



# Bilateral sakroiliak çıkıkların transiliak kilitli plak ile internal tespiti: Pelvis modellerinde biyomekanik çalışma

Orçun ŞAHİN, Hüseyin DEMİRÖRS, Rahmi Can AKGÜN, İsmail Cengiz TUNCAY

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

**Amaç:** Çalışmanın amacı, bilateral sakroiliak çıkıklarda yeni bir iliosakral tespit yönteminin (transiliak kilitli plak üstünden bilateral S1 pedikül tespiti) mekanik özelliklerini analiz etmek ve bunu daha önceden tanımlanmış diğer teknikler ile karşılaştırmaktır.

**Çalışma planı:** Yirmi bir adet pelvik modelde bilateral sakroiliak çıkık oluşturuldu ve modeller üç farklı tespit yöntemi grubuna ayrıldı. Grup 1'de 3.5 mm'lik kilitli plak ile posterior gergi bandı plaklama yöntemiyle uygun delikler üstünden 3.5 mm'lik sabit açılı kilitli vidalar ile bilateral S1 pedikül tespiti yapıldı. Grup 2'de 3.5 mm'lik kilitli plak ile posterior gergi bandı yöntemi ile kombine edilmiş bilateral spongiöz iliosakral vida tespiti, Grup 3'te ise yalnızca bilateral iliosakral spongiöz vida tespiti gerçekleştirildi. Yetmezlik oluşturan nihai kuvvet miktarları ve 10 mm yer değiştirmeye yol açan kuvvet miktarları saptanarak, üç grubun karşılaştırması yapıldı.

**Bulgular:** Üç grup için ortalama yetmezlik oluşturan kuvvet miktarları, sırası ile, 1775, 2084 ve 2230 Newton (N) ve 10 mm yer değiştirmeye yol açan ortalama kuvvet miktarları, sırası ile, 1033, 1884 ve 2013 N olarak bulundu. Grup 2 ve 3'ün en kuvvetli tespit yöntemleri olduğu saptanmasına karşın iki grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadı (p=0.452). 10 mm yer değiştirmeye yol açan kuvvet miktarları incelendiğinde ise Grup 2 ve 3'ün Grup 1'den daha dayanıklı olduğu belirlendi. Aynı şekilde, Grup 2 ve 3 arasında istatistiksel anlamlı bir fark kaydedilmedi (p=0.397).

**Çıkarımlar:** İliosakral vidalama, posterior gergi bandı üstünden bilateral S1 pedikül vidalamasından daha üstün bir tespit yöntemidir. Bununla birlikte, sakroiliak vida tespiti ile kombine edilmiş gergi bandı plaklama posterior pelvik halka yaralanmalarında stabiliteyi arttırmamaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Gergi bandı plakalama; iliosakral vida tespiti; pelvik halka; sakroiliak çıkık.

Literatürde, sakroiliak çıkıklar ile ilgili tanımlanmış birçok farklı internal tespit tekniği ve karşılaştırmalı çalışma bulunmaktadır.<sup>[1-4]</sup> Buna rağmen, özellikle transforminal sakrum kırıkları, bilateral sakroiliak çıkıklar ve uzak lateral yerleşimli sakrum kırıklarında en iyi tedavi yönteminin ne olduğu halen tartışmalıdır. Bu nedenle, son yıllarda biyomekanik çalışmalar popülerlik kazanmaya başlamıştır.<sup>[5]</sup>

Çeşitli yazarlar, pelvik halka üstünde farklı internal tespit yöntemlerinin biyomekanik dayanıklılıklarını değerlendirmişlerdir. Bu biyomekanik çalışmalar ya yetmezlik oluşturacak yüklenmeyi<sup>[6-8]</sup> ya da çoklu yüklenme siklusları ile stabiliteyi analiz etmişlerdir.<sup>[5,8,9]</sup> Bu çalışmalar aynı zamanda, kullanılan kemik kompozit modelleri veya kemik türleri, yüklenme yöntemleri ve tespitin sağlamlığını kontrol etme metodları açısından birbirine

**Yazışma adresi:** Dr. Orçun Şahin, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Taşkent Cad., 77. Sok., No: 1, Bahçelievler, 06490, Ankara.

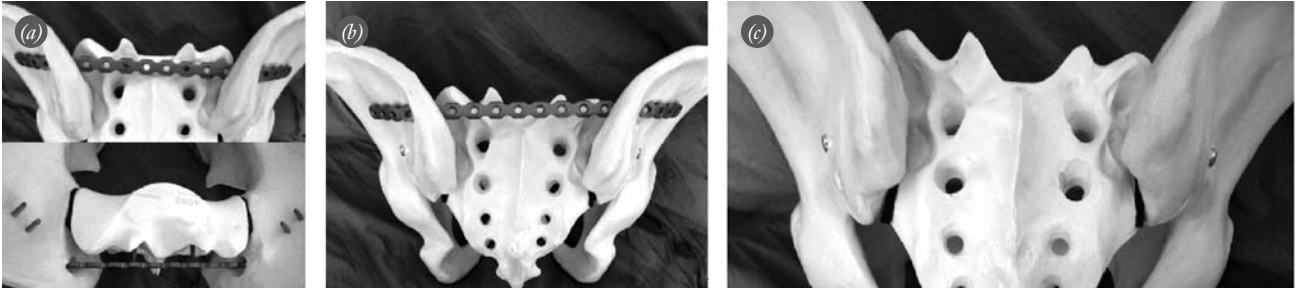
Tel: 0312 - 212 68 68 e-posta: orcunshahin@yahoo.com

**Başvuru tarihi:** 15.02.2012 **Kabul tarihi:** 21.04.2013

©2013 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu  
www.aott.org.tr adresinde  
doi:10.3944/AOTT.2013.2840  
Karekod (Quick Response Code):





Şekil 1. Çalışma gruplarından görüntüler. (a) Grup 1, (b) Grup 2 ve (c) Grup 3.

benzememekte, buna bağlı olarak da çalışmalardan elde edilen veriler çeşitlilik göstermekte ve sonuçlar yeterli olmamaktadır.<sup>[10]</sup>

Çalışmamızda, yeni bir iliosakral tespit yönteminin stabilitesini, maksimum yüklenme kapasitesini ve yetmezlik türlerini analiz etmeyi ve bunu geleneksel posterior gergi bandı plaklama ile kombine edilmiş iliosakral vidalama ve sadece iliosakral vidalama ile karşılaştırmayı amaçladık.

### Gereç ve yöntem

Çalışmada, ortopedik eğitim ve bilimsel araştırmalar için özel olarak tasarlanmış 21 adet yapay pelvis (Model No: 4060, Synbone AG, Malans, İsviçre) modeli kullanıldı. Bu modeller, poliüretan köpükten özel olarak üretilmiş, kortikal kemik yapısına benzeyen kansellöz bir iç yapı ve bu iç yapıyı çevreleyen daha sert bir dış kabuktan üretilmiş ve daha önce literatürde yayımlanmış birçok biyomekanik çalışmada kullanılmıştır.<sup>[11-13]</sup>

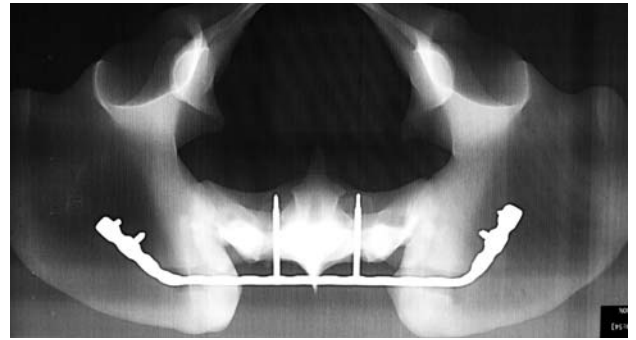
Yirmi bir adet pelvik model her grupta 7 model olacak şekilde rastgele üç farklı tespit grubuna ayrıldı.

Grup 1'de, plak üstündeki uygun deliklerden, 3.5 mm'lik sabit açılı kilitli vidalar kullanılarak bilateral S1 vertebra pedikül tespiti ile gerçekleştirilen posterior gergi bandı plaklama yapıldı (Şekil 1a ve 2).<sup>[14]</sup> Grup 2'de 3.5 mm'lik kilitli plak kullanılarak posterior gergi bandı plaklama ve bilateral 6.5 mm'lik spongiöz iliosakral vida ile tespit (Şekil 1b), Grup 3'te ise bilateral 6.5 mm'lik spongiöz iliosakral vida ile tespit gerçekleştirildi (Şekil 1c).<sup>[15]</sup>

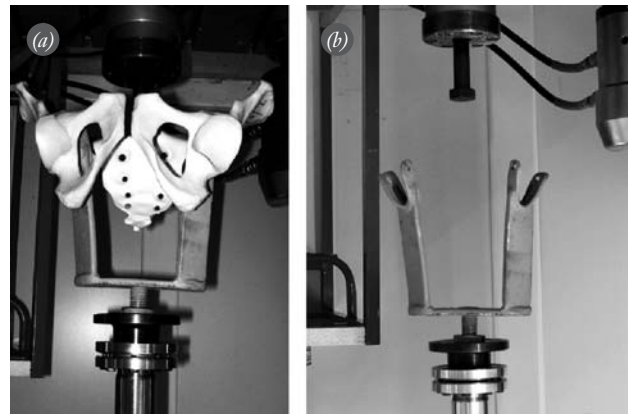
Tile Tip C bilateral sakroiliak çıkık modeli oluşturuldu. Gergi bandı plaklama için bilateral posterior iliak çıkıntılarının 1 cm lateralinden iki adet pencere oluşturuldu. Daha sonra, rekonstrüksiyon plağı uygun şekilde bükülerek bu pencerelerden sakrumun posterioruna geçirildi. Son olarak, her bir iliak kanat için iki adet kilitli vida ile tespit sağlandı. Grup 1'de, her S1 pedikülü aynı zamanda plak üstündeki uygun deliklerden sabit açılı 3.5 mm'lik kilitli vidalar ile plak üstünden sabitlendi.

Her grubun vertikal stabilitesi, aksiyel yüklenme yapılan bir otomatik materyal test makinesi (Instron Model No: 4505; Instron Corp., Canton, MA, ABD) kullanıla-

arak belirlendi. Pelvisin makinenin alt çenesine bağlanabilmesi için, özel olarak tasarlanıp üretilmiş ve pelvisi her iki büyük siyatik çentikten tutan bir metal arayüz kullanıldı (Şekil 3). Bu metal arayüz, literatürde başka bir örneği olmayan ve deneyler sırasında istikrar sağlayan bir tutucudur. Bu metal tutucu sayesinde, anterior pelvik halkaya yük binmesi ile birlikte deney aparatının lateral ve anteroposterior dönme ve bükülme kuvvetleri engellendi ve dengeli, sabit ve tekrar edilebilir bir aksiyel kuvvet vektörü oluşturulabildi. Her deney için, aynı metal arayüz, materyal test makinesinin alt çenesine standart konfigürasyonda sabitlenmiştir. Hareketli üst çeneye



Şekil 2. Grup 1'den bir radyografi görüntüsü.



Şekil 3. (a, b) Test konfigürasyonu ve çenelere tespit edilmiş yapay pelvis ile materyal test makinesi.

bağlanmış bir adet 20×15 mm cıvata ise S1 vertebra gövdesinin orta noktasına vertikal yüklenmeyi sağladı.

Her deney öncesi, 50 N gücündeki ön sıkıştırma işleminin ardından test makinesinin her iki çene arasındaki mesafe değişikliğini tespit indikatörü sıfırlandı. Kompresyon testleri 5 mm/dk oranında yetmezlik oluşuncaya kadar uygulandı. Sakroiliak ekleme meydana gelen yer değiştirme, daha önce Şar ve Kılıçoğlu'nun yayınlamış oldukları çalışmadaki yöntem esas alınarak ölçüldü.<sup>[7]</sup> Pelvik model, alt hareketsiz çeneye sabitlendiğinden ve sakrum üst çeneye takılmış cıvata ile birlikte hareket ettiğinden dolayı, bilgisayar tarafından kaydedilen Instron kafaları arasındaki yer değiştirme miktarı sakroiliak ekleme meydana gelen yer değiştirme miktarı olarak kabul edildi.<sup>[7]</sup>

İki farklı mekanik analiz gerçekleştirildi. Sakroiliak ekleme 10 mm yer değiştirmeye neden olan yük miktarı ve yetmezlik oluşumuna neden olan nihai yük miktarı Newton cinsinden kaydedildi.<sup>[7]</sup> Vida kırılması, plak bükülmesi, tespit yerinden çıkması ve iliak veya sakral kırık yetmezlik olarak kabul edildi.

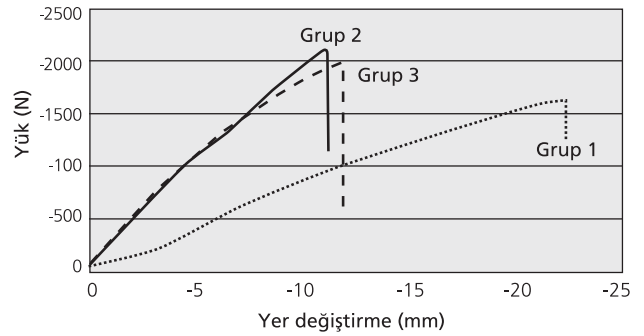
Bilgisayar kontrollü bilgi işlem arayüzü kullanılarak mekanik veriler kaydedildi ve her deney için sakroiliak eklemlerdeki kuvvet-yer değiştirme ve kuvvet-frekans grafikleri kaydedildi.

Veriler, SPSS for Windows v.13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak analiz edildi. Grupların kendi içlerindeki normal dağılımını belirlemek için Kolmogorov-Smirnov testi uygulandı. Grupların birbirleri arasında homojen dağılım gösterip göstermediğini saptamak için ise Levene testinden yararlanıldı.

Kolmogorov-Smirnov testine göre veriler normal dağılım gösteriyordu ve Levene testi grupların birbirleri arasında homojen olduğunu kanıtladı. Bu nedenle, gruplar arasında yetmezliğe neden olan nihai kuvvet miktarları ve 10 mm yer değiştirmeye yol açan kuvvet miktarları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı varyans analizi testinin *post-hoc* çoklu karşılaştırması ile belirlendi. Yöntem deneysel bir modelleme olduğu için, istatistiksel analiz esas olarak gruplar arası deneysel değişiklikleri esas aldı. 0.05'in altında olan p değerleri anlamlı kabul edildi.

## Bulgular

Yetmezliğe neden olan ortalama kuvvet miktarı Grup 1 için 1775±175 N (dağılım: 1550-2007 N), Grup 2 için 2084±214 N (dağılım: 1740-2340 N) ve Grup 3 için 2230±265 N (dağılım: 1897-2606 N) olarak kaydedilirken, 10 mm yer değiştirmesi için gerekli olan ortalama kuvvet miktarı ise Grup 1'de 1033±140 N (dağılım: 869-1207 N), Grup 2'de 1884±163 N (dağılım: 1710-2177 N), Grup 3'te ise 2013±182 N (dağı-



Şekil 4. Her çalışma grubu için iliosakral eklemlerin ortalama yük-yer değiştirme eğrileri. Grup 1 tarafından dayanılan maksimum yükün Grup 2 ve 3'ten daha az olduğu görülmekte.

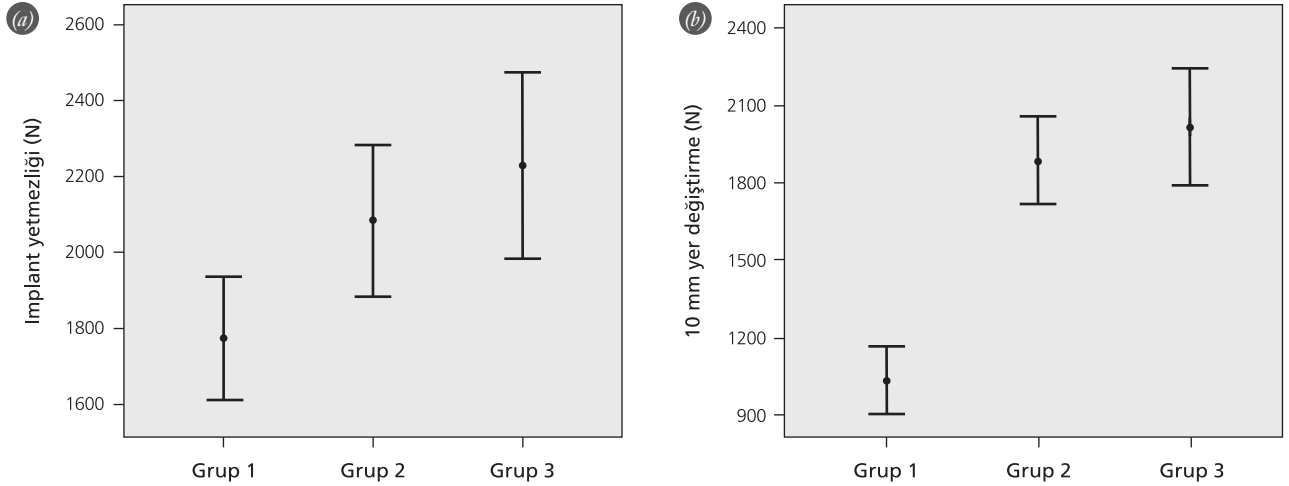
lım: 1815-2203 N) olarak belirlendi (Şekil 4). Sakroiliak ekleme ortalama deplasman miktarı ise Grup 1'de 24.7 (dağılım: 18.2-31.1) mm olarak bulunurken, Grup 2 için bu değer 11.7 (dağılım: 6.4-15.3) mm, Grup 3 için ise 12.8 (dağılım: 9.84-17.1) mm idi. Grup 1'de tüm, Grup 2'de altı ve Grup 3'te beş modelde yetmezlik öncesi 10 mm'lik yer değiştirme miktarına ulaşıldı.

Grup 1'de en sık tespit edilen implant yetmezliği sol iliak kanattan plağın ayrılması olarak belirlenirken (4 model), bunu plaktaki delikler içinden bilateral S1 pedikülüne yerleştirilen 3.5 mm'lik vidaların kırılması (2 model) ve her iki iliak kanattan plak ayrılması (1 model) takip etti. Grup 2'de implant yetmezliği 6 modelde sağ sakrum alasının kırılması olarak kaydedilirken, bir modelde sol sakrum alasının kırıldığı görüldü. Grup 3'teki implant yetmezliği, 5 modelde sağ sakrum alasının kırılması, 2 modelde ise sol sakrum alasının kırılması olarak kaydedildi.

Nihai yük analizine göre, implant yetmezliği için gereken ortalama yük miktarı Grup 1'den Grup 3'e doğru gittikçe artmaktaydı (Şekil 5a). Çalışma grupları arasında, yük-frekans eğrilerinde sağa kayma gözlemlendi. Grup 1'de 1550-1750 N aralığında üç adet yetmezlik görülmesine rağmen (3/7 pelvis), aynı yük atalığında Grup 3'te hiçbir yetmezlik kaydedilmemişti. Bu Grup 3'teki tespit diğer gruplardakine göre göreceli olarak daha dayanıklı olduğunu göstermekteydi (Şekil 6a).

Grup 1 için yetmezlik oluşumuna neden olan nihai yük miktarı Grup 2 ve 3'ten anlamlı derecede düşük bulunmuştu (Grup 1 vs. Grup 2: p=0.045; Grup 1 vs. Grup 3: p=0.003). Buna karşılık, Grup 2 ve 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p=0.452).

10 mm yer değiştirme için gerekli olan ortalama yük miktarı Grup 1'den Grup 3'e doğru gittikçe artmaktaydı (Şekil 5b). Yine, çalışma grupları arasında yük frekans eğrilerinde sağa kayma gözlemlendi. Grup 1 içindeki deneylerin tümünde 10 mm yer değiştirme 750-1250 N aralı-



**Şekil 5.** Çalışma grupları için ortalama değerler ve standart sapmaları. **(a)** Nihai yetmezlik için gerekli ortalama kuvvet miktarları. **(b)** 10 mm yer değiştirme için gerekli ortalama kuvvet miktarları. Ortalama değerlerin Grup 1'den 3'e doğru gittikçe arttığı görülmektedir.

ğında görülürken, Grup 3 için bu aralık 1750-2250 N olarak belirlendi. Diğer gruplarla karşılaştırıldığında, 10 mm yer değiştirme için Grup 3'te göreceli olarak daha fazla yüke ihtiyaç duyulmaktaydı (Şekil 6b).

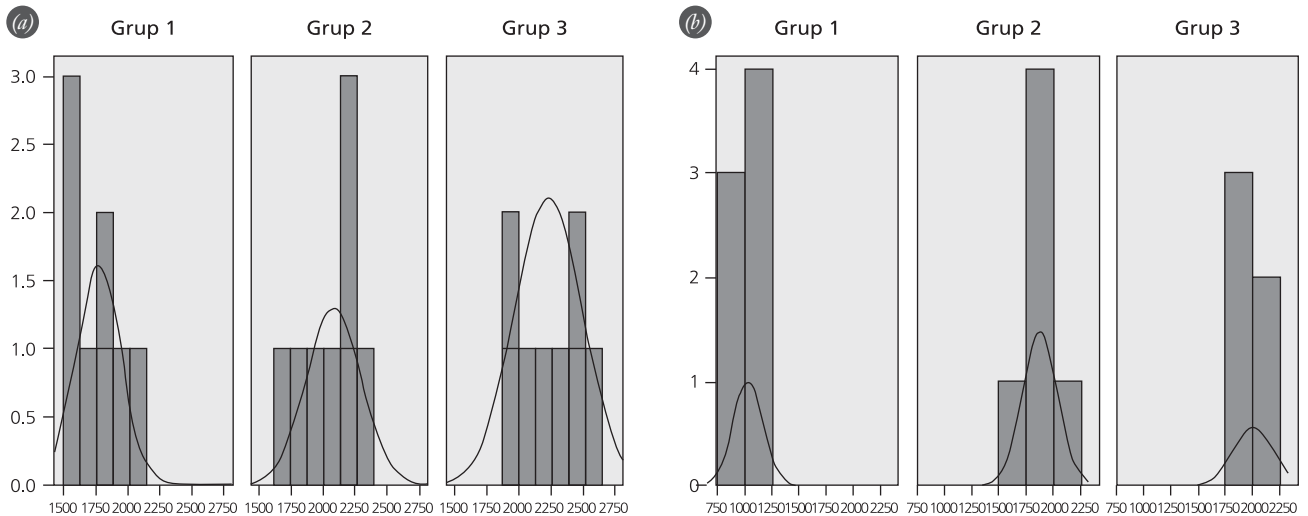
Grup 2 ve 3 için, 10 mm yer değiştirme oluşturan yük miktarı Grup 1'den anlamlı derecede yüksek idi (Grup 1 vs. Grup 2:  $p < 0.05$ ; Grup 1 vs. Grup 3:  $p < 0.05$ ). Buna karşılık, Grup 2 ve 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p = 0.397$ ).

## Tartışma

Tek veya çift yürüme fazı, deneysel modelleme olarak kullanıldığında posterior pelvik halkada ciddi rotasyonel kuvvetler oluşur.<sup>[15,16]</sup> Bu durum sonrası oluşan

uyumsuzluk ve farklı mekanik sonuçlar nedeniyle, farklı yüklenme koşullarında, kesin vektörel kuvvetleri hesaplamak ve onları deney sırasında korumak zordur.

Biz, çalışmamızda, bu sorunları ortadan kaldırmak amacı ile pelvisi her iki büyük siyatik çentikten tutan, özel tasarlanmış bir metal arayüz kullandık. Bu çalışma, normal pelvis biyomekaniğini araştırmak amacıyla taşımadığından, *in vivo* olarak, normal insan pelvisinin kuvvet vektörlerini yeniden oluşturmayı amaçlamadık. Ek olarak, iliumların kesin sabitlenmesi ile Instron kafaları arasındaki yer değiştirme miktarı, sakroiliak eklemlerde meydana gelen vertikal yer değiştirme miktarı olarak kabul edilebildi.<sup>[7]</sup> Bu sayede, hiç bir ölçüm aleti kullanmaya ihtiyaç duymadan, kolay tekrar edilebilir bir deneysel model oluşturduk.



**Şekil 6.** Çalışma grupları için yük-frekans eğrileri. **(a)** Yetmezlik için yük eğrileri. **(b)** 10 mm yer değiştirme için eğrileri. Grup 1'den 3'e doğru gidildikçe sağa kayma görülmekte.

Çoğu biyomekanik çalışmada, kırık hattındaki yer değiştirme miktarı bir veya birkaç yönde ölçülmüştür.<sup>[8,10,11,17-19]</sup> Bu çalışmada, biz, tekrar edilebilir bir modelleme oluşturabilmek ve maliyet-etkinlik oranını yüksek tutmak amacı ile tek yönlü ölçüm (vertikal yer değiştirme) kullandık ve ölçümü etkileme ihtimali olan tahmin edilemeyen kuvvetleri bertaraf etmek için pelvik kasları simüle etmeyi denemedik.<sup>[20]</sup>

Çoğu araştırmacı, biyomekanik analiz için insan kadavra örneklerini kullanmıştır.<sup>[8,21]</sup> Taze kadavra materyalini temin etmedeki zorluk, anatomik konfigürasyonların çeşitlilik göstermesi ve kemik stok kalitelerinin farklı olması nedeniyle istatistiksel anlamlılık elde etmek oldukça zordur.<sup>[5]</sup> Başka araştırmacılar, biyomekanik çalışmalarda, ucuz ve kolay temin edilebilen kompozit pelvik modellerin kullanımından bahsetmektedirler.<sup>[7,10,12,13,20]</sup> Her ne kadar bu modeller insan pelvisinin tam bir kopyası olarak kabul edilirse de, sabit materyal özellikleri ve çalışma grupları arasında minimal farklılık oluşturması gibi avantajları bulunmaktadır.<sup>[7,10]</sup>

Çalışmamızda, Synbone yapay pelvisleri kullanıldı. Daha önce literatürde, başka araştırmacılar tarafından bu analogların kullanımı bildirilmiştir.<sup>[11-13]</sup> Gardner ve ark.'nın<sup>[11]</sup> yapmış oldukları bir çalışmada altı adet Synbone, sakroiliak eklem kompresyonu ile ilgili bir mekanik çalışmada başarı ile kullanılmıştır. Bu çalışmada yazarlar, gerçek insan pelvisini simüle edemese de, Synbone'ların kadavra örneklerine eşlik eden boyut ve kemik kalitesine bağlı oluşan heterojeniteyi belirgin şekilde azalttığını belirtmişlerdir. Kompozit kemik modellerinin kullanımı ile ilgili literatürde en çok tartışılan eleştiri, insan sakrum kemiğinin tamamının aynı kemik yoğunluğunda olmamasıdır.<sup>[21]</sup> Bu eleştiri geçerli bir eleştiri olmasına rağmen, bizim çalışmamız için uygun bir eleştiri değildir. Biz, çalışmamızda, üç değişik tekniğin sadece içsel biyomekanik özelliklerini karşılaştırmayı amaçladık. Dahası, bu çalışma biyomekanik karşılaştırma yapmak ve yapı özelliklerinin deneysel çalışması olarak tasarlanmış olduğundan, herhangi bir materyalin dayanıklılığı, kortikal kalınlık miktarı veya kompozit kemik modeli ile kadavra modelleri arasındaki sürtünme davranışa dair farklılıklar çalışmanın ilgi alanına dahil değildi.

Sakroiliak eklem yaralanmasında, sakral barlar, biyomekanik anlamda sakroiliak vida ve plaklara göre daha kuvvetsiz bulunmuşlardır.<sup>[22]</sup> İliosakral vidalarla birlikte sakroiliak plak da benzer sonuçlar vermiştir.<sup>[22]</sup> Literatürdeki bu farklı biyomekanik çalışmaların özeti göstermiştir ki, posterior tespit için iliosakral vidalar, anterior sakroiliak eklem plakları, gergi bandı plakları, sakral barlar ve bu yöntemlerin kombinasyonları da dahil olmak üzere birçok farklı teknik tekrarlı kullanılmaktadır.<sup>[8,10,16,21]</sup>

Yinger ve ark.,<sup>[10]</sup> 9 farklı posterior tespit yönteminin biyomekanik analizini içeren çalışmalarında iki ili-

osakral vida ve bir iliosakral vida ile kombine edilmiş iki anterior iliosakral eklem plağının her zaman en güçlü tespit yapısı olduğu sonucuna varmışlardır. Bu bilgiler ışığında, tek iliosakral vidanın ise test edilen en zayıf tespit olduğu görülmüştür. Tek iliosakral vidanın aksine, sadece gergi bandı plak veya sadece sakral bar kullanımının çok az daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda, yeni tanımladığımız posterior gergi bandı plaklama ve S1 pedikül vida tespit yöntemi (Grup 1), mekanik anlamda posterior gergi bandı plaklama ve bilateral spongiöz iliosakral vida ile tespit (Grup 2) ve sadece bilateral spongiöz iliosakral vida ile tespiti (Grup 3) göre daha zayıf bulunmuştur. Grup 2 ile 3 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Yani, iliosakral vidaya eklenen bir gergi bandı plağının posterior pelvik halkanın dengesini kuvvetlendirici etkisi bulunmamaktadır. Bununla birlikte, literatürde yayınlanan birçok çalışmada, pelvisin tespit yöntemleri arasında bir fark bildirilmemiştir.<sup>[8,10]</sup>

Geleneksel gergi bandı plaklama yöntemi ilk defa Albert ve ark. tarafından tanımlanmış ve farklı çalışmalarda değerlendirilmiştir.<sup>[10,14,17,19,23]</sup> Bununla birlikte, hiçbir çalışmada, posterior gergi bandı plağın deliklerinden S1 vertebranın tespiti incelenmemiştir.<sup>[10,19,24]</sup> Albert ve ark.'nın tanımladığı klasik gergi bandı plaklama tekniğinde tespit 4.5 mm'lik konvansiyonel plaklar ile sağlanmıştır.<sup>[14]</sup> Buna karşılık, son birkaç 10 yılda, tespit materyalleri ve yöntemleri daha az girişimsel yönlere kaymış ve 3.5 mm'lik kilitli vida plaklar daha sık kullanılmaya ve hem anterior hem de posterior pelvik halka tespitlerinde önerilmeye başlanmıştır.

Posterior gergi bandı plaklamada, bilateral sakroiliak eklemlerin posteriorundaki gerim kuvvetleri, eklem anteriorunda sıkıştırma kuvvetlerine dönüştürülür. Plak, eklemin gerilimli olan posterior yüzüne yerleştirildiği için, pelvis ve sakrumun eksenrik yüklenmesinde, plak tarafından distraksiyon kuvvetlerinin dönüştürülmesi ile sıkıştırma kuvvetleri oluşturulur. Çalışmamızda, geleneksel gergi bandı plaklama yönteminde bir değişiklik tanımladık. İlk olarak, 4.5 mm'lik konvansiyonel plak yerine 3.5 mm'lik kilitli rekonstrüksiyon plağı kullandık. İkinci olarak, plak tespiti için sabit açılı vida kullandık. En sık implant yetmezliğinin iliak kanatlardan plağın ayrılması olduğu gözlemlendi. Bu yetmezlikler incelendiğinde, tespit ile ilgili esas problemin iliak kanatlarda bulunan kemik stok yetersizliği ve düşük profilli kilitli plak olduğu görüldü. Son olarak, plaklarda sabit açılı kilitli vidalar kullanıldığından, S1 pedikülüne vidaları doğru şekilde koyabilmek için plaklar iliak kanatlarda yüksek bir şekilde yerleştirildi. Bu ise iliak kanatların en zayıf kemik stok noktadan bilateral olarak tespit edilmesine ve iliak kanatlardan yetmezlik oranlarının yüksek olmasına neden oldu. Bu ne-

denle, gelecekteki çalışmalarda daha yüksek profilli kilitli plakların (örn. 4.5 mm kilitli plak) kullanılması ve iliak kanatlardan tespitin iki yerine üç vida ile yapılmasının daha iyi sonuçlar vereceğine inanıyoruz.

Çalışmanın bazı kısıtlamaları göz önünde bulundurulmalıdır. Yumuşak doku gerimi ve bağlantıları, sakroiliak eklem redüksiyonunun idamesi ve dizilimine katkıda bulunabilir.<sup>[21]</sup> Bizim araştırmamızda yumuşak doku faktörleri çalışmaya dahil edilmedi. Bu yüzden çalışma, klinik durumdan farklılık gösterebilir. İkinci olarak, grup örnekleme sayımız küçük olsa da, literatürde benzer örnek sayılı sentetik modeller ile yapılmış başarılı çalışmalar bulunmaktadır ve bu sayı ile anlamlı farklılık elde edilebilmektedir.<sup>[7,10,11,20]</sup> Çalışmanın bir başka kısıtlaması S1 pedikül tespiti için sabit açılı kilitli 3.5 mm'lik vida kullanılmasıydı. Bu vidalar, plaktaki 3.5 mm'lik kilitli vidalardan daha kalın ve uzun olan normal pedikül vidası olarak kabul edilemez. Bir tespiti 'pedikül vida tespiti' olarak adlandırabilmek için vidaların pedikülü uygun yön ve uzunlukta tamamen doldurması gerekmektedir. Bununla birlikte, çalışmada kullanılan plak bu tür vidalarla uyumlu değildi. Son olarak, yeni tespit yöntemimizin klinik uygulaması şu an için bulunmamaktadır ve klinik yarar için gerekli olan sıkıştırma oranları da bilinmemektedir. Bu kısıtlamalara rağmen, metodolojimizin bu çalışmanın amacı için geçerli olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, bilateral sakroiliak çıkıklarda, iliosakral vidalama ile kombine edilmiş gergi bandı plaklamanın mekanik özelliklere ek bir katkı sağlamadığını ve pelvis kırıklarında sadece iliosakral vidalamanın yeterli olacağını saptamış bulunmaktayız. Yeni tespit yöntemimizin, ileride yapılacak başka çalışmalara öncülük edeceğine ve iliosakral vida ile tespitin mümkün olmadığı bilateral sakroiliak çıkıklar, sakral dismorfizimli çıkıklar ile lateral yerleşimli transforaminal sakrum kırıklarında kullanılabilceğine inanıyoruz.

**Çıkar Örtüşmesi:** Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

### Kaynaklar

- Routt ML Jr, Nork SE, Mills WJ. High-energy pelvic ring disruptions. *Orthop Clin North Am* 2002;33:59-72.
- Routt ML Jr, Nork SE, Mills WJ. Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. *Clin Orthop Relat Res* 2000;(375):15-29.
- Esenkaya, I. A morphologic evaluation of the iliosacral joint and plate fixation on a pelvic model using a S1 pedicular screw, transiliosacral screws, and a compression rod for iliosacral joint injuries. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:432-41.
- Ayvas M, Yilmaz G, Akpınar E, Acaroğlu RE. Percutaneous iliolumbar screw fixation in a patient with unstable pelvic fracture and transitional lumbar vertebrae and cadaveric illustration of the fixation. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009;43:444-7.
- Humphrey CA, Liu Q, Templeman DC, Ellis TJ. Locked plates reduce displacement of vertically unstable pelvic fractures in a Mechanical Testing Model. *J Trauma* 2010;69:1230-4.
- Lebwohl NH, Cunningham BW, Dmitriev A, Shimamoto N, Gooch L, Devlin V, et al. Biomechanical comparison of lumbosacral fixation techniques in a calf spine model. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27:2312-20.
- Sar C, Kilicoglu O. S1 pediculoiliac screw fixation in instabilities of the iliosacral complex: biomechanical study and report of two cases. *J Orthop Trauma* 2003;17:262-70.
- van Zwiene CM, van den Bosch EW, Sniijders CJ, Kleinrensink GJ, van Vugt AB. Biomechanical comparison of iliosacral screw techniques for unstable pelvic ring fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:589-95.
- Stocks GW, Gabel GT, Noble PC, Hanson GW, Tullos HS. Anterior and posterior internal fixation of vertical shear fractures of the pelvis. *J Orthop Res* 1991;9:237-45.
- Yinger K, Scalise J, Olson SA, Bay BK, Finkemeier CG. Biomechanical comparison of posterior pelvic ring fixation. *J Orthop Trauma* 2003;17:481-7.
- Gardner MJ, Kendoff D, Ostermeier S, Citak M, Hüfner T, Krettek C, et al. Sacroiliac joint compression using an anterior pelvic compressor: a mechanical study in synthetic bone. *J Orthop Trauma* 2007;21:435-41.
- Jiang R, Luo CF, Zeng BF. Biomechanical evaluation of different fixation methods for fracture dislocation involving the proximal tibia. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2008;23:1059-64.
- Zeng ZM, Luo CF, Putnis S, Zeng BF. Biomechanical analysis of posteromedial tibial plateau split fracture fixation. *Knee* 2011;18:51-4.
- Albert MJ, Miller ME, MacNaughton M, Hutton WC. Posterior pelvic fixation using a transiliac 4.5-mm reconstruction plate: a clinical and biomechanical study. *J Orthop Trauma* 1993;7:226-32.
- Routt ML Jr, Simonian PT. Closed reduction and percutaneous skeletal fixation of sacral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(329):121-8.
- Simonian PT, Routt ML Jr, Harrington RM, Mayo KA, Tencer AF. Biomechanical simulation of the anteroposterior compression injury of the pelvis. An understanding of instability and fixation. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(309):245-56.
- Cooper J. Pelvic ring injuries. *Trauma* 2006;8:95-110.
- Dujardin FH, Roussignol X, Hossenbaccus M, Thomine JM. Experimental study of the iliosacral joint micromotion in pelvic disruption. *J Orthop Trauma* 2002;16:99-103.
- Ferrell M, Bellino M, Olson SA. Pelvic ring injuries. Fixation of the posterior pelvic ring. *Eur J Trauma* 2005;31:536-42.
- Korovessis PG, Magnissalis EA, Deligianni D. Biomechanical evaluation of conventional internal contemporary spinal fixation techniques used for stabilization of complete iliosacral joint separation: a 3-dimensional unilaterally isolated experimental stiffness study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006;31:E941-51.
- Sagi HC, Ordway NR, DiPasquale T. Biomechanical analysis of fixation for vertically unstable iliosacral dislocations with iliosacral screws and symphyseal plating. *J Orthop Trauma* 2004;18:138-43.
- Simonain PT, Routt C Jr, Harrington RM, Tencer AF. Internal fixation for the transforaminal sacral fracture. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(323):202-9.
- Beulé PE, Antoniadis J, Matta JM. Trans-sacral fixation for failed posterior fixation of the pelvic ring. *Arch Orthop Trauma Surg* 2006;126:49-52.
- Krappinger D, Larndorfer R, Struve P, Rosenberger R, Arora R, Blauth M. Minimally invasive transiliac plate osteosynthesis for type C injuries of the pelvic ring: a clinical and radiological follow-up. *J Orthop Trauma* 2007;21:595-602.