22	63,5±16,5
Grup 6	95±2,2	93,1±3,6	88,5±14,6	65,2±17	59,3±19,9	48,2±20,5
Toplam	95±2,6	92,4±5,2	89,2±9,8	76,3±13,4	64±18,1	61,2±17,5

Strateji analizi sonuçlarının gruplara göre ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4'te gösterildi. D4 ve D6'da strateji puanlarının gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($p<0.05$). Post hoc testler incelendiğinde, D4 ve D6 strateji puanlarında Grup1-Grup5 ve Grup1-Grup6 arasında istatistiksel anlamlılık elde edildi ($p<0.05$). Saf ses ortalamaları ile strateji analizi puanları arasındaki ilişki incelendiğinde; D4 strateji puanında negatif yönlü orta derecede korelasyon ($p<0.001$, $r=-0.401$), D5 ($p=0.014$, $r=-0.222$) ve D6 strateji puanlarında ($p=0.003$, $r=-0.262$) negatif yönlü düşük derecede korelasyon bulundu.

Tartışma ve Sonuç

Yaşlanma süreci, işitme kaybı riskini artıran morfolojik ve fizyolojik değişiklikleri ve santral sinir sisteminin vücut dengesini korumaktan sorumlu olan vestibüler, görsel ve proprioseptif sinyalleri işleme ve adaptif refleksleri değiştirme yeteneğinde bozulmaları içerir. İnsan vücudunda yaşlanmanın neden olduğu fizyolojik düşüş, kemik yoğunluğu ve kas kütlelerinde azalma, artan postural instabilite, görsel ve işitsel fonksiyonlarda bozulma gibi farklı şekillerde meydana gelmektedir (Leme ve diğ., 2017). Bu dejeneratif süreçler, geriatric popülasyonda başdönmesi ve/veya dizziness (presbivestibülopati) ve dengesizliğin (presbitaksi) ortaya çıkmasından sorumludur.

Literatür görsel, vestibüler ve somatosensoryel girdilerle birlikte işitsel girdilerin postural stabiliteyi sürdürmek için önemli katkılar sağladığını göstermiştir (Kaneonkar ve diğ., 2012). Klinik gözlem kayıtları, farklı yaş gruplarında işitme kaybının dengesizliğe katkıda bulunabileceğini göstermiştir (örneğin, iki taraflı orta kulak efüzyonu olan çocuklarda "sakarlık" ve düşerken tek veya iki taraflı işitme kaybı olan hastalarda denge kaybı) (Dozza ve diğ., 2007). İşitme kaybı ve dengesizlik arasında gözlenen bu ilişki literatürde üç hipotez ile açıklanmaktadır. Birinci hipotez, işitme organı olan koklea ile denge organları olan vestibulum ve semisirküler kanalların iç kulağın kemik labirenti içindeki anatomik ve fizyolojik yakınlıkları nedeniyle koklea veya vestibüler duyu organlarını etkileyen patolojilerin her iki sistemde de işlev bozukluğuna neden olmasıdır (Zuniga ve diğ., 2012). İkinci hipotez, işitme kaybının binaural işitsel işleme ve işitsel uzamsal algı ile ilgili sorunlara neden olması ve kişinin çevresel farkındalığı için gerekli olan işitsel ipuçlarına erişimini doğrudan sınırlamasıdır. Sonuç olarak kişinin çevreyi algılama ve oryantasyon becerisinde azalmaya neden olmaktadır (Keller ve diğ., 1999). İşitme kaybı ve dengesizlik arasındaki ilişkiyi açıklayan son hipotez ise işitme kaybının bilişsel yükü artırması ve kişinin dikkat kaynaklarını azaltması sonucu gerçek dünyadaki durumlarda postural dengenin korunmasının bozulması ve düşme riskinin artmasıdır (Pichora-Fuller ve diğ., 2016).

Literatürde çoğu çalışma işitmenin ve işitme kaybının statik denge üzerine olan etkisini incelemiştir. İşitme kaybının dinamik denge üzerindeki etkilerini inceleyen daha az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmamızda retrospektif olarak toplanan veriler ile yapılan analizler sonucunda 65 yaş ve üzeri bireylerin işitme kaybı durumuna göre dinamik denge becerileri değerlendirilmiş ve işitme kaybı derecesi arttıkça dinamik denge becerilerinde bozulma/azalma görülmüştür. Özellikle işitme kaybı orta-ileri ve ileri derece olan bireylerin denge sistemlerinde VIS, VEST ve COMP puanlarında anlamlı düşüşler görülmektedir. Bu düşüşlerin işitme kaybı derecesiyle artması işitme sisteminde yaşa bağlı fizyolojik değişikliklerin dengeyi sağlayan

sistemler üzerinde de benzer düzey ve şekilde yaşa bağlı değişikliklere neden olduğunu göstermektedir.

Yapılan son çalışmalarda daha yavaş yürüme hızı ve düşük Romberg skorları gibi denge ilişkili değerlendirmeler yoluyla yaşlı bireylerde işitme kaybı ve denge bozuklukları ilişkilendirilmiştir (Chen ve diğ., 2015). Normal işiten ve işitme kayıplı bireyler arasında yapılan karşılaştırmalarda, işitme kayıplı bireylerin hem gözler açık hem de kapalı koşulda yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak daha düşük postural kontrole sahip olduğu bildirilmektedir (Thomasve diğ., 2018). İşitme kaybı olan yaşlı yetişkinlerin, normal işiten yaşlı yetişkinlere kıyasla daha zayıf reaktif denge becerilerine sahip olduğu (Kowalewski ve diğ., 2018) ve daha fazla postural kararsızlık sergiledikleri (de Almeida Ciquinatove diğ., 2020) gösterilmiştir.

Li ve diğ. yaptıkları bir çalışmada 50-69 yaşları arasındaki farklı derecelerde işitme kayıplı 1.180 birey ile 6 metrelik yürüme yolunu kullanarak yürüme hızını değerlendirmiştir (Li ve diğ., 2013). Her 25 dB'lik işitme kaybında yürüme hızının 0,05 m/s yavaşladığını ve yürüme hızı ile işitme kaybı arasında bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada da işitme kaybı arttıkça statik denge yeteneğinin azaldığını göstermişlerdir (Dave diğ., 2015). Çalışmamızda da işitme kaybı arttıkça VIS, VEST ve COMP puanlarının azaldığı bulundu. Geriatrik bireylerde işitme kaybı derecesi arttıkça dinamik denge becerilerinde azalma görüldü.

Duyu Organizasyon Testi, duyu analizlerinin yanı sıra strateji analizini de değerlendirmektedir. Genç yetişkinler, denge durumlarındaki strateji planlamalarında hem ayak bileği hem de kalça stratejisini uygun şekilde kullanır. Yapılan çalışmalar geriatrik bireylerin denge sağlamada daha geniş bir yelpaze stratejisini kullandığını göstermiştir. Bu motor kontroldeki farklılıklar, kas ve iskelet sistemindeki yaşa bağlı değişiklikler ve motor planlama becerisindeki farklılıklara bağlanmıştır (Cohen ve diğ., 1996). Strateji planlamadaki bozulmalar yaşa bağlı denge bozukluklarının oluşumuna neden olmaktadır. Özellikle 60 yaş ve üzeri bireylerde D4, D5 ve D6'da yaşla birlikte kalça stratejisi kullanımının arttığı gösterilmiştir (Pierchala ve diğ., 2012). Literatürde yaşa bağlı işitme kaybı olan bireylerde strateji analiziyle ilgili bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Çalışmamız sonuçlarına göre, işitme kaybı derecesi arttıkça D4, D5 ve D6'da kalça stratejisi kullanımının arttığı belirlendi. Bu durum, işitme kaybına bağlı olarak strateji planlamasındaki bozulmanın, dinamik denge becerilerini olumsuz etkileyerek düşme riskini artıracığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızda geriatrik bireylerin özellikle VEST, VIS ve COMP puanlarının orta derecede işitme kaybı olan gruptan (Grup 4) sonra belirgin olarak azaldığı görüldü. Özellikle orta-ileri ve ileri derece işitme kaybı olan grupların dinamik denge becerilerinin diğer gruplara

göre çok daha bozuk olduğu bulundu. Literatürde de çalışmamızı destekler nitelikte işitme kaybı olan yaşlılarda postural dengede olumsuz yöndeki değişiklikler olduğu belirtilmektedir (de Almeida Ciquinatove diğ., 2020). Benzer şekilde pediatrik grupta yapılan çalışmalarda da sensörinöral işitme kayıplı çocuklarda işitme kaybının dereceleri ile postural dengesizlikler ve denge değişiklikleri arasında bir ilişki bulunmuştur. İşitme kaybının derecesi arttıkça, sensörinöral işitme kayıplı çocuklarda postural dengesizliklerin o kadar şiddetli olduğu gösterilmiştir (Melo ve diğ., 2019). Tüm bu bulguların ışığında yaşın etkisi ve yaşa bağlı değişikliklerin yanı sıra odyovestibüler etkilenim birlikteliği her yaş grubunda görülebilmektedir.

Bulgularımıza göre işitme kaybı olan bireylerin cinsiyet açısından dinamik denge puanlarında farklılık görülmedi. Ancak yapılan bir çalışmada yaşlı erkeklerin, yaşlı kadınlara göre postural dengeyi etkileyebilecek ayak tabanı hassasiyeti ve işitme kaybına sahip olma olasılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Dillon, 2010). Araştırmacılar bu durumun sebebinin mesleki gürültü veya çevre gürültüsüne erkeklerin kadınlardan daha fazla maruz kalmasından kaynaklanabileceği öne sürülmüştür. Çalışmamızda çevresel faktörlerin etkisini elimine etmek için gürültü ve akustik travma öyküsü olan bireylerin verileri dahil edilmeyerek dışlanmıştır. İşitme kaybı olan bireylerin cinsiyet açısından dinamik denge puanlarında istatistiksel farklılık görülmemesine sebep olduğu düşünüldü.

Literatürde işitme sisteminin denge sistemine sağladığı katkılar değerlendirilirken, işitme kayıplı ve işitme cihazı/koklear implant kullanan bireyler ile çalışmalar yapılmıştır. İşitme cihazlarının işitme kaybı olan yaşlı yetişkinler için dengeyi iyileştirip iyileştirmediğine ilişkin karmaşık bir literatür bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda işitme cihazının işitme kayıplı yaşlı bireylerin statik denge becerilerini iyileştirdiği gösterilmiştir (Rumalla ve diğ., 2015). Bazılarında ise işitme kaybı olan yaşlı bireylerde Zamanlı Kalk ve Yürü testi gibi denge testlerinde işitme cihazı kullanıp kullanmamasının performans açısından bir fark yaratmadığı gösterilmiştir (Dave diğ., 2015). Çalışmamızda orta-ileri ve ileri derece işitme kaybı olan bireylerin çoğu, hafif ve orta derece işitme kaybı olan bireylerin bazıları işitme cihazı/koklear implant kullanmaktaydı. Literatürün işitmeye yardımcı cihazların denge üzerine etkisi konusunda net olmadığı için çalışmamızda işitme cihazı/koklear implant kullanımı dışlanma kriteri olarak kabul edilmedi. İleriki çalışmalarda işitmeye yardımcı cihaz kullanan bireylerin cihazını ne kadar süredir kullandığı, düzenli kullanıp kullanmadığı gibi daha ayrıntılı veriler ile yapılacak çalışmalar bize işitmeye yardımcı cihaz kullanımının denge üzerine etkisi konusunda yol gösterici olacaktır.

Ayrıca vestibüler bozukluğu olan kişilerin dengeyi sağlamada işitsel ipuçlarına ne kadar güvenip güvenmediği başka bir çalışmada araştırılmıştır. Bulgulara göre vestibüler bozukluğu

olan grubun ses varlığında salınımlarında azalma görülürken, vestibüler bozukluğu olmayan grubun salınımlarında değişiklik gözlenmemiştir. Çalışma sonucunda vestibüler bozukluğu olan bireylerin olmayanlara göre işitme sistemlerini denge için daha fazla kullandıklarını bildirmişlerdir (Vitkovic ve diğ., 2016). Çalışmamızda yaşa bağlı işitme kaybı ve denge arasındaki ilişki araştırıldığı için sadece yaşa bağlı denge bozukluğu olan bireylerin verileri dahil edilmiş, yaşa bağlı olmayan vestibüler bozukluğu olan bireyler dışlanmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda hem işitme kaybı hem de yaşa bağlı olmayan vestibüler bozukluğu olan gruplar oluşturarak, geriatrik bireylerin denge becerilerine hangi sistemlerin hangi durumlarda daha fazla katkı sağladığı daha ayrıntılı bir şekilde araştırılmalıdır.

Sonuç olarak dengenin korunması, denge bozukluklarından da sorumlu olan diğer duyuşal sistemlerin sağlıklı olmasına bağlıdır. İşitme kaybının denge becerileri üzerinde olumsuz etkisi olduğu açıktır. Bu nedenle, işitme kaybına bağlı denge yeteneklerindeki azalmaları en aza indirmek için yaşa bağlı gelişen işitme kayıplarının erken dönemde belirlenerek düzeltilmesi gerekmektedir. Özellikle yaşa bağlı işitme kaybı olan geriatrik popülasyonda yaşam kalitesini artırmak ve düşmeleri önlemek için işitme kaybı olan geriatrik bireylerin vestibüler ve denge fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve uygun postural müdahalelerin programlanması önerilmektedir.

Finansal Destek

Bu çalışma için finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Tüm yazarlar çalışmada herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynakça

- Bruniera, J. R. Z., Camiloti, J. F., Penha, O. d. M., Franco, P. P. R., Silva, R. A. d., & Marchiori, L. L. d. M. (2015). Comparative analysis of postural balance by posturography in patients with isolated vertigo or associated with hearing loss. *Audiology-Communication Research*, 20, 321-326.
- Chen, D. S., Betz, J., Yaffe, K., Ayonayon, H. N., Kritchevsky, S., Martin, K. R., Harris, T. B., Purchase-Helzner, E., Satterfield, S., & Xue, Q.-L. (2015). Association of hearing impairment with declines in physical functioning and the risk of disability in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 70(5), 654-661.
- Clackamas, O. (2001). Balance Manager Systems Clinical Operations Guide. *NeuroCom International*.
- Clark, J. G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. *Asha*, 23(7), 493-500.
- Cohen, H., HEATON, L. G., CONGDON, S. L., & JENKINS, H. A. (1996). Changes in sensory organization test scores with age. *Age and ageing*, 25(1), 39-44.
- Da, H. K., Lee, J. D., & Lee, H. J. (2015). Relationships among hearing loss, cognition and balance ability in community-dwelling older adults. *Journal of physical therapy science*, 27(5), 1539-1542.
- de Almeida Ciquinato, D. S., Doi, M. Y., da Silva, R. A., de Oliveira, M. R., de Oliveira Gil, A. W., & de Moraes Marchiori, L. L. (2020). Posturographic Analysis in the Elderly with and without sensorineural Hearing Loss. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 24(04), e496-e502.
- Dillon, C. F. (2010). *Vision, hearing, balance, and sensory impairment in Americans aged 70 years and over: United States, 1999-2006*. US Department of Health and Human Services.
- Dozza, M., Horak, F. B., & Chiari, L. (2007). Auditory biofeedback substitutes for loss of sensory information in maintaining stance. *Experimental brain research*, 178(1), 37-48.
- Jiam, N. T. L., Li, C., & Agrawal, Y. (2016). Hearing loss and falls: A systematic review and meta-analysis. *The Laryngoscope*, 126(11), 2587-2596.
- Kanegaonkar, R., Amin, K., & Clarke, M. (2012). The contribution of hearing to normal balance. *The Journal of Laryngology & Otology*, 126(10), 984-988.
- Keller, B. K., Morton, J. L., Thomas, V. S., & Potter, J. F. (1999). The effect of visual and hearing impairments on functional status. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47(11), 1319-1325.
- Kowalewski, V., Patterson, R., Hartos, J., & Bugnariu, N. (2018). Hearing loss contributes to balance difficulties in both younger and older adults. *Journal of preventive medicine*, 3(2).
- Leme, G. L. M., Carvalho, I. F. d., & Scheicher, M. E. (2017). Improvement of postural balance in elderly women with the use of additional sensory information. *Fisioterapia e Pesquisa*, 24, 68-73.
- Li, L., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., & Lin, F. R. (2013). Hearing loss and gait speed among older adults in the United States. *Gait & Posture*, 38(1), 25-29.
- Lin, F. R., & Ferrucci, L. (2012). Hearing loss and falls among older adults in the United States. *Archives of internal medicine*, 172(4), 369-371.
- Lin, F. R., Thorpe, R., Gordon-Salant, S., & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in the United States. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 66(5), 582-590.
- Melo, R., Lemos, A., Raposo, M., Monteiro, M., Lambertz, D., & Ferraz, K. (2019). Repercussions of the hearing loss degrees and vestibular dysfunction on the static balance of children with sensorineural hearing loss. *Hum Mov Sci*.
- Pichora-Fuller, M. K., Kramer, S. E., Eckert, M. A., Edwards, B., Hornsby, B. W., Humes, L. E., Lemke, U., Lunner, T., Matthen, M., & Mackersie, C. L. (2016). Hearing impairment and cognitive energy: The framework for understanding effortful listening (FUEL). *Ear and hearing*, 37, 5S-27S.
- Pierchała, K., Lachowska, M., Morawski, K., & Niemczyk, K. (2012). Analiza parametrów Testu Organizacji Zmysłowej w grupie normy otoneurologicznej na materiale własnym—wyniki wstępne. *Otolaryngologia Polska*, 66(4), 274-279.

- Rumalla, K., Karim, A. M., & Hullar, T. E. (2015). The effect of hearing aids on postural stability. *The Laryngoscope*, *125*(3), 720-723.
- Sakurai, R., Suzuki, H., Ogawa, S., Takahashi, M., & Fujiwara, Y. (2021). Hearing loss and increased gait variability among older adults. *Gait & Posture*, *87*, 54-58.
- Thomas, E., Martines, F., Bianco, A., Messina, G., Giustino, V., Zangla, D., Iovane, A., & Palma, A. (2018). Decreased postural control in people with moderate hearing loss. *Medicine*, *97*(14).
- Vitkovic, J., Le, C., Lee, S.-L., & Clark, R. A. (2016). The contribution of hearing and hearing loss to balance control. *Audiology and neurotology*, *21*(4), 195-202.
- WHO, W. H. O. (2015). *World report on ageing and health* (9241565047).
- Zuniga, M. G., Dinkes, R. E., Davalos-Bichara, M., Carey, J. P., Schubert, M. C., King, W. M., Walston, J., & Agrawal, Y. (2012). Association between hearing loss and saccular dysfunction in older individuals. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, *33*(9), 1586.