

DERLEME / REVIEW

Sakroiliyak Eklem Biyomekaniği Sağlık ve Hastalıkta: Bir Anlatısal DerlemeZelal APAYDIN ¹, Tülay Ülkü SEVİM ², İrem ÇAYLAK YETÜT ³, Rüstem MUSTAFAOĞLU ⁴¹ İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye, **ORCID:** 0000-0001-8640-8362² İstanbul Sağlık ve Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, İstanbul, Türkiye, **ORCID:** 0000-0002-9468-2158³ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı İstanbul, Türkiye, **ORCID:** 0000 0003 2760 2493⁴ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye, **ORCID:** 0000-0001-7030-0787**ÖZET**

Sakroiliyak (Sİ) eklem, bel ağrısı olan hastaların %10 ile %25'inde birincil ağrı kaynağı olarak belirtilen bir eklemdir. Sİ eklem öncelikli olarak stabiliteye yönelik tasarlanmış olup vücudun üst kısmı ve omurganın ağırlığını dağıtarak alt ekstremitelere iletmek, gövdenin pelvis üzerindeki dönüşünü sınırlamak ve hamile kadınlarda doğumun kolaylaştırılmasını sağlamak gibi temel işlevleri bulunur. Genel anlamda eklemdaki hareketin 3 vücut düzleminde meydana geldiği, ancak ilerleyen yaşla birlikte hareketin yavaş yavaş azaldığı kabul görmüştür. Benzersiz anatomik ve fizyolojik özellikleri, eklemi mekanik strese karşı duyarlı hale getirir ve aynı zamanda Sİ eklem ağrısının tanısında zorluklar yaratır. Sİ eklem biyomekaniğindeki değişiklik veya yaralanmalar sonucunda kas ve ligament gibi çevre dokularda meydana gelen değişiklikler ağrı ile belirlenir. Sakroiliyak eklem disfonksiyonu yaşayan çok sayıda hasta olmasına rağmen, semptomlar hastalar arasında tutarsız bir şekilde ortaya çıktığından tanı ve tedavi için optimal yöntemler konusunda anlaşmazlıklar vardır. Bu derleme, Sİ eklem anatomisi ve kinematiğini değerlendirirken fonksiyonel eklem biyomekaniğinin önemini vurgulamayı ve Sİ eklem disfonksiyonu ve inflamatuvar hastalıklarında görülen patomekaniği incelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sakroiliyak eklem, eklem ağrısı, bel ağrısı, inflamasyon.**The Biomechanics of the Sacroiliac Joint in Health and Disease: A Narrative Review****ABSTRACT**

The sacroiliac (SI) joint is cited as the primary source of pain in 10% to 25% of patients with low back pain. The SI joint is primarily designed for stability, distributing the weight of the upper body and spine to the lower extremities, limiting the rotation of the trunk over the pelvis, and facilitating childbirth in pregnant women. It is generally accepted that joint movement occurs in three body planes, but as age advances, movement gradually decreases. Unique anatomical and physiological features make the joint sensitive to mechanical stress and also create challenges in diagnosing SI joint pain. Changes or injuries in the biomechanics of the SI joint result in alterations in surrounding tissues such as muscles and ligaments, which become accentuated with pain. Despite the presence of a significant number of patients experiencing SI joint dysfunction, there are disagreements regarding optimal methods for diagnosis and treatment since symptoms inconsistently manifest among patients. This review aims to emphasize the importance of functional joint biomechanics while assessing the anatomy and kinematics of the SI joint and to examine the pathomechanics observed in SI joint dysfunction and inflammatory diseases.

Anahtar Kelimeler: Sacroiliac joint, joint pain, low back pain, inflammation.**1. Giriş**

Sakroiliyak (Sİ) eklem, ilk defa 1905'te Goldwaith ve Osgood tarafından bel ağrısına neden olan bir eklem olarak tanımlanmıştır. Albee 1909 yılında 50 kadavranın Sİ eklem diseksiyonu ve 7 vakada sunduğu raporda Sİ eklem gerçek, hareketli bir eklem olduğunu ve hasarında bel ağrısı ve siyatalji ortaya çıktığını bildirmiştir (1). Sakroiliyak eklem hastalığı, bel ağrısı ve kalça ağrısının iyi bilinen bir alt tipidir ve mekanik bel ağrılı hastalarda %10-27 aralığında görülür (2). Hasta öyküsü, fizik muayene ve görüntüleme, Sİ eklem patolojilerinde tanı için sıklıkla düşük duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir (3). Benzersiz anatomik ve fizyolojik özellikleri, eklemi mekanik strese karşı duyarlı hale getirir ve aynı zamanda Sİ eklem ağrısının tanısında zorluklar yaratır (4). Anatomik açıdan incelendiğinde, farklı Sİ eklem yapılarına özgü patolojik değişiklikler ve görülen

yaralanmalar, Sİ eklem ağrısı yaratabilir (5). Bu derleme, Sİ eklem anatomisi ve kinematiğini değerlendirirken fonksiyonel eklem biyomekaniğinin önemini vurgulamayı ve Sİ eklem disfonksiyonu ve inflamatuvar hastalıklarında görülen patomekaniği incelemeyi amaçlamaktadır.

1.1. Anatomi

Sakroiliyak eklem, kulak kepçesi (auriküler) şeklinde, ortalama 17,5 cm² yüzey alanına sahip olup vücuttaki en büyük aksiyel eklemdir (5). Eklem anterior sakral kısmı kalın hiyalin kıkırdak ile kaplı arka iliak tarafı fibrokartilaj ile kaplıdır (6). Eklem kaynaklarda gerçek bir diarthrodial sinovyal eklem şeklinde geçmesine rağmen sakrum ve ilium arasındaki arayüzün sadece anteriorda üçte birlik kısmı gerçek bir sinovyal eklem olup, geri kalan eklem yapısı doğal stabilite sağlayan karmaşık ligament

Sorumlu Yazar:

Zelal APAYDIN, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye

E-posta: apaydinzelal@gmail.com **ORCID:** 0000-0001-8640-8362

Daha önce bildirilerek sunulmuş ise bildirir türü, yeri ve tarihi: Makale herhangi bir bilimsel etkinlikte sunulmamıştır.

bağlantılarından oluşur. Arka kapsülün olmaması veya yeterince gelişmemiş olması nedeniyle ligament bağlantısı dorsal kısımdan daha geniştir (7). Genel olarak eklem yüzeyleri pürüzlüdür ve hareketi en aza indiren ve stabiliteyi artıran birçok çıkıntı ve çöküntüye sahiptir. Sİ eklem farklı yapısının, aksiyal omurgada yer alan eklem boyunca dikey yönelimli strese karşı bir adaptasyonu olduğu düşünülür. Bu nedenle yetişkin bireydeki Sİ eklemde boyut, şekil ve yüzey konturunu kapsayan geniş bir değişkenlik vardır (5).

Sakroiliyak eklemi çevreleyen ligament ve kas yapıları birbiriyle ilişkilidir ve eklem mobilitesine genel itibarıyla katkı sağlar (5). Aktif hareket sağlamak için Sİ eklem üzerinde hareket edecek bir kas bulunmuyor olsa da eklem vücudun en büyük ve en güçlü kaslarından bazılarıyla çevrilidir. Bunlar arasında erektör spina, psoas, kuadratus lumborum, piriformis, abdominal oblikler, glutealler, hamstringler ve pelvik taban kasları (levator ani ve koksigeus kasları) bulunur. Eklemi çaprazlayan kaslar doğrudan Sİ eklem üzerine etki etmese de kalça veya lomber omurgaya etki eder. Sİ eklemde oluşturulan hareket sakrumun aktif hareketlerinden ziyade dolaylı olarak yerçekimi ile gövde ve alt ekstremitelere etki eden kaslar aracılığı ile meydana gelir. Pelvik taban kasları (levator ani ve koksigeus kasları) eklemeleri stabilize etme görevi görür (8).

Eklem, güçlü ligamentlerle kuvvetlendirilmiş ve çok kompakt, kısa, lifli bir kapsülle çevrelenmiştir. Sakroiliyak ligamentler, sakrum ve iliumu pelvik bölgede birbirine bağlar ve eklemi çevreleyen kasların gücüyle birlikte sabitleyip destekler. Ligamentler arasında interosseöz Sİ ligament, posterior (uzun ve kısa başı) ve anterior Sİ ligamentler ve sakrotüberöz, sakrospinöz ve iliolumbar ligamentler yer alır. Eklem çevresindeki ligamentlerin fonksiyonları Tablo 1 üzerinde detaylıca belirtilmiştir. Aksiyal ligament olarak da bildirilen interosseöz ligament, sakrum ve iliumu S1 ve S2 seviyelerinde birbirine bağlar ve eklemi destekleyen ligamentlerin en güçlüsü olarak kabul edilir (8). Interosseöz Sİ ligament yaralanması, eklem dislokasyonu/kırığı veya hipermobilitesi ile birlikte düşünülmelidir (9).

Uzun posterior Sİ ligament oldukça kuvvetlidir ve sakrumun lateral tepesinden spina iliaka posterior superiora (SİPS) ve iliak krestin arka ucuna geçen çok sayıda demetten oluşur. Ayrıca, hamilelik gibi lomber lordozun azaldığı dönemlerde gerilebilir. Anterior Sİ ligament ince bir yapıdadır. Posterior ligamentten daha zayıftır ve eklem üzerinden sakrumdan iliuma kadar oblik olarak uzanır. Sakrotüberöz bağ, pelvisin alt ve arka kısmında yer alır ve sakrumdan iskiyal tüberoziteye kadar uzanır (8,10). Van Wingerden ve arkadaşları, biceps femoris kasının tendonuna uygulanan ve biceps femoris kas kuvvetini simüle eden kuvvetlerin sakrotüberöz ligamentindeki gerginliği etkilediğini göstermiştir (11). Buna dayanarak egzersiz yoluyla biceps femoris kas aktivitesini artırıp sakrotüberöz ligamentinde gerginlik yaratılır. Böylece eklem stabilitesini iyileştirerek Sİ eklem instabilitesi olan hastalar için egzersizlere dönüştürülebilir (9). Sakrospinöz ligamentin yapışma yeri sakrotüberöz ligamentin arkasındadır. İliolumbar ligament, 5. lomber vertebra gövdesinin ucundan iliak kreste kadar uzanır (8). Eklem sagittal hareketini kısıtlaması nedeniyle, yaralanması Sİ eklem yukarı ve aşağı hareketinde artışa neden olur ve bu durum hipermobilitayla ilgili semptomlar gösteren hastalarda dikkate alınmalıdır (9). Sakroiliyak ligamentlerin patolojisiyle ilişkili yaralanmalar ve şikayetler, doğal olarak Sİ eklem ağrısı veya bel ağrısı olarak karşımıza çıkabilir.

Sakroiliyak eklem iki farklı kırık ile kaplıdır. Konkav sakral yüzey, yetişkinliğe kadar kalınlığı 4 mm'ye ulaşan kalın hyalin eklem kırıkdağıyla kaplıdır. Konveks iliak yüzey ince bir fibrokartilajla kaplıdır (12).

Tablo 1. Sakroiliyak eklem ligamentleri, yerleri ve fonksiyonları

Ligament	Yer	Birincil Kısıtlama
Posterior ligament	Spina iliaka posterior süperiordan sakral tüberküllere	Sakral ekstansiyon
Sakrotüberöz ligament	Spina iliaka posterior süperior ve sakrumdan iskiyal tuberositaya	Sakral fleksiyon
Sakrospinöz ligament	Sakrumun apeksinden iskiyal omurgaya	Sakral fleksiyon
Anterior ligament	Sİ eklem ventral ve kaudal yönlerini geçer	Sakral fleksiyon, aksiyal rotasyon
İnterosseöz ligament	Sİ eklem dorsalinde sakrum ile ilium arasında	Sakral fleksiyon, aksiyal rotasyon
İliolumbar ligament	L5'in transvers prosesinden iliak tüberositas ve krestine kadar	Lateral yana bükülme

Sİ eklemde yaşa bağlı olarak gözlemlenen değişimler ergenlik döneminde başlar ve yaşam boyu sürer. Ergenlik döneminde yüzey daha pürüzlü bir hal alır ve bazı bölgeler fibröz plaklarla kaplanır. Yaşamın 3. ve 4. dekadlarına gelindiğinde değişiklikler hızlanır ve yüzey düzensizlikleri, fibrilasyon ve kondrositlerin kümelenmesi oluşumları görülür. Altıncı dekada eklem hareketi belirgin şekilde kısıtlanır ve sekizinci dekada gelince erozyonlar ve plak oluşumları görünür. Genel anlamda eklemdeki kırıkdağı değişiklikleri embriyonik hayattan sekizinci dekada kadar gözlemlenir. Bu tür değişimler başlangıçta dejeneratif artroz olarak yanlış yorumlansa da bunların daha sonra kesme kuvvetlerine adaptasyon olduğu anlaşılmıştır (7). Eklem aralığı yaşla birlikte azalır, kabalaşır ve plaklar ile dolar. Eklem aralığı doldukça ve eklem yaşlandıkça, daha rijit bir hale gelir ve amortisör olarak yeterince etkili olamaz (10). Bu durum, azalan kemik mineral yoğunluğuyla birlikte yaşlılarda sakral kırıklara neden olabilir (13).

Eklem inervasyonu yapılan çalışmalara rağmen net olarak belirlenmemiş ve bireylere göre farklılık gösterebileceği de bildirilmiştir. Posterior Sİ eklem L3'ten S4'e ve anterior Sİ eklem L2'den S2'ye kadar olan sinir köklerinin herhangi biri veya tümü tarafından inervasyonun sağlandığını bildirilmiştir (11). Çeşitli seviyelerde inervasyon bulunduğundan, Sİ eklem dolayısıyla oluşan ağrı çeşitli şekillerde ortaya çıkabilir (6). Kapsülde, ligamentlerde ve subkondral kemik içerisinde nosiseptörlerin tanımlanmış olması, çoklu ağrı etiyolojilerini akla getirmektedir (15).

Erkeklerde 5. lomber vertebra eklem yüzü sakral taban genişliğinin üçte birinden daha fazlasını kaplarken, kadınlarda üçte birinden daha azdır. Kadın sakrumu daha geniş, daha düzensiz, daha az kavisli ve daha geriye doğru eğimlidir. Erkekler nispeten uzun ve dar bir pelvise ve kadınlara göre daha uzun ve daha konik bir pelvik boşluğa sahiptir. Sİ eklem gelişimindeki cinsiyete bağlı bu tür farklılıklar, genç kadınlarda daha yüksek oranda Sİ eklem yanlış hizalanmasına yol açabilir (8). Kadınların Sİ eklem ligament kompleksi erkeklerle göre daha zayıftır ve bu durum doğum için gerekli mobiliteye imkân sağlar. Sİ eklem, cinsiyet hormonlarının ligament gevşekliğinde artışa neden olduğu hamilelik sırasında en fazla hareketliliğe maruz kalır (5).

Sİ eklem ligamentöz ve kırıkdağı kısımlarını içeren bazı anatomik varyasyonlar bulunur. Kadınlarda daha sık görülmekle birlikte bazen bitişik kemikte ödemli veya yapısal değişikliklerle ilişkilidir. Bu durum klinik uygulamada değerlendirmeyi

zorlaştırabilir. Yapısal ve ödemli değişikliklerle ilişkili varyantlar sakroiliit olarak yanlış yorumlanabilir (16). Sİ ekleminde anatomik varyasyonları araştırmak üzere ülkemizde yapılan bir çalışmada sırasıyla lumbosakral transizyonel vertebra (%12,2), aksesuar Sİ (%7,8), iliyosakral kompleks (%6,4), sakral defekt (%5,9) ve izole sinostoz (%0,2) şeklinde çeşitlerin görüldüğü bildirilmiştir (17). Hem doğrulanmış sakroiliit hem de anatomik varyasyonları olan hastalarda erken aşamada görülen değişiklikleri analiz eden ileri çalışmaların oldukça faydalı olacağı belirtilmiştir (16).

1.2. Biyomekani

Sakroiliyak eklem öncelikli olarak stabiliteye yönelik tasarlanmıştır. Sİ eklemin kabul edilen 3 temel fonksiyonu, vücudun üst kısmı ve omurganın ağırlığını dağıtarak alt ekstremitelere iletmek, gövdenin pelvis üzerindeki dönüşünü sınırlamak ve hamile kadınlarda doğumun kolaylaştırılmasını sağlamaktır (14). Biyomekanik çalışmalar, farklı anatomisi ve konumu nedeniyle Sİ eklemin lomber omurgayla kıyaslandığında, torsiyonun yalnızca yarısına ve aksiyal kompresyon yükünün 1/20'sine dayanabildiğini göstermiştir. Bu durum da daha zayıf olan ön eklem kapsülünü zorlayıp yaralanmasına sebep olabilir (5).

Sakroiliyak eklemi olağandışı stres ve gerilime karşı savunmasız hale getirebilecek bazı özellikleri bulunur. Eklem dikey olarak yönlendirilir ve bu durum eklem boyunca daha fazla kesme kuvvetine maruz kalmasına neden olur. Bu kuvvetler eklemin ön sinovyal alanında yoğunlaşır. Eklemin sakral yüzeyindeki eklem kırdağı iliak kırkırdaktan iki kat daha kalınken, subkondral iliak kemik uç plakası sakrumunkinden %50 daha kalındır. Bu yapısal özellikler, sakral taraftaki dejeneratif değişikliklerin neden iliak yüzeyi etkileyenlerden genellikle 10 ile 20 yıl geride kaldığını açıklayabilir (4). Sİ eklemin ligamentleriyle birlikte nispeten düz şekli, büyük bükülme (bending) momentlerini ve kompresyon yüklerini aktarır. Ancak eklemin kesme yüklerine karşı stabilitesi pek yoktur. Kaslar ve ligamentler tarafından üretilen kuvvetler ile self-bracing mekanizması sağlanır. Bu da Sİ eklem boyunca kompresyonu artırır ve böylece kesme yüklerine direnç göstermeye yardımcı olur. Sİ eklem yüzeylerinin sürtünme katsayısı, oluklar ve çıkıntılar olmadan yaklaşık 0,4'tür. Oluklar ve çıkıntılar, eklemi kesme kuvvetine karşı korumak için ek bir direnç sağlar. Transversus abdominis ve pelvik taban kasları (levator ani ve koksigeus kasları), kesme yüklerine direnmek için Sİ eklem boyunca kompresyon yükünü arttırdıklarından Sİ eklem stabilitesinde önemli bir rol oynarlar (8).

Form closure and force closure yoluyla ekleminde daha fazla stabilizasyon ve sürtünme azalması meydana gelir. Form closure, eklem yüzeyindeki çıkıntıların ve olukların birbiri üzerinde kenetlenmesi anlamına gelir ve lateral kuvvetlere olan ihtiyacı en aza indirir. Bununla birlikte, sakrum ve pelvisin birbirine yakın kenetlenmesiyle mobilite neredeyse hiç olmayacaktır. Force closure ligamentlerin, kasların ve fasyanın kompresyon kuvvetlerini ifade etmektedir. Kas zayıflığı ve yetersiz ligament gerilimi durumunda yük transferi olumsuz şekilde etkilenir. Form closure and force closure kombinasyonu ile Sİ eklem stabilitesini sağlayan oluşumlardan biridir (12). Dış kuvvetler potansiyel olarak eklem hizalanmasında bozulmalara neden olabilir ve bu da Sİ eklem ağrısına yol açabilir. Sadece eklem yüzeyi morfolojisi değil, aynı zamanda bitişik eklemlerin mekanik ortamı da Sİ eklem ağrısına neden olabilir (18).

Genel anlamda Sİ eklemindeki hareketin 3 vücut düzleminde (aksiyal, sagittal ve koronal) meydana geldiği, ancak ergenlikten sonra yavaş yavaş azaldığı kabul görmüştür. Sİ eklem hareketi, hareketlerin bir kombinasyonu olarak düşünülebilir; fleksiyon ve ekstansiyon, süperior ve inferior glide, anterior ve posterior transasyon. Sİ eklem hareketi temelde bu hareketlerin eş zamanlı herhangi bir kombinasyonunda oluşabilir. Aktiviteler sırasında eklem hareketi küçüktür ve biyomekanik olarak ölçülmesi çok zordur. Eklemindeki normal hareket yaklaşık 2,5 (derece) rotasyon ve 0,7 mm transasyon olarak tanımlanmıştır (14). Nutasyon, Sİ eklemindeki anterior rotasyon olarak tanımlanır.

Hareket esnasında sakrumun tabanı öne, apeksi ise arkaya doğru hareket eder. Bu hareket sırasında iliak kemikler birbirine yaklaşır ve iskiyal tüberküller birbirinden ayrılır. Kontranütasyon, Sİ eklemindeki posterior rotasyon olarak belirtilir. Bu hareket sırasında sakrumun tabanı arkaya, apeksi ise öne doğru hareket eder. Burda da tam tersi olarak hareket sırasında iliak kemikler birbirinden ayrılır ve iskiyal tüberküller birbirine yaklaşır (14). Kalça fleksiyonu nutasyonu kolaylaştırırken kontranütasyon kalça ekstansiyonu ile kolaylaştırılır (19). Sİ eklem için eklem hareket açıklığının (EHA) fleksiyon-ekstansiyonda (yaklaşık 3 derece) en yüksek olduğu ve ardından aksiyal rotasyonun yaklaşık 1,5 derece olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte erkek ve kadın Sİ eklemleri için EHA değerleri de farklı olabilir (8).

Sİ eklem hareketinin fizyolojik aralığının 1 mm'nin altında olduğu düşünülebilir. Eklem hareketi çok küçük bir aralık olmasına rağmen, benzersiz morfolojisi ve yapısı ile insanlar için dik iki ayak üzerinde yürümede olmazsa olmaz bir faktör olduğu öne sürülmüştür. Bununla birlikte, yapılan analizler tüm vücut hareketine dayalı olarak eklem fonksiyonlarını açıklamak için hâlâ yetersizdir. Örneğin, nesneleri almak veya oturmak gibi hareketler esnasında Sİ eklem hareketinin yörüngeleri gösterilmemiştir (18).

Anatomi kısmında olduğu gibi cinsiyet farklılığı eklemin biyomekaniğine de yansımaktadır. Kadın Sİ eklemi erkeklerle kıyasla daha yüksek hareket yeteneğine sahiptir ve stres, yük ve pelvis ligament gerilimi barındırır. Bu durum, kadınlarda Sİ eklem ağrısı ve pelvik stres kırığı insidansının daha yüksek olmasını açıklayabilir (20). Erkekler ve kadınlar için ağırlık merkezinin farklı konumlarda bulunması eklem formunun gelişiminde önemli etki yaratır. Ağırlık merkezi daha ventralde bulunan erkeklerle kıyasla, kadınlarda ağırlık merkezi genellikle Sİ eklemin önünden veya içinden geçer. Bu durum erkeklerin kadınlardan daha büyük bir kaldıraç koluna sahip olmasına neden olur, bu da erkeklerde Sİ eklemin daha yüksek yükleri tolere edebilmesini sağlar. Bu özellik ayrıca erkeklerin daha kısıtlı hareket kabiliyetine sahip olma nedenini de açıklayabilir. Erkeklerin ortalama hareketi kadınlarınkinden yaklaşık %40 daha azdır (8).

1.3. Sakroiliyak Eklem Disfonksiyonu

Sakroiliyak eklem biyomekanik problemlerinden kaynaklanan ağrılar, pelvik kemiklerin anatomik yapıları ve bu yapıların stabilitesindeki bozulmalar sonucu meydana gelen biyomekanik değişiklikler ve Sİ eklem veya çevresindeki rahatsızlıklar Sİ eklem disfonksiyonu (SİED) olarak adlandırılır. Bu durum, pelvisin stabilitesini sağlayan anatomik unsurlardaki bozulmalar veya hasar neticesinde ortaya çıkan fonksiyonel değişikliklerle ilişkilidir (21). Sİ eklemden kaynaklanan ağrı, ipsilateral SİPS'in aşağısında yaklaşık 3 cm x 10 cm'lik bir alana lokalizedir. Sİ eklem disfonksiyonundan kaynaklanan ağrı haritaları L5-S1 sinir dağılımlarına uzanır ve sıklıkla kalça, kasık, uyluk arkası ve radiküler semptomlarla alt bacakta görülür. Bununla birlikte, bu ağrı dağılımı hastalar arasında geniş bir değişkenlik göstermektedir ve bel ağrısının diskojenik veya faset eklem kaynaklarıyla güçlü benzerlikler taşımaktadır (22). Eklem ağrısının birçok nedeni vardır, bunlar arasında rotasyonda tekrarlayan asimetrik hareketler, hamilelik, obezite, doğrudan travma veya önceki lomber/sakral cerrahi, sistemik inflamatuvar ve/veya dejeneratif hastalıklar, bacakların uzunluğundaki farklılık ve genetik durumlar bulunmaktadır (12). Sakroiliyak eklem disfonksiyonu en yaygın tipinde, koksas kemiklerin sakruma göre tek taraflı anteriora doğru rotasyonu görülür. Posterior ligamentlerin işlev görmemesi durumunda, koksas kemikler anterior yönde hareket eder ve zayıf olan anterior ligamentler, bu rotasyona etkili bir direnç gösteremezler. Sonuç olarak, Sİ eklem zarar görür ve anteriora sabitlenir (23). Aşırı veya eksik eklem hareketliliğinin biyomekanik davranışı, disfonksiyonel Sİ eklem tanımı altına girer (12). Eklemin yanlış hizalanmasına neden olan bu durum, hipermobil veya hipomobil Sİ eklemlerin oluşumuna yol açabilir.

Sakroiliyak eklem disfonksiyonu yaşayan çok sayıda hasta olmasına rağmen, tanı ve tedavi için optimal yöntemler konusunda anlaşmazlıklar vardır; çünkü semptomlar hastalar arasında tutarsız bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Sİ eklem ağrısı genellikle lokalize ve/veya yayılan bir ağrı biçiminde kendini gösterir. Ağrının sık görüldüğü yerler arasında kalça (%94), alt lomber bölge (%72), alt ekstremiteler (%50) ve kasık (%14) bulunur. Ayrıca, artmış idrar sıklığı ve geçici uyuşma/karıncaalanma gibi belirtiler de rapor edilmiştir (24). Ağrı özellikleri, donuk, keskin ve bıçak saplanır tarzda değişebilir. Rahatsızlığı artıran faktörler arasında her türlü fiziksel aktivite, sabit pozisyonlar, eğilme, tırmanma, kalkma ve cinsel ilişki bulunmaktadır. Sİ eklem ağrısını tanımlamak için en güvenilir faktör, L5 seviyesi altında tek taraflı bulunan ağrıdır (3). Sİ eklem bölgesindeki lokalize ağrı, lomber omurga, Sİ ve kalça ekleminden kaynaklanan ağrının yanı sıra hormonal, yetersiz motor kontrol, ligament yapılarına olan stres ve visseral ağrıyı da barındıran geniş bir skalayı içerir. Eklem üzerinde tekrarlayıcı kesme veya torsiyon kuvvetleri, ağır kaldırma gibi mekanizmalar da disfonksiyonun nedenleri arasında yer alabilir (25). Hamilelik sırasında artan östrojen ve relaksin üretimi, büyüyen bir fetüsün baskısıyla birlikte Sİ eklem hipermobilitesine neden olabilir. Buna karşılık, pelvik kırıklar ve sedanter yaşam tarzı hipomobilitate ve eklem fiksasyonuna yol açabilir (12). Sakroiliyak eklem disfonksiyonu olası nedenleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Sakroiliyak eklem disfonksiyonunun nedenleri

Travma
Gebelik
Bacak uzunluk farkı
Sakroiliit
• Ankilozan spondilit
• Reaktif artrit
• Psöriatik artrit
• İnflamatuvar barsak hastalıkları
• Enteropatik artrit
• Pyojenik sakroiliit

1.3.1. Bel Ağrısı

Sakroiliyak eklem, bel ve alt ekstremitelerde ağrıya yol açabilen önemli bir yapıdır. Sakroiliyak eklem disfonksiyonu, alt sırt ağrısından kaynaklandığı yaygın olarak tartışılmakta ancak birçok yazar, Sİ eklem lomber vertebra ve femur bölgesindeki ağrının kaynağı olduğunda ayrıca vurgulamaktadır (26). Sakroiliyak eklem ayrıca alt sırt ağrısında nosiseptif bir kaynak olabilir. Sakroiliyak eklem disfonksiyonu, bel ağrısı olan bireylerin yaklaşık %10 ile %25'inde birincil ağrı kaynağı olarak belirtilmiştir. Sakroiliyak eklem disfonksiyon ağrısı lumbal bölgeden başlayarak L5-S1 sinir dağılımına kadar yayılabilir. Sİ eklemde lokalize ağrı veya kasık, kalça ve bazen bacak, ayak ve ayak parmaklarına yansıyan ağrı şeklinde görülüp bazen de alt bacakta radiküler semptomlarla birlikte görülebilir (27). Hastaların yaklaşık %39'unda SİED ile ilişkili olarak eşlik eden omurga patolojileri bulunmaktadır (28). Literatürde, bel ağrısıyla başvuran hastaların yaklaşık %30'unda ağrının Sİ ekleminden kaynaklandığı belirtilmektedir (29). Bununla birlikte, SİED kaynaklı ağrı bel ağrısının diğer nedenleriyle karışabilir ve disk veya faset eklem kaynaklı ağrılarla benzerlik gösterebilir. Sonuç olarak, SİED bel ağrısının nedenlerinden biri olarak dikkate alınmalıdır, özellikle bel ağrısı olan hastaların değerlendirilmesi sırasında göz ardı edilmemelidir (26). Bu disfonksiyon, alt sırttan başlayarak yayılan ağrı ve alt ekstremitelerdeki semptomlarla ilişkilendirilebilir ve tedavi sürecinde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür (22). Sakroiliyak eklem disfonksiyonu genellikle lomber ağrının bir kaynağı olarak kabul edilse de, anatomik pozisyonu ve tanısasal bir 'altın standart'ın olmaması muayene ve ayırıcı tanıda zorluklara yol açmaktadır (30).

1.3.2. Gebelik ve Bel Ağrısı

Gebelik sırasında kadınların %20 ile %80'i sıklıkla Sİ ekleminden kaynaklanan bel veya posterior pelvik ağrı yaşamaktadır (6). Bu durum gebelik sırasında kilo artışı, abartılı lordotik duruş, üçüncü trimesterdeki hormonal değişikliklerin neden olduğu ligament gevşemesi ve doğumla ilişkili pelvik travmalar gibi faktörlerden kaynaklanabilir (31). Üçüncü trimesterde 1.789 hamile kadın üzerinde yapılan bir çalışmada, kadınların %22,6'sı günlük pelvik kuşak ağrısı yaşadığı, bu grubun %53,8'inin tek taraflı veya iki taraflı Sİ eklem ağrısı bildirdiği belirlenmiştir. (32).

Gebelik süresince, relaksin ve östrojen hormonlarının etkisiyle Sİ eklemi destekleyen fibröz yapı gevşemektedir ve üçüncü trimesterde Sİ eklem mobilitesi artmaktadır (33). Bu hormonal değişiklikler, doğuma hazırlık amacıyla pelvik kuşağın hafifçe genişlemesine izin verir (34). Ek olarak biyomekanik faktörler, gevşeme ve simfizyoliz ile birlikte eklem hareketliliğinde artışa neden olur. Gebelik sırasında gelişen SİED, kilo artışı, duruş değişikliği, karın ve intrauterin basıncın artması, omurga ve pelvik yapıların gevşekliği gibi bir dizi biyomekanik mekanizmaya bağlıdır. Gebelikte sırt ağrısının yaygınlığı son derece yüksek olup, bu durum sıklıkla gebeliğin normal bir fizyolojik belirtisi olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, sırt ağrısı yaşayan hamile kadınların %89'unun Sİ eklem ağrısı yaşadığı tahmin edilmektedir (35). Gebelikte asimmetrik Sİ eklem gevşekliği, simetrik Sİ eklem gevşekliğine sahip kadınlara kıyasla orta ila şiddetli pelvik kuşak ağrısı geliştirme riskini üç kat artırmaktadır. Ayrıca asimmetrik Sİ eklem gevşekliğinin doğum sonrası dönemde kronik ağrı riskini artırabileceği belirtilmiştir. Vücut ağırlığındaki değişiklikler ve artmış lordoz, ağırlık merkezinin öne doğru yer değiştirmesine ve Sİ eklem üzerindeki yükün artmasına neden olur, bu da ağrı ve yaralanma riskini daha da artırabilir. Gebelik sonrası dönemde eklem uygulanan kuvvetlerdeki dengesizlikler, devam eden SİED yol açabilir (35, 36).

1.4. Sakroiliit ve İlişkili Durumlar

Sakroiliit, Sİ eklemlerin tek taraflı veya çift taraflı inflamasyonudur (37). İnflamasyonun mikrotravma, otoimmünite, egzersiz ve enfeksiyonlar olmak üzere farklı nedenleri olabilir (38).

1.4.1. Sakroiliit Patolojisi

Sakroiliyak eklem anatomik olarak alt kesimde sinovyal eklem ve üst kesimde fibrokartilaj komponent olmak üzere iki bölüme ayrılır. Sİ eklem inflamasyonu sinovyal dokuyu etkilemesine göre farklı morfolojiye sonuçlanabilir. Sinovyal inflamasyon sonucu meydana gelen sinovit, sinovyal ödeme bağlı olarak özellikle eklem alt kesiminde radyolojik eklem mesafesinde artışa yol açar. Erken artrit döneminde gözlenen bu yapısal değişiklik eklem kartilajında serbest su birikimi ile karakterizedir. Artritin ilerlemesiyle eklem yüzünde osteoblastik reaksiyon artar ve yeni kemik oluşumu gelişir. Sakral yüz başlangıçta kalın hyalin kartilaj nedeniyle korunur. Uzun süreli ve ilerleyici inflamasyona eşlik eden pannus formasyonu kemiklerde ankiloz gelişimine yol açar. Bu dönemde kartilaj hasarı ile fokal kemik kaybı iç içe geçmiş durumdadır. Hastalığın ilerlemesiyle kemik lezyonları tek taraflı ya da çift taraflı olarak görülebilir (39).

Sakroiliit genellikle bel ağrısı olarak ortaya çıkar. Hastalar ağrının lokalizasyonunu belden ve bacaklardan aşağıya doğru yayılan, bir veya her iki kalçada ve/veya uyluk ağrısı olarak tanımlamaktadır. Hastalar, uzun süre oturduktan sonra veya rotasyonel hareketlerle ağrılarının daha kötü olduğunu bildirebilirler. Ağrının karakterizasyonu da büyük ölçüde değişir ve genellikle keskin ve batıcı olarak tanımlanır; ancak donuk ve sızı şeklinde tanımlandığı da belirtilmiştir (40).

Sakroiliit çoğu zaman mikrotravma sonucu görülmektedir. Akut veya tekrarlayan mikrotravmalar hastaların %10-30'unda bel ağrısına neden olabilmektedir. Travma çoğunlukla ağır kaldırma veya uzun süreli eğilme gibi fiziksel aktivitelerden

kaynaklanmaktadır. Ani rotasyon veya aksiyal zorlama akut Sİ eklem ağrısının altında yatan en yaygın mekanizmadır. Asimetrik vücut hareketleri gerektiren fiziksel aktiviteleri çok sık gerçekleştiren kişiler, sakroiliit gelişimi açısından yüksek risk altındadır (38). Sakroiliit, spondiloartropatiler (SpA), maligniteler, tüberküloz ve bruselloz gibi enfeksiyon hastalıklarında, sarkoidozda, sjögren sendromunda, sistemik lupus eritematosus ve romatoid artritte görülebilmektedir (41).

1.4.2. Spondiloartropatiler

Spondiloartropatiler ankilozan spondilit (AS), reaktif artrit, psöriatik artrit, inflamatuvar barsak hastalıkları ve enteropatik artrit gibi kendine has fizyopatolojik, klinik, radyografik ve genetik özellikleri olan kronik inflamatuvar ve romatizmal hastalıklardır. Sakroiliyak eklem tek taraflı veya çift taraflı inflamasyonu SpA'lerin karakteristik bulgusudur. SpA'lerde sakroiliit simetrik tutulum göstermektedir. Sakroiliit, klinik olarak sıklıkla değişen derecelerde inflamatuvar bel ağrısına yol açmakla birlikte olgular tamamıyla asemptomatik de olabilir. İnflamatuvar bel ağrısı ve alt ekstremitelerin asimetrik periferik artrit, SpA tanı ve sınıflandırılmasında temel alınan ana semptomlardır. SpA'lerde Sİ eklemler hafiften çok şiddetli düzeye kadar değişen derecelerde etkilenebilirler. Sonuçta parsiyel ya da tam ankiloz gelişir (41).

1.4.3. Ankilozan Spondilit

Ankilozan spondilit esas olarak aksiyel eklemleri etkileyen sebebi bilinmeyen inflamatuvar bir hastalıktır; periferik eklemler ve ekstraartiküler yapılar da tutulabilmektedir. Beyaz ırkta tüm spondiloartritlerin prevalansı %1-2 iken SpA'ların prototipi olan AS prevalansı %0.1-1.4 arasındadır. Bir çalışmada Türk toplumuna göre standardize edilmiş SpA prevalansı %1.05, AS prevalansı ise %0.49 olarak bulunmuştur (42). Sakroiliit AS'in en erken bulgularından biridir. Genellikle daha ince olan iliak kıkırdak, daha kalın olan sakral kıkırdaktan önce aşınmaktadır. Düzensiz olarak erozyona uğramış eklem sklerotik kenarlarının yerini fibrokartilaj rejenerasyon ve sonra da ossifikasyon almaktadır. En sonunda eklem tamamen kapanabilmektedir. Klinik kriterlere göre sakroiliit varlığı AS tanısında gerekli bir bulgudur (43).

1.4.4. Reaktif Artrit

Reaktif artrit (ReA) vücudun başka yerinde olan bir enfeksiyona eşlik eden akut artrit. Bu hastalıkta bel ağrısına oldukça sık rastlanılmaktadır ve insersiyon yerlerindeki inflamasyon, kas spazmı ve akut sakroiliit ağrısına neden olabilmektedir (44).

1.4.5. Pyojenik Sakroiliit

Tüberküloz ve bruselloz gibi bakteriyel enfeksiyonlarda meydana gelen sakroiliit; pyojenik sakroiliit olarak isimlendirilir. Sakroiliyak enfeksiyonlar oldukça nadir olup tüm septik artritlerin %1-2'sini oluşturur. Pyojenik sakroiliitte etyolojik ajan sıklıkla stafilokoklardır. Etkin ajan vücudun farklı yerlerinden penetrasyon gösterdikten sonra, kan ve kemik iliği yoluyla Sİ eklemlere ulaşır. İliopsoas kası gibi eklem komşu yapıların infiltrasyonu ile kemik sekestrasyonunun izlenmesi pyojenik sakroiliit için spesifik bulgulardır. Pyojenik sakroiliit bel ve kalça ağrısı, uyluğa vuran ağrı, yürümekte güçlük gibi klinik bulgulara sebebiyet vermektedir (41).

1.4.6. Gebelik ve Sakroiliit

Sakroiliit, fizyolojik ve mekanik değişimlerin sonucu olarak gebe kadınlarda da görülebilmektedir. Yüksek östrojen ve progesteron seviyeleri Sİ ligamentlerde gevşemeyi ve simfizis pubis diastazını artırır. Bunun sonucunda Sİ eklemlere binen reaksiyon kuvveti artar. Annenin kilo artışı, uterus kontraksiyonu ve pelvik taban kas gerginliğinin artması, Sİ eklem basıncını arttıran ve sakroiliit gelişimini hızlandıran faktörler arasındadır (45). Gebelerde akut sakroiliit sonucu gelişen ağrı, kalça ağrısı, proksimal uyluk ağrısı ve kasık ağrısının eşlik ettiği lumbosakral ağrı ile karakterizedir (46).

Sakroiliit çeşitli şekillerde ortaya çıkabilmesine rağmen, klinikte tipik olarak akut ve kronik olarak sınıflandırılır. Yeni başlayan şiddetli ağrı, akut sakroiliitin önemli bir klinik semptomudur. Bu ağrı tipik olarak şiddetlidir ve bazı hastalar için aktivite limitasyonuna neden olabilir. Ağrı, koşma, merdiven çıkma veya oturma pozisyonundan ayağa kalkma gibi aktiviteler sırasında yoğunlaşarak günlük yaşam aktivitelerini engelleyebilmektedir. Hastalar ayrıca ağrıyı tipik olarak kemer hizasının altında meydana gelen uyuşukluk olarak da tanımlayabilirler. Ağrı kasığa da yayılabilmektedir. Akut sakroiliit bağlamında, piyojenik sakroiliit tıbbi literatürde en sık bildirilen nedendir. Kronik sakroiliit bağlamında, hastalık AS'nin bir özelliği olarak kabul edilir ve ayrıca psöriatik artrit, reaktif artrit ve enteropatik artrit gibi diğer spondiloartropatilerde ülsaratif kolit veya Crohn hastalığının ekstraintestinal bir belirtisi olarak da gözlenmektedir (47).

2. Sonuç ve Öneriler

Karmaşık anatomik özellikler, dokuların mekanik özellikleri hakkında bilgi eksikliği bulunması ve bireyler arasındaki büyük değişkenlik olması sebebiyle Sİ eklem deneysel çalışmaları oldukça zordur. Bugüne kadar konuya dair birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen eklem mekaniklerine ilişkin anlayış hala yetersizdir. Bu nedenle tedavi yöntemleri konusunda anlaşmazlıklar olup çoğunlukla bilimsel kanıtlara değil, klinisyenlerin tecrübe ve görüşlerine dayanmaktadır. Anatomik ve fizyolojik özellikleri, Sİ eklemi mekanik strese açık hale getirmekte olup eklem ağrısının tanısında da zorluklar yaratır. Yapılarda oluşan bozukluklar sonucu meydana gelen biyomekanik değişiklikler klinisyenler tarafından iyi değerlendirilmelidir. Sİ eklem disfonksiyon ve inflamatuvar hastalıklarında patomekaniği inceleyen klinik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

3. Alana Katkı

Literatürde yapılan araştırmalar sonucunda, Türkçe kaynaklarda Sİ eklem anatomisi ve biyomekaniğini, eklem disfonksiyonu ve inflamatuvar hastalıklarının patomekaniği ile ildeleyen derleme sayısı oldukça azdır. Bu derleme, klinisyenlere Sİ eklem anatomisi, biyomekaniği ve patomekaniğini anlamaya yönelik detaylı ve güncel bilgiler sağlaması ile katkıda bulunacaktır. Derlememiz ilerleyen zamanlardaki klinik araştırmaların planlanmasında yol gösterici olacaktır.

Teşekkürler

Yok

Çıkar Çatışması

Herhangi bir kişi ve/veya kurum ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Yazarlık Katkısı

Fikir/Kavram: ZA, TUS, İÇY; Tasarım: ZA, TUS, İÇY, RM; Denetleme: ZA, TUS, İÇY, RM; Kaynak ve Fon Sağlama: - ; Malzemeler: - ; Veri Toplama ve/veya İşleme: - ; Analiz/Yorum: - ; Literatür Taraması: ZA, TUS, İÇY; Makale Yazımı: ZA, TUS, İÇY; Eleştirel İnceleme: ZA, RM.

Finansal Destek

Araştırma için bütçe desteği alınmamıştır.

Kaynaklar

1. Slipman CW, Patel RK, Shin C, Braverman D, Lenrow D. Pain management: studies probe complexities of sacroiliac joint syndrome. *Biomechanics*. 2000; 67(4):67-78.
2. Trentadue TP, Anderson TL, Wenger DE, McKenzie GA. Prevalence of accessory sacroiliac joint anatomy and associated clinical features. *Skeletal Radiol*. 2023;52(7):1359-1368. DOI:10.1007/s00256-023-04281-z

3. Hamidi-Ravari B, Tafazoli S, Chen H, Perret D. Diagnosis and current treatments for sacroiliac joint dysfunction: a review. *Curr Phys Med Rehabil Rep.* 2014; 2(1): 48–54. DOI: 10.1007/s40141-013-0037-7
4. Thawrani DP, Agabegi SS, Asghar F. Diagnosing sacroiliac joint pain. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(3): 85-93. DOI: 10.5435/JAAOS-D-17-00132
5. Cohen SP. Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of anatomy, diagnosis, and treatment. *Anesth Analg.* 2005;101(5):1440–1453. DOI: 10.1213/01.ANE.0000180831.60169.EA
6. Zelle BA, Gruen GS, Brown S, George S. Sacroiliac joint dysfunction: evaluation and management. *Clin J Pain.* 2005;21(5):446-55. DOI: 10.1097/01.ajp.0000131413.07468.8e.
7. Bowen V, Cassidy JD. Macroscopic and microscopic anatomy of the sacroiliac joint from embryonic life until the eighth decade. *Spine (Phila Pa 1976).* 1981;6(6):620-8. DOI: 10.1097/00007632-198111000-00015.
8. Kiapour A, Joukar A, Elgafy H, Erbulut DU, Agarwal AK, Goel VK. Biomechanics of the sacroiliac joint: anatomy, function, biomechanics, sexual dimorphism, and causes of pain. *Int J Spine Surg.* 2020;14(Suppl 1):3-13. DOI: 10.14444/6077
9. Ashby K, Yilmaz E, Mathkour M, Olewnik L, Hage D, Iwanaga J et al. Ligaments stabilizing the sacrum and sacroiliac joint: a comprehensive review. *Neurosurg Rev.* 2022;45(1):357-364. DOI:10.1007/s10143-021-01625-y
10. Foley BS, Buschbacher RM. Sacroiliac joint pain: anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85(12):997-1006. DOI: 10.1097/01.phm.0000247633.68694.c1.
11. Van Wingerden JP, Vleeming A, Snijders CJ, Stoeckart R. A functional-anatomical approach to the spine-pelvis mechanism: interaction between the biceps femoris muscle and the sacrotuberous ligament. *Eur Spine J.* 1993;2(3):140-144. DOI:10.1007/BF00301411.
12. Gartenberg A, Nessim A, Cho W. Sacroiliac joint dysfunction: pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Eur Spine J.* 2021 Oct;30(10):2936-2943. DOI: 10.1007/s00586-021-06927-9.
13. Rawlings CE 3rd, Wilkins RH, Martinez S, Wilkinson RH Jr. Osteoporotic sacral fractures: a clinical study. *Neurosurgery.* 1988;22(1 Pt 1):72-6. DOI: 10.1227/00006123-198801010-00011.
14. Poley RE, Borchers JR. Sacroiliac joint dysfunction: evaluation and treatment. *Phys Sportsmed.* 2008 Dec;36(1):42-9. DOI: 10.3810/psm.2008.12.10.
15. Ou-Yang DC, York PJ, Kleck CJ, Patel VV. Diagnosis and management of sacroiliac joint dysfunction. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(23):2027-2036. DOI: 10.2106/JBJS.17.00245.
16. El Rafei M, Badr S, Lefebvre G, Machuron F, Capon P, Flipo R et al. Sacroiliac joints: anatomical variations on MR images. *Eur Radiol.* 2018;28(12):5328-5337. DOI:10.1007/s00330-018-5540-x
17. Özbacı AB. Sacroiliac Joint Variations on Magnetic Resonance Imaging in Patients with Low Back Pain. *Kafkas Journal of Medical Sciences.* 2022;12(2):146-151. DOI: 10.5505/kjms.2022.30906
18. Toyohara R, Ohashi T. A literature review of biomechanical studies on physiological and pathological sacroiliac joints: Articular surface structure, joint motion, dysfunction and treatments. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2024;114:106233. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2024.106233
19. Le Huec JC, Tsoupras A, Leglise A, Heraudet P, Celarier G, Sturresson B. The sacro-iliac joint: a potentially painful enigma. Update on the diagnosis and treatment of pain from micro-trauma. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2019;105(1S):S31-S42. DOI: 10.1016/j.otsr.2018.05.019.
20. Joukar A, Shah A, Kiapour A, Vosoughi AS, Duhon B, Agarwal AK, et al. Sex specific sacroiliac joint biomechanics during standing upright: a finite element study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018;43(18):E1053-E1060. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002623.
21. Schmidt GL, Bhandutia AK, Altman DT. Management of sacroiliac joint pain. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(17):610-616. DOI: 10.5435/JAAOS-D-15-00063.
22. Barros G, McGrath L, Gelfenbeyn M. Sacroiliac joint dysfunction in patients with low back pain. *Fed Pract.* 2019;36(8):370-375.
23. Duyur B, Genç H, Erdem HR. Sakroiliak eklem anatomi ve biyomekani. *Fiziksel Tıp.* 2002;5(1): 51-55.
24. Slipman CW, Jackson HB, Lipetz JS, Chan KT, Lenrow D, Vresilovic EJ. Sacroiliac joint pain referral zones. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(3):334-8. DOI: 10.1016/s0003-9993(00)90080-7.
25. O'Sullivan PB, Beales DJ. Diagnosis and classification of pelvic girdle pain disorders, Part 2: illustration of the utility of a classification system via case studies. *Man Ther.* 2007;12(2):e1-12. DOI: 10.1016/j.math.2007.03.003.
26. Javadov A, Ketenci A, Aksoy C. The efficiency of manual therapy and sacroiliac and lumbar exercises in patients with sacroiliac joint dysfunction syndrome. *Pain Physician.* 2021;24(3):223-233. DOI:10.36076/ppj.2021/24/223
27. Kamali F, Zamanlou M, Ghanbari A, Alipour A, Bervis S. Comparison of manipulation and stabilization exercises in patients with sacroiliac joint dysfunction patients: A randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2019;23(1):177-182. DOI: 10.1016/j.jbmt.2018.01.014.
28. Peebles R, Jonas CE. Sacroiliac joint dysfunction in the athlete: diagnosis and management. *Curr Sports Med Rep.* 2017;16(5): 336-342. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000410
29. Rashbaum RF, Ohnmeiss DD, Lindley EM, Kitchel SH, Patel VV. Sacroiliac joint pain and its treatment. *Clin Spine Surg.* 2016;29(2):42-8. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000359.
30. Telli H, Telli S, Topal M. The Validity and Reliability of Provocation Tests in the Diagnosis of Sacroiliac Joint Dysfunction. *Pain Physician.* 2018;21(4):E367-E376. PMID: 30045603. DOI:10.36076/ppj.2018.4.E367
31. Cohen SP, Chen Y, Neufeld NJ. Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment. *Expert Rev Neurother.* 2013;13(1):99-116. DOI: 10.1586/ern.12.148.
32. Morimoto K, Harrington A, Nelson C, Loveless B. Osteopathic approach to sacroiliac joint pain in pregnant patients. *J Osteopath Med.* 2022;18;122(5):235-242. DOI: 10.1515/jom-2021-0231.
33. Dreyfuss P, Dreyer SJ, Cole A, Mayo K. Sacroiliac joint pain. *J Am Acad Orthop Surg.* 2004;12(4):255-65. DOI: 10.5435/00124635-200407000-00006.
34. Capobianco R, Cher D; SIFI Study Group. Safety and effectiveness of minimally invasive sacroiliac joint fusion in women with persistent post-partum posterior pelvic girdle pain: 12-month outcomes from a prospective, multi-center trial. *Springerplus.* 2015;4:570. DOI: 10.1186/s40064-015-1359-y.
35. Fiani B, Sekhon M, Doan T, Bowers B, Covarrubias C, Barthelmiss M, et al. Sacroiliac joint and pelvic dysfunction due to symphysiolysis in postpartum women. *Cureus.* 2021;13(10):e18619. DOI: 10.7759/cureus.18619.
36. Sipko T, Grygier D, Barczyk K, Elias G. The occurrence of strain symptoms in the lumbosacral region and pelvis during pregnancy and after childbirth. *J Manipulative Physiol Ther.* 2010;33(5):370-7. DOI: 10.1016/j.jmpt.2010.05.006.
37. Lee A, Gupta M, Boyinepally K, Stokey PJ, Ebraheim NA. Sacroiliitis: A review on anatomy, diagnosis, and treatment. *Adv Orthop.* 2022;2022:3283296. DOI: 10.1155/2022/3283296.
38. Baronio M, Sadia H, Paolacci S, Prestamburgo D, Miotti D, Guardamagna VA, et al. Etiopathogenesis of sacroiliitis: implications for assessment and management. *Korean J Pain.* 2020;33(4):294-304. DOI: 10.3344/kjp.2020.33.4.294.
39. Mester AR, Makó EK, Karlinger K, Györke T, Tarján Z, Márton E, et al. Enteropathic arthritis in the sacroiliac joint. Imaging and differential diagnosis. *Eur J Radiol.* 2000;35(3):199-208. DOI: 10.1016/s0720-048x(00)00243-6.
40. Buchanan BK, Varacallo M. Sacroiliitis. 2023 Aug 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
41. Braun J, Sieper J, Bollow M. Imaging of sacroiliitis. *Clin Rheumatol.* 2000;19(1):51-7. DOI: 10.1007/s100670050011.

42. Topal H. Aksiyal spondiloartrit hastalarında kinezyofobinin düşme riski üzerine etkisi ve hastalık parametreleri ile ilişkisi [Doctoral dissertation]. [Bursa]: Uludag University; 2022.
43. Barozzi L, Olivieri I, De Matteis M, Padula A, Pavlica P. Seronegative spondylarthropathies: imaging of spondylitis, enthesitis and dactylitis. *Eur J Radiol.* 1998;27 Suppl 1:S12-7. DOI: 10.1016/s0720-048x(98)00037-0.
44. Khan MA. Clinical features of ankylosing spondylitis. In: Hochberg M, et al., editors. *Rheumatology. Section 9: Spondyloarthropathies.* Spain: Elsevier; 2003. p. 1161-1181.
45. Viroli G, Cerasoli T, Barile F, Modeo M, Manzetti M, Traversari M, et al. Diagnosis and treatment of acute inflammatory sacroiliitis in pregnant or post-partum women: a systematic review of the current literature. *Musculoskelet Surg.* 2024;108(2):133-138. DOI: 10.1007/s12306-023-00786-x.
46. Lu X, Hu J, Dai M, Wang J, Yan J, Zhang J, et al. Clinical characteristics, treatment and outcomes of acute postpartum inflammatory sacroiliitis: a retrospective study. *Arch Gynecol Obstet.* 2022;306(6):2187-2195. DOI: 10.1007/s00404-022-06534-z.
47. Al-Mnayyis A, Obeidat S, Badr A, Jouryyeh B, Azzam S, Al Bibi H, et al. Radiological insights into sacroiliitis: A Narrative Review. *Clin Pract.* 2024;14(1):106-121. DOI: 10.3390/clinpract14010009