

## FİZİKSEL TIP

### SAKROİLİAK EKLEM ANATOMİ VE BİYOMEKANİĞİ

#### ANATOMY AND BIOMECHANICS OF THE SACROILIAC JOINT

Burcu DUYUR MD\*, Hakan GENÇ MD\*, H. Rana ERDEM MD\*

\*S.B. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi II. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği

#### ÖZET

Bel ağrısına neden olan bir eklem olarak tanımlanan sakroiliak eklem(SİE)'in metabolik, inflamatuvar, enfeksiyöz, travmatik, dejeneratif ve yapısal kaynaklı patolojileri şimdiye kadar tanımlanmıştır. Buna rağmen henüz, sakroiliak eklem mekanik ağrı konseptinin, bel ağrısının ayırıcı tanısı içinde değerlendirilip tanınmasında ilerleme kaydedilememiştir.

Diğer sinoviyal eklemler gibi sakroiliak eklem hareketlidir ve belirli mekanik stresörlere maruz kalır. Bu stresörlerin neden olduğu mekanik fonksiyon bozukluklarını değerlendirebilmenin ilk adımı, eklem anatomisi ve biyomekaniğini kavramaktır. Ardından fonksiyon bozukluğuna neden olan mekanikler anlaşılmalıdır.

Bu derlemede, büyük kaynak kitaplarda yeterince yer verilmeyen SİE anatomisi ve biyomekaniği ve sakroiliak eklem disfonksiyonuna neden olan patomekanik literatürler eşliğinde gözden geçirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sakroiliak eklem, anatomi, biyomekanik.

#### SUMMARY

Sacroiliac joint is a cause of low back pain and inflammatory, infectious, traumatic, degenerative and structural pathologies of this joint has been described before. However, to date, the mechanical concept of the sacroiliac joint has not been evaluated for the differential diagnosis of low back pain.

Sacroiliac joint, like other synovial joints, is mobile and is subject to certain mechanical stresses. The first step to identify the mechanical dysfunction caused by these stresses is to understand the anatomy and biomechanics of the joint.

In this paper, we reviewed the anatomy and biomechanics of the sacroiliac joint, as well as pathomechanics leading to sacroiliac joint dysfunction in the light of current literature, thinking that this subjects is underestimated in most textbook.

**Key words:** Sacroiliac joint, anatomy, biomechanics

Sakroiliak eklem(SİE), ilk defa 1905'de Goldwaith ve Osgood tarafından bel ağrısına neden olan bir eklem olarak tanımlanmıştır. 1909'da Albee, 50 kadavranın SİE diseksiyonu ve 7 vakada sunduğu raporda SİE'in gerçek, hareketli bir eklem olduğunu ve hasarında bel ağrısı ve siyatikalji ortaya çıktığını bildirmiştir(1).

SİE patolojisi bel ağrısı ayırıcı tanısının sıklıkla gözardı edilmiş bir parçasıdır. Eklem kendine has biyomekanik özellikleri, anatomik varyasyonları ve yaygın nöral innervasyonunu mevcuttur. Bu konuda sınırlı sayıda yayınlarda osteopati, kriyopraksi, fizyoterapi, biyomekanik, radyoloji, ve omurga dergilerine yayılmış ve ulaştırılması zorlaşmıştır. Bu yüzden Sakroiliak Disfonksiyon (SID)'un klinik presentasyonu ve ağrı paternlerinin ortaya çıkışı halen tartışmalıdır. Henüz, SİE'in mekanik ağrı konseptinin, bel ağrısı ayırıcı tanısı içinde değerlendirilip tanınmasında ilerleme kaydedilememiştir.

SİD'nu kavrayabilmek için bu eklem anatomisi, biyomekanik ve patomekaniğini iyi anlamak gerekir.

#### YAPISAL ANATOMİ

**Kemik anatomi:** Pelviste sakrum, ayakta talus, iskeletin stabilizasyonunda anahtar taşlardır(2). SİE, ipsilateral ilium, iskium ve pubis kemiklerinden oluşan innominate kemikler ile sakrum arasındadır ve S<sub>1</sub>-S<sub>3</sub> arasında uzanır(3).

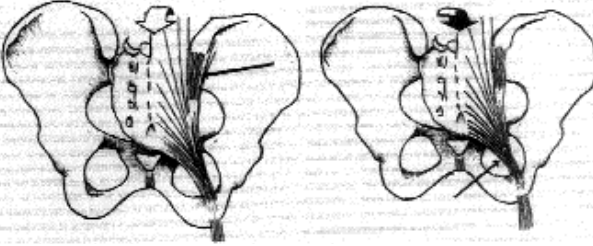
SİE'de hiyalin kartilaj, hayatın ileri dönemlerinde fibrokartilaja dönüşür ve eklemde sindesmozis oluşur. İnterosseöz sakral ligamentlerde eklem bu sindesmozisine katkıda bulunur. SİE orta yaşa kadar diartrodialdir ve sindesmozis nedeniyle giderek hareketini kaybeder(2-4).

**Ligamentöz anatomi:** Ligamentlerin, eklem stabilitesine önemli ölçüde katkıları vardır. Bu ligamentlerin mikroskopik

düzeyde dejenerasyonları ve zayıflıkları, veya tekrarlayan travmaya maruz kalmaları, büyük olasılıkla SİD'nun ortaya çıkma nedenidir(5).

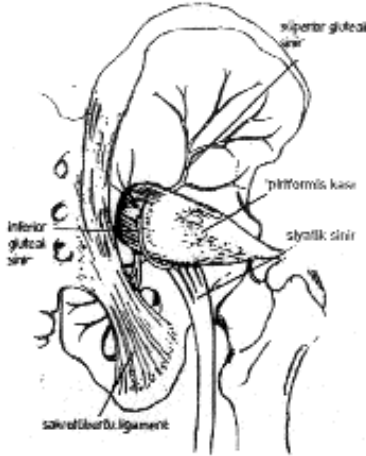
• **Ventral Sakroiliak Ligament;** SİE kapsülünün anteriorunu oluşturan bu ligament sakral promontoryumun anterior hareketini sınırlar(3). Eklem ayrılmasını ve vertikal hareketini engeller(2). Direkt olarak artiküler kavite ve sinoviyal sıvıyla karşı karşıyadır(4).

• **Dorsal sakroiliak ligament;** Bu ligament gluteus maksimus kasının fiasiasıyla örtülür(6). Aşırı sakral ekstansiyona engel olur(7)(Şekil 1).



Şekil-1. Dorsal sakroiliak ligament ve sakrotüberöz ligament

• **Sakrotüberöz ligament;** Dorsal sakroiliak ligamente karşı PSIS'e, aşağıda alt sakruma ve koksiksın üst kısmına yapışır. SİE'de fleksiyonu sınırlar(3,4)(Şekil 2).



Şekil-2. Piriformis kası

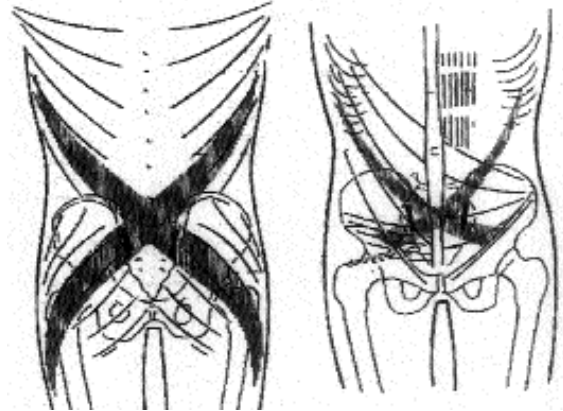
• **İnterosseöz sakroiliak ligament;** Eklem en kalın ve en kuvvetli ligamentidir ve eklem altında ve çevresindeki düzensiz yüzeyi doldurur. Eklem ayrılmasını ve vertikal, anteroposterior kaymasını esas sınırlayıcı ligamenttir(2).

• **Sakrospinöz ligament;** Sakrotüberöz ligamentin önünde, süperiora, mediale, posteriora uzanır. SİE'de fleksiyonu engeller(2,3,4).

#### **Müsküler anatomi:**

√ **Gluteus maksimus;** Gluteus maksimus kasıldığında, sakrotüberöz ligamenti çeker ve iliumun üzerinde sakrumun fleksiyonu engellenir. Aynı zamanda direkt sakrum üzerine yapıştığından eklem stabilitesinde de rol oynar. Yürüme, ayakta durma vb. tüm aktivitelerde gluteus maksimusun kuvvetli kontraksiyonuna gereksinim olduğundan, eklem stabilitesindeki rolü önemlidir(2). *Kuadriseps kası diz eklemi için ne ise gluteus maksimus da sakroiliak eklem için odur(7).*

√ **Piriformis;** SİE'e direkt yapışan tek kastır(3). Primer olarak kalçanın eksternal rotatoru olarak görev yapar ancak sakrotüberöz ligament yoluyla da SİE'i stabilize eder(2). SİE'i etkileyen herhangi bir yaralanma veya patoloji, piriformisde refleks spazmla sonuçlanır. Siyatik sinir piriformisin altından veya içinden transvers geçtiğinden sinirde kompresyon ve iritasyon oluşabilir. Hastada kalça ve alt ekstremité ağrısı ortaya çıkar. L<sub>5</sub> sinir kökü ve lumbosakral trunkus ile SİE'in yakın birlikteliği mevcuttur. Bu yakın anatomik ilişki SİE hastalıklarının periferik ekstremité ağrısı şeklindeki yansımalarını açıklar(1)(Şekil 3).



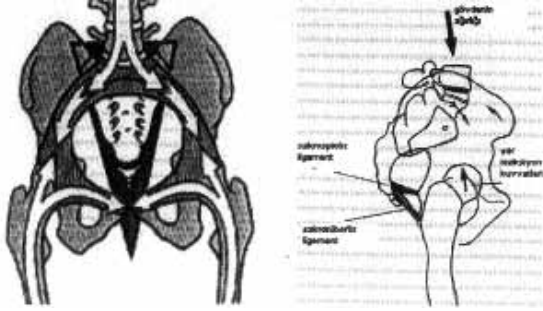
Şekil-3. Torakolomber fasia yoluyla latissimus dorsi ve karşı taraf gluteus maksimusun oluşturduğu oblik sistem.

√ **Biceps femoris;** Piriformis ve gluteus maksimus gibi bu kas da sakrotüberöz ligament yoluyla sakroiliak eklemi stabilize eder. İlium üzerinde sakrumun fleksiyonuna engel olur.

√ **Torakolomber fasia;** Torakolomber fasia, bel bölgesinde çok kuvvetli konnektif dokudan oluşan bir banttır. Üç tabaka-

sı vardır. En yüzeysel tabakanın latissimus dorsi, erektör spina, multifidus, oblikus internus, transversus abdominis, serratus posterior inferior, sakrotüberöz ligament, dorsal sakroiliak ligament ve sakral krestle bağlantısı vardır. Yüzeysel tabaka eklemi destekleyen ligamentlerin arasına katılır ve SİE stabilizasyonuna önemli katkıları vardır. Karın kasları, erektör spina ve kuadratus lumborum, pelvik ve lomber stabilite sağlamalarının yanısıra vücut ağırlık kuvvetlerini ve yerçekimi kuvvetini transfer etmeye ve bir kısmını absorbe etmeye yararlar(3).

Torakolomber fascia, erektör spina kasıyla olduğu kadar gluteus maksimus ve latissimus dorsi kontraksiyonuyla da gerilir. Latissimus dorsi fasiayı 60 derece vertikal olarak çekerse hem aynı taraf, hem karşı taraf SİE etkilenir ve her iki SİE'in ekstansiyonu engellenir. Gluteus maksimus ve kontrateral latissimus dorsi kasıldığında SİE'de kompresyon ortaya çıkar. Bu karşılıklı çalışan oblik sistem orta hattan geçer(Şekil 4). Rotasyonel aktiviteler ve yürüme sırasında pelvik kemere yük transferinde önemlidir. Bu sistem sakrumun fleksiyonuna karşı hareket eder ve biceps femoris tarafından güçlendirilen sakrotüberöz ligamentle de desteklenir(7). Torakolomber fasanın dejenerasyonu mekanik bel ağrısına neden olmaktadır(2).



**Şekil-4.** Pelvik yapı SİE aracılığıyla gövde ağırlığını alt ekstremitelere, yer reaksiyon kuvvetlerini yukarıya dağıtır.

Özet olarak, sadece tek bir kas (piriformis) sakruma direkt olarak yapışmasına rağmen çoğu gövde ve alt ekstremiteler kaslarının, nonkontraktıl bağlantılar yoluyla SİE mekanikleri üzerine oldukça önemli etkileri vardır. Bu nonkontraktıl yapıların önemi, golgi tendon benzeri mekanoreseptörlerin keşfi ile daha da artmıştır(3).

**İnnervasyon:** SİE'in sinoviyal kapsülünde ve eklemi örten ligamentlerde bol miktarda bulunan miyelinsiz serbest sinir sonlanmaları, ağrı ve ısı duygusu taşırlar. Eklem kapsülünün posterior ligamenti, L<sub>4</sub>-S<sub>3</sub>'ün posterior kolundan innerve edil-

ir. Anterior ligament yapıları ise L<sub>2</sub>-S<sub>2</sub>'den innerve olurlar(1,4,8).

Bu geniş innervasyon SİE'in ağrı şikayetlerinin prezentasyonunun değişkenliğini açıklar(8). SİE'in hasarında lomber bölgeye ve bacağı yansıyan ağrı, bel ağrısının klinik prezentasyonunun parçası olmasına yol açmaktadır. SİE'den kaynaklanan ağrının, fizik muayenede, spesifik motor, refleks veya duyu defisiti ile birlikteliği yoktur(4).

### BİYOMEKANİK

SİE'in esas fonksiyonu gövdenin ağırlığını alt ekstremitelere hafifleterek iletmek ve dağıtmaktır. Sakrum gerçekte iliumlar ve omurga arasında süspansiyon görevi görmektedir. Ayrıca SİE gövde rotasyonunu belli bir oranda artırmaktadır(9). Artiküler karakteristikleri, ligamentöz yapısı ve müsküler kuvvetlerin hepsi bu yük transferini başarması için gereklidir.

Pelvik yapının asıl görevi, gövdenin ağırlığını alt ekstremitelere aktarmak ve yer reaksiyon kuvvetlerini yukarıya dağıtmaktır. Yer kuvvetleri ve gövde ağırlığının kombinasyonu, iliak kanatları posteriora, sakrumu fleksiyona zorlar. Vida mekanizması ile stabilite sağlanır(Şekil 5).

Kama şeklindeki yapısı nedeniyle sakrumun anterior-posterior yanında kaudal ve kranial hareketi de vardır. Eğer tek hareket aksı olsaydı sadece fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapabirdi. Ancak eklem kompleks kayma hareketleri de mevcuttur(4).

SİE özellikle L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> lomber diskindeki stresi azaltıcı kaudal kayma hareketi yapar. Bu hareket olmasaydı lomber omurga fleksiyonu sırasında, lomber diskin anterior anulusuna kompresyon aşırı ve ani olurdu.

Gövde öne eğilirken sakrum, innominateleler arasında kaudale doğru kayar. Yürüme sırasında, gövde her adımla anteriora ve posteriora hareket eder. Bu sırada pelvik deselerasyonla başlayan ritmik osilasyonlar, her vertebraya iletilir ve vertebralarda da deselerasyonlar oluşur. Disklerde yüklenme ve yük kalkması periyodları, spinal kıvrımda artma ve azalmaları oluşturur. Buna *ritmik sakrokranyal vertebral osilasyonlar* (RSVO) denir. Bu RSVO C<sub>7</sub>'de L<sub>3</sub>'den daha azdır. SİD'nda sakrum hareketinden ödün verildiğinden sakrumda da oluşması gereken osilasyonlar sakrumun üzerinde oluşur. Bu durumda lumbo-

sakral disk üzerinde makaslama kuvvetleri ve disklere binen yük artar(9).

Gövdenin ağırlığı bacağa aktarılırken, sakral kayma sayesinde femur başı üzerinde de süspansiyon etkisi yaparak femur başı üzerine düşen yükü azaltır. SİD'da kaymadan ödün verilmesi, femur başına düşen yükün artmasına neden olur. Femur başında subkondral kemikteki trabeküllerde kırıklar oluşur ve kalçada artrit gelişir(9).

Nutation (sakral fleksiyon), sagittal planda sakral promontoryumun anterior-inferior hareketi olarak tanımlanır. Sakral fleksiyon sırasında iliumlar yaklaşır, iskial tuberositazlar uzaklaşır. Counter nutation (sakral ekstansiyon) sırasında tersi olur(3).

Sakroiliak eklem mobilitesini değerlendirmek için fizik muayene yöntemleri, manuel basınç uygulama, röntgenografi, tomografi, stereofotogrametri, Kirshner çivileri, holografi, yük verme, bilgisayarlı biomekanik modeller gibi çok sayıda in vivo ve in vitro metodlar kullanılmıştır. Ancak sakroiliak eklem hareketini belirleyecek tek bir model üzerinde görüş birliğine varılamamıştır(10-12).

SİE hareketinin tek aksı yoktur. Sakrumun rotasyon yaptığı akslar bilinen, kardinal akslar değildir, bu akslar femoral pozisyonlar değişikçe yön değiştirirler. Kalça fleksiyondayken sakrum sagittal aksta döner, kalça abduksiyondayken, rotasyon longitudinal aksta gerçekleşir. Kalça eklemiyle karşılaştırıldığında sakral rotasyonlar 1-2 dereceyle sınırlıdır, ancak her iki eklem rotasyonunun önemi eşdeğerdedir(3).

SİE hareketi en fazla yatar pozisyondan oturur pozisyona geçerken oluşur(4). Horizontal olarak yatar pozisyondan oturur pozisyona geçerken PSIS'ler yarım inçden fazla birbirlerine yaklaşır. Bir başka görüş de en fazla sakroiliak hareketin öne eğilme sırasında olduğu ve PSIS'lerin en fazla bu pozisyonda yaklaştığı şeklindedir(3).

Yapılan bir çalışmada radyografik olarak ölçülen birinci sakral segmentin promontoryumunun öne kayma/rotasyon hareketi ortalama 5 mm olarak bildirilmiştir(4).

Sturesson ve ark.'nın sağlıklı genç erişkinlerde yaptıkları bir çalışmada, SİE'de ayakta durma pozisyonundan hiperekstansiyon pozisyonuna geçerken en fazla hareketin yapıldığı stereoradiografik olarak gösterilmiş ve ortalama 2 dereceden fazla olduğu (en fazla 4 derece) bildirilmiştir. Ayrıca erkeklerin ka-

dınlardan hafifçe daha az mobil oldukları, ancak yaşla birlikte mobilitenin azalmadığı gösterilmiştir. Dreyfuss ve ark. asemptomatik kişilerde yaptıkları bir çalışmada, bu kişilerin sakroiliak eklemlerinin hareketinin simetrik olmadığını rapor etmişlerdir(13).

Pelvisi, bağımsız bir ünit, bağımsız hareket karakteristikleri olan bir yapı olarak değerlendirmek yerine omurga-pelvis-femur bağlantısının bir parçası olarak değerlendirmek gerekir(3).

### PATOMEKANİK

SİE'in en sık disfonksiyon tipi sakrum üzerinde innominate-lerin unilateral anterior rotasyonlardır. Posterior ligamentlerin fonksiyon görmemesi durumunda, sakrum üzerinde innominate-ler anteriora hareket eder ve anterior ligamentler zayıf olduklarından bu rotasyona karşı koyamazlar. Buna bağlı olarak SİE hasarlanır ve anteriora fikse olur(9).

Normalde ayakta durma pozisyonunda sakrum, innominate kemikler arasında kaudale kayar ve anteriora döner. SİD'da ise sakrum hareketinin kısıtlandığı tarafta SİE fikse olur, o taraf innominate lateralde kalır ve iliak krest yükselir. Bu fiksasyon lezyon unilateral ise pelvik oblikliğe neden olur(9).

Hasta yatar pozisyondayken SİE'le ilişkisine bağlı olarak etkilenen taraftaki asetabulum aşağı doğru hareket eder, o taraftaki bacak uzamış görünür. Hasta oturtulduğunda ise asetabulum rölatif olarak posteriora hareket ettiğinden etkilenen taraftaki bacak kısa bulunur(Şekil 6). SİD'da öne eğilme sırasında eklemde subluksasyon oluşur ve hamstringler hareketi durdurur. Sağ tarafta öne eğilme tamamlanır, hareketi durdurulan taraf pasif olarak femurla beraber yukarı kaldırılır, bu da PSIS'i o tarafta yükseltir(9,14,15).

Lumbosakral patolojisi olan hastalarda, intradiskal basıncın arttığı öne eğilme pozisyonunda ağrı artar. SİD'da sekonder bel ağrısı olanlarda ise anterior pelvisin abdominal kaslarla desteklenmesi nedeniyle öne eğilme sırasında ağrı azalır veya oluşmaz. Lumbosakral patolojisi olan hastaların otururken öne eğilme sırasında da ağrıları artar. SİD'lu hastalar ise, otururken hamstringler gevşeyeceği için rahat öne eğilebilirler(9).

Öksürürken, hapsirirken SİD'da ağrı artar. Çünkü intraabdominal basıncın artmasıyla sakrum üzerinde innominate kemikler açılır, gerilir ve ağrı uyanır. Eğer öksürme ve hapsirme sırasın-



da innominate lateral kompresyonla stabilize edilirse ağrı oluşmaz(9).

SİD'da otururken ağrı artabilir. Mennel bunu SİE'de ortaya çıkan ağırlık dağılımının eşitsizliğine, iskiyal tüberositazın rotasyonuna ve SİE'de anterior torsiyonal gerginlik oluşmasına bağlamıştır(9).

SİE'in yetersiz fonksiyonu, yürüme anomalilerine, ambulasyonun ağırlı olmasına, disk üzerindeki yükün artmasına neden olur. Ayrıca spondilolistezisin agreve olmasına ve anstabil segmente neden olabilmektedir(9).

Sonuç olarak SİE'in omurga-pelvis-femur bağlantısındaki önemli rolünü, özel anatomik yapısını, ve bu özelliklerin ortaya çıkardığı kendine özgü biyomekaniksel özelliklerini iyi kavramak, bu eklemden kaynaklanan mekanik fonksiyon bozukluklarını anlamamıza yardımcı olacaktır. Böylece SİE'in mekanik ağrı konseptinin bel ağrısı ayırıcı tanısı içinde değerlendirilip tanınmasında ilerleme kaydedilebileceği inancındayız.

#### KAYNAKLAR

- Slipman CW, Patel RK, Shin C et al. Pain Management: Studies probe complexities of sacroiliac joint syndrome. *Biomechanics* 2000 April 67-78.
- Snijders CJ, Vleeming A, Stoeckart R et al. Biomechanical modeling of sacroiliac joint stability in different postures. In: Vleeming A, Mooney V, Dorman T, Snijders C, Stoeckart R(eds) *Movement, stability and low back pain*. Churchill Livingstone, Edinburg; 1997;Ch6, P103-116.
- Alderink GJ. The sacroiliac joint: Review of anatomy, Mechanics, and function. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1991; 13:2; 71-84.
- Mooney V. Sacroiliac Joint Dysfunction. In: Vleeming A, Mooney V, Dorman T, Snijders C, Stoeckart R(eds) *Movement, stability and low back pain*. Churchill Livingstone, Edinburg; 1997;Ch2, P37-52.
- Daum WJ. The sacroiliac joint: An Underappreciated pain generator. *Am J Orthop* 1995;24(6):475-478.
- Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Hammudoghlu D et al. The function of the long dorsal sacroiliac ligament. *Spine* 1996;21:556-562.
- Lee D. Instability of the sacroiliac joint and the consequences to gait. In: Vleeming A, Mooney V, Dorman T, Snijders C, Stoeckart R(eds) *Movement, stability and low back pain*. Churchill Livingstone, Edinburg; 1997;Ch18, P231-239.
- Dreyfuss P, Michaelsen M, Pauza K et al. The value of medical history and physical examination in diagnosing sacroiliac joint pain. *Spine* 1996;21:2594-2602.
- Don Tigny RL. Anterior dysfunction of the sacroiliac joint as a major factor in the etiology of idiopathic low back pain syndrome. *Physical Therapy* 1990; 70:4; 250-261.
- Levangie PK. Four clinical tests of sacroiliac joint dysfunction: The association of test results with innominate torsion among patients with and without low back pain. *Physical Therapy* 1999; 79:11; 1043-1057.
- Cibulka M, Delitto A, Koldehoff RM. Changes in innominate tilt after manipulation of the sacroiliac joint in patients with low back pain. *Physical Therapy* 1988;68:9;1359-1363.
- Walker JM. The sacroiliac joint: A Critical Review. *Physical Therapy* 1992;72:12;903-916.
- Dreyfuss P, Dreyer S, Griffin J et al. Positive sacroiliac screening tests in asymptomatic adults. *Spine* 1994;19:1138-1143.
- Don Tigny RL. Function and pathomechanics of the sacroiliac joint a review. *Physical Therapy* 1985; 65:1; 35-44.
- Don Tigny RL. Mechanics and treatment of the sacroiliac joint. In: Vleeming A, Mooney V, Dorman T, Snijders C, Stoeckart R(eds) *Movement, stability and low back pain*. Churchill Livingstone, Edinburg; 1997;Ch38, P461-476.

#### YAZIŞMA ADRESİ

Dr. Burcu Duyur  
Demirlibahçe yemeni sok No 8/6  
06340 Dikimevi/ANKARA  
burcuduyur@hotmail.com