



Lateral sakral kitlenin morfolojik ve radyolojik değerlendirilmesi

Radiologic and morphologic evaluation of the lateral sacral mass

İrfan ESENKA YA,¹ M. Arif ALUÇLU,² Ahmet KA VAKLI,³ H. Taner BULUT⁴

İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, ¹Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı; ²Anatomi Anabilim Dalı; ⁴Radyoloji Anabilim Dalı; ³Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı

Amaç: İliosakral vida uygulamalarında bölgenin yeterliliğini değerlendirmek için, kuru sakrum kemik örneklerinde, lateral sakral kitle (LSK) ve komşulukları morfolojik ve bilgisayarlı tomografi (BT) kesitlerinde radyolojik ölçümlerle incelendi.

Çalışma planı: Otuz adet kuru sakrum kemik örneğinde LSK'nin morfolojik ölçümleri, milimetre duyarlı kompas kullanılarak yapıldı. Aynı kemiklerin S₁ ve S₂ pedikül-cisim ve intervertebral foramina hizalarında çekilen BT kesitlerinde, LSK'nin nöral kanal ve intervertebral foramina ile ilişkisi milimetre duyarlılığındaki cetvel ile ölçülerek değerlendirildi.

Sonuçlar: Lateral sakral kitlenin posterior yüzdeki genişliği, sağda S₁ düzeyinde 24.1 mm, S₂ düzeyinde 18.4 mm, solda S₁ düzeyinde 24.5 mm, S₂ düzeyinde 18.8 mm; anterior yüzdeki genişliği sağda S₁ düzeyinde 28.9 mm, S₂ düzeyinde 22.6 mm, solda S₁ düzeyinde 29.1 mm, S₂ düzeyinde 23 mm; postero-lateral yerleşimli (oblik) yüksekliği sağda S₁ düzeyinde 39 mm, S₂ düzeyinde 28.6 mm; solda S₁ düzeyinde 37.4 mm S₂ düzeyinde 27.6 mm ölçüldü. Sakral ala'nın derinliği sağda ortalama 50.6 mm, solda 50.7 mm; posterior yüksekliği sağda ve solda ortalama 26 mm bulundu. Radyolojik değerlendirmede, S₁ pedikül-cisim seviyesinde pedikül+sakral ala'nın ortalama genişliği sağda 37.6 mm, solda 36.3 mm; LSK'nin S₁ intervertebral foramina seviyesindeki genişliği sağda 22 mm, solda 22.3 mm; S₂ pedikül-cisim seviyesinde pedikül+LSK'nin ortalama genişliği sağda 27.8 mm, solda 26.4 mm; S₂ intervertebral foramina seviyesinde LSK'nin ortalama genişliği sağda 15.9 mm, solda 16.3 mm bulundu.

Çıkarımlar: Ameliyat öncesinde yapılacak BT incelemeleriyle LSK'nin büyüklüğü belirlendikten sonra, özellikle S₁ pedikül-cisim düzeyinde ve sakral nöral kanal ve intervertebral foramina lateralinde kalacak şekilde, nöral doku ve çevre yapılara zarar vermeden iliosakral vida uygulanabilir.

Anahtar sözcükler: Kemik vidaları; kadavra; ilium/anatomi ve histoloji; sakroiliak eklem/anatomi ve histoloji; sakrum/anatomi ve histoloji/radyografi/cerrahi; bilgisayarlı tomografi.

Objectives: Morphologic measurements of the lateral sacral mass (LSM) and adjacent bone structures were made on dried sacrum specimens, together with radiologic evaluations on computed tomography (CT) scans in order to assess the appropriateness of this area in iliosacral screw applications.

Methods: On thirty dried human sacral bone specimens, morphologic measurements of the LSM were made by a compass sensitive to millimeters. Computed tomographic views of S₁ and S₂ pedicle-bodies and intervertebral foramina were obtained to make radiologic measurements by a millimeter-sensitive ruler to examine the relationship between LSM and the neural canal and intervertebral foramina.

Results: The average widths of the LSM on the posterior and anterior surfaces of the sacrum were as follows. Posterior aspect: 24.1 mm on S₁, 18.4 mm on S₂ levels on the right; 24.5 mm on S₁ and 18.8 mm on S₂ levels on the left. Anterior aspect: 28.9 mm on S₁, 22.6 mm on S₂ levels on the right; 29.1 mm on S₁ and 23 mm on S₂ levels on the left. The average (oblique) heights of LSM on the postero-lateral surface were 39 mm on S₁, 28.6 mm on S₂ levels on the right; 37.4 mm on S₁, 27.6 mm on S₂ levels on the left. The average depth of the sacral ala was 50.6 mm on the right, 50.7 mm on the left. The average posterior alar height was 26 mm on both sides. On CT scans, the average widths of pedicle+sacral ala were measured as 37.6 mm (right) and 36.3 mm (left) at the S₁ pedicle-body level. The average widths of LSM were 22 mm (right) and 22.3 mm (left) at the S₁ intervertebral foramina level. The average widths of pedicle+LSM were 27.8 mm (right) and 26.4 mm (left) at the S₂ pedicle-body level. The average widths of LSM at the S₂ intervertebral foramina level were 15.9 mm (right) and 16.3 mm (left).

Conclusion: Our results suggest that iliosacral screw fixation may be more safely performed, especially at the S₁ pedicle-body level and lateral to the sacral neural canal and intervertebral foramina. Injury to the neural tissues and surrounding structures is more unlikely if preoperative measurements of LSM are made on CT scans.

Key words: Bone screws; cadaver; ilium/anatomy & histology; sacroiliac joint/anatomy & histology; sacrum/anatomy & histology/radiography/surgery; tomography, X-ray computed.

Sakrum lumbosakral, sakral ve sakroiliak şekil bozuklukları veya yaralanmalarının tedavisinde füzyon ve/veya stabilizasyon alanına dahil edilen önemli bir kemik yapıdır.^[1-10] Anatomik yapısı oldukça karmaşık olan sakrum, beş sakral omur, dört çift intervertebral foramina (omurlar arası delikler) ile bir çift lateral sakral kitleden (lateral sacral mass) oluşur.^[11-13] Pars lateralis olarak da bilinen lateral sakral kitle (LSK), intervertebral foraminanın lateralinde yer alır ve kostal/kaburgaya ait yapılarla transvers çıkıntıların kaynaşmasından oluşur. Sakral 1 (S₁) omurunun büyük olan lateral sakral kitlesi, sakral ala şeklinde isimlendirilmiştir.^[13-14] Sakral ala'nın postero-superior bölümü laterale ve superiora doğru, antero-superior bölümü ise inferiora doğru eğilimlidir. Koronal planda S₁ omur cismi transvers aksı ile sakral ala'nın anterior kenarı arasında da ortalama 27.1 derecelik bir açı vardır.^[15] Lateral sakral kitlenin lateral bölümü üçgen şeklinde görülür ve anterior yerleşimli eklem içi (facies auricularis ossis sacri) ve posterior yerleşimli eklem dışı (tuberositas sacralis) bölümlerinden oluşur.^[12-14] En üstteki iki veya üç sakral omurun dış bölümleri aurikular yüzeyi oluşturur ve her iki tarafta ilium ile eklenir (Şekil 1, 2, 3 ve 4).^[11-13]

Vida uygulamaları sakrumun posteriorundan transpediküler olarak promontoryuma doğru yapılabildiği gibi, laterale doğru yönlendirilerek LSK içine de yapılabilir.^[11,16,17] İliosakral olarak uygulanan vidalar ise doğrudan sakral ala'ya (LSK'ye) veya sakral ala içinden geçirilerek omur cisminde yönlendirilebilir.^[10,13,18] Sakrumun kemik yapısını yeterli bulmayan^[2,5,13] ve bu nedenle uzun vida kullanımını veya her iki korteksin de vidalanmasını öneren yazarlar vardır.^[2,18,19] Ancak, sakruma anteriordan komşulukları nedeniyle, özellikle her iki korteksi geçen vida uygulamalarında damar-sinir ve iç organ yaralanmaları oluşabilir.^[5,11,15,17,20] İliosakral vida uygulamalarında LSK'ye uygulanan vidaların ise daha güvenli olduğu bazı yazarlarca bildirilmiş,^[1,10] bu konuda anatomik çalışmalar yapılmıştır.^[13,21,22]

Çalışmamızda, 30 adet kuru sakrum kemik örneğinde LSK'nin morfolojik olarak ölçümlerine bakıldı. Aynı kemiklerin S₁ ve S₂ pedikül-cisim ve intervertebral foramina hizalarında çekilen bilgisayarlı tomografi (BT) kesitlerinde, LSK'nin sakral nöral kanal ve intervertebral foramina ile ilişkisi değerlendirildi.

Gereç ve yöntem

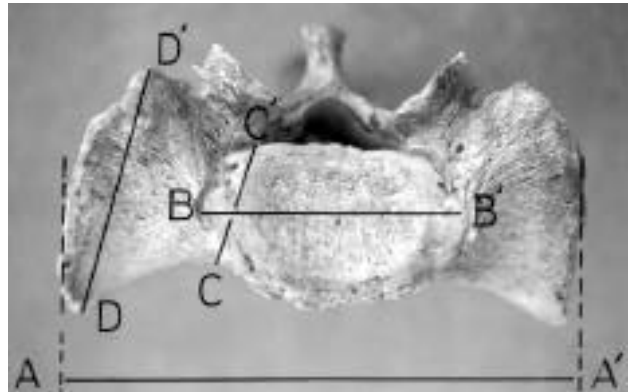
Çalışmada, İnönü ve Fırat Üniversiteleri Tıp Fakülteleri Anatomi Anabilim Dallarından sağlanan 30 adet sakrum kuru kemik örneği üzerinde LSK ile buna komşuluğu olan bölümler değerlendirildi. Ayrıca, S₁ ve S₂ pedikül-cisim ve intervertebral foramina düzeylerinde BT kesitleri alınarak, LSK radyolojik olarak değerlendirildi. Ölçümler, kuru kemik örnekleri değerlendirilirken milimetre duyarlılığındaki kompas, BT kesitleri değerlendirilirken milimetre büyütmeli cetvel kullanılarak yapıldı. Kuru kemik örneklerinin yaş ve cinsiyet ayrımı yapılamadı. Tüm simetrik yapılar iki taraflı olarak ölçüldü. Referans noktaları belirlenerek, ölçümler bir anatomist tarafından iki kez yapıldı.

Anatomik parametreler olarak sakrumun genişliği, sakrumun yüksekliği, S₁ cisminin genişliği, S₁ pedikül derinliği, sakral alar derinlik, sakral ala'nın posterior yüksekliği, LSK'nin posterior yüzdeki genişliği, LSK'nin anterior yüzdeki genişliği, LSK'nin eğimli olan postero-lateral yüzünün oblik olarak yüksekliği, eklem yüzeyine ait (facies auricularis) büyüklükler değerlendirildi.

Sakrum genişliği (SG), antero-superior yüzde sakroiliak eklem komşu sakral ala'nın en uzak noktaları arasındaki uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 1).^[23]

Sakrum yüksekliği (SY), anterior/ventral yüzde promontoryumun orta hattından (S₁ üst kenarı ortasından) sakrum tepesine (sakrokoksigeal eklem) olan dikey uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 2).

Sakral 1 cisminin genişliği (S₁-CG), S₁ superior/sefalad yüzünün transvers planda en uzak noktaları arasındaki uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 1).^[23,24]



Şekil 1. Sakral 1 cismi ve sakral ala'nın superior (sefalad) görünümü. Sakrum genişliği (A-A'), S₁ cisminin genişliği (B-B'), S₁ pedikül derinliği (C-C') ve sakral ala'nın derinliği (D-D').

Sakral 1 pedikül derinliği (S_1 -PD), en dar noktada pedikülün anterior ve posterior sınırları arasındaki uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 1).^[18,24]

Sakral ala'nın derinliği (SAD), sakroiliak ekleme komşu sakral ala'nın anterior ve posterior sınırları arasındaki uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 1).^[18]

Sakral ala'nın posterior yüksekliği (SAPY) "posterior alar yükseklik", sakrumun posterior/dorsal yüzünde sakroiliak ekleme komşu sakral ala'nın en üst noktasından birinci sakral foramenin üst sınırına olan uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 3).^[18]

Lateral sakral kitlenin posterior yüzdeki genişliği (LSKPYG), sakrumun posterior/dorsal yüzünde, S_1 ve S_2 intervertebral foramina seviyelerinde, foramina lateral duvarlarının orta noktası ile aynı yatay doğrultudaki eklem yüzünün posterior sınırı arasındaki uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 3).

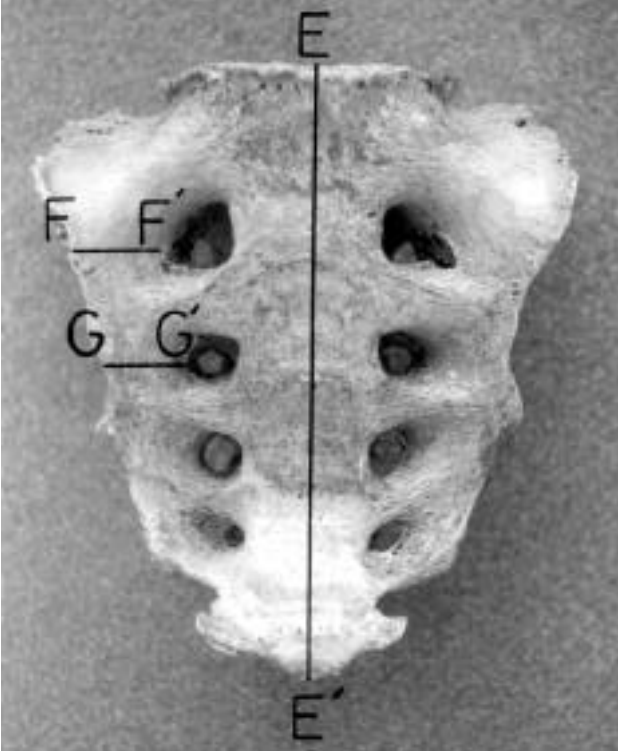
Lateral sakral kitlenin anterior yüzdeki genişliği (LSKAYG), sakrumun anterior /ventral yüzünde, S_1 ve S_2 intervertebral foramina seviyelerinde, yatay çizgi (linea transversalis) doğrultusunda, foramina lateral du-

varları ile aynı yatay doğrultudaki eklem yüzünün anterior sınırı arasındaki uzaklık olarak ölçüldü (Şekil 2).

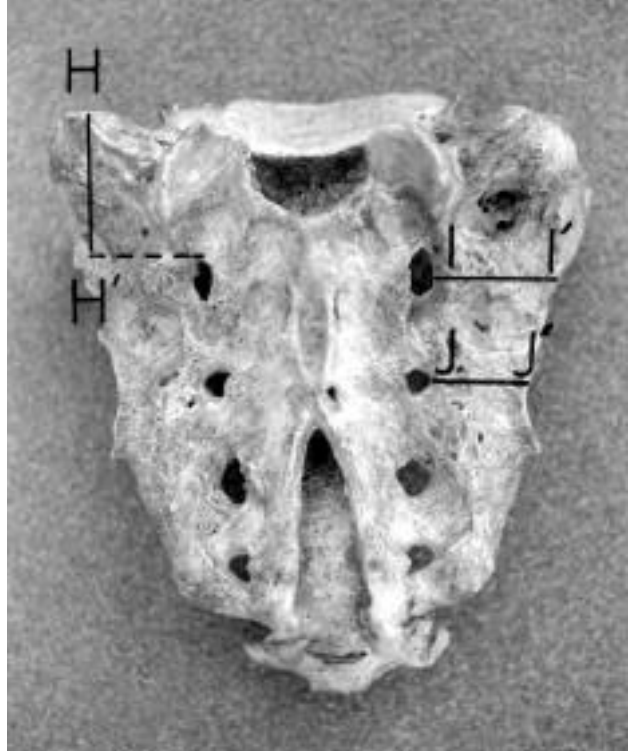
Lateral sakral kitlenin "eğimli olan postero-lateral yüzünün oblik olarak" yüksekliği (LSKY), sakrumun posterior/dorsal yüzünde S_1 , S_2 ve S_3 intervertebral foramina lateral duvarları orta noktaları ile, enlemesine planda aynı doğrultudaki eklem yüzünün anterior tarafındaki en fazla uzaklık olarak ve LSK'nin eğimi doğrultusunda ölçüldü. Eklem yüzünü oluşturan kısa kolun sakral ala boyunca posteriora ve superiora uzatılması, sakral ala'nın derinliğine uymaktaydı (Şekil 4a).

Eklem yüzeyine (fasies aurikularis) ait değerler, sakrum uzun aksına paralel uzun kol, sakral ala'ya paralel kısa kol ve bunları birleştiren oblik kol uzunlukları ölçüldü (Şekil 4b).

İstatistiksel değerlendirme: Yapılan hesapları değerlendirmede SPSS 7.5 hazır paket program kullanılarak, Pentium II 800 işlemcili bilgisayardan yararlanıldı. Ortalamaları ve standart sapma değerlerini belirlemek için tanımlayıcı (descriptive) istatistik testi kullanıldı. İki taraflı ölçülen simetrik yapılarda,



Şekil 2. Sakrumun anteriordan/ventral görünümü. Sakrum yüksekliği (E-E'), lateral sakral kitlenin anterior yüzdeki S_1 (F-F') ve S_2 (G-G') intervertebral foramina düzeyindeki genişliği.



Şekil 3. Sakrumun posteriordan/dorsal görünümü. Sakral ala'nın posterior yüksekliği (H-H'), lateral sakral kitlenin posterior yüzdeki S_1 (I-I') ve S_2 (J-J') intervertebral foramina düzeyindeki genişliği.

sağ-sol karşılaştırma testi olarak çiftli örneklerin t-testi kullanıldı. Bulunan değerler <0.005 düzeyinde ise anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar

Morfolojik değerlendirme

Anatomik kuru sakrum kemiklerindeki ölçümlerden ortalama değer \pm standart sapma (en alt ve en üst sınırlar) olarak aşağıdaki değerler bulundu (Tablo 1, 2, 3).

- Sakrum genişliği 110.3 ± 5.5 mm (dağılım 100-121 mm);
- Sakrum yüksekliği 105.7 ± 11.4 mm (dağılım 78-124 mm);
- Sakral 1 cisminin genişliği 51.1 ± 5.1 mm (dağılım 41-62 mm);
- Sakral 1 pedikül derinliği: Sağ tarafta 23.4 ± 2.5 mm (dağılım 18-28 mm), sol tarafta 24 ± 2.6 mm (dağılım 17-29 mm);
- Sakral ala derinliği (alar derinlik): Sağ tarafta 50.6 ± 5.6 mm (dağılım 41-60 mm), sol tarafta 50.7 ± 4.6 mm (dağılım 41-60 mm);
- Sakral ala'nın posterior yüksekliği (posterior alar yükseklik): Sağ tarafta 26 ± 4 mm (dağılım 17-32 mm), sol tarafta 26 ± 3.7 mm (dağılım 17-33 mm);
- Lateral sakral kitlenin posterior yüzdeki genişliği: Sağ tarafta S_1 düzeyinde 24.1 ± 3.5 mm (dağılım 16-29 mm), S_2 düzeyinde 18.4 ± 2.1 mm (dağılım 14-22 mm); sol tarafta S_1 düzeyinde 24.5 ± 3.6 mm (dağılım 15-33 mm), S_2 düzeyinde 18.8 ± 2.5 mm (dağılım 12-23 mm);
- Lateral sakral kitlenin anterior yüzdeki genişliği: Sağ tarafta S_1 düzeyinde 28.9 ± 3.9 mm (dağılım

22-37 mm), S_2 düzeyinde 22.6 ± 4.1 mm (dağılım 15-29 mm); sol tarafta S_1 düzeyinde 29.1 ± 4.3 mm (dağılım 22-38 mm), S_2 düzeyinde 23 ± 3.7 mm (dağılım 16-30 mm);

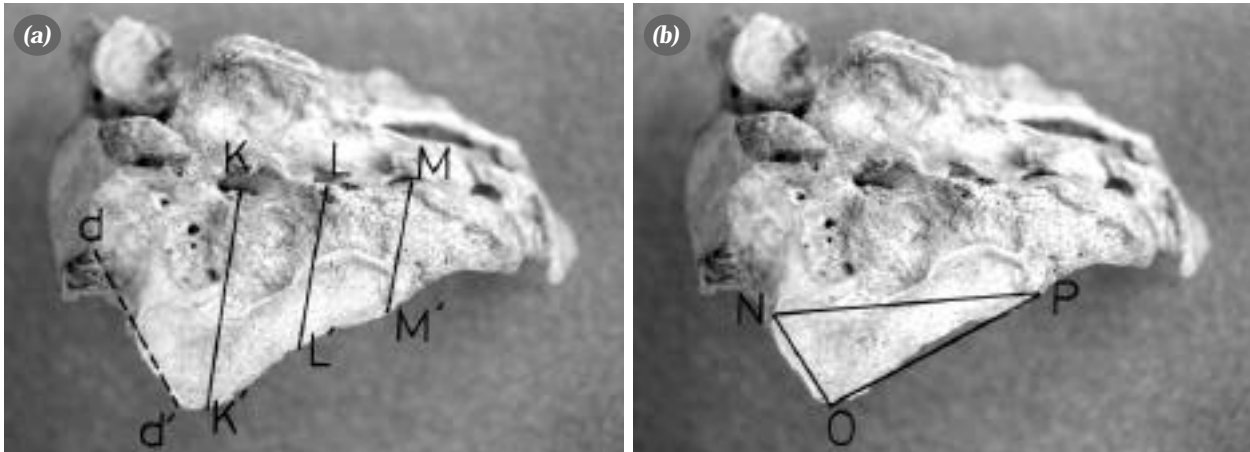
- Lateral sakral kitlenin "eğimli postero-lateral yüzünün oblik olarak" yüksekliği: Sağ tarafta S_1 düzeyinde 39 ± 5 mm (dağılım 30-48 mm), S_2 düzeyinde 28.6 ± 5 mm (dağılım 18-40 mm), S_3 düzeyinde 17.5 ± 3.7 mm (dağılım 10-26 mm); sol tarafta S_1 düzeyinde 37.4 ± 5.1 mm (dağılım 28-48 mm), S_2 düzeyinde 27.6 ± 3.8 mm (dağılım 18-33 mm), S_3 düzeyinde 16.1 ± 3 mm (dağılım 8-22 mm);

- Eklem yüzeyine (fasies aurikularis) ait değerler: Sağ tarafta kısa kol 33.8 ± 6 mm (dağılım 23-46 mm), uzun kol 48.3 ± 5.9 mm (dağılım 33-59 mm), oblik kol 56.7 ± 4.9 mm (dağılım 47-67 mm); sol tarafta kısa kol 33.2 ± 4.5 mm (dağılım 24-42 mm), uzun kol 47.5 ± 5.7 mm (dağılım 38-58 mm), oblik kol 55.4 ± 5.2 mm (dağılım 48-68 mm).

İki taraflı yapılar çiftli örneklerin t-testi ile değerlendirildiğinde, pediküler derinlik ($p=0.003$) ve lateral sakral kitlenin S_1 ve S_3 düzeylerinde yükseklikleri (sırasıyla $p=0.003$ ve $p=0.001$) anlamlılık gösterirken; 0.008 ile 0.952 arasında hesaplanan diğer değerlerde anlamlılık görülmedi.

Radyolojik değerlendirme

Morfolojik değerlendirmeleri yapılan 30 kuru sakrum kemik örneğinin S_1 ile S_2 pedikül-cisim ve intervertebral foramina hizalarında aksiyel BT kesitleri alındı. Kesitler S_1 superior yüzüne (end plate) olabildiğince paralel alınmaya çalışıldı.



Şekil 4. Lateral sakral kitlenin görünümü. (a) lateral sakral kitlenin, sırasıyla S_1 (K-K'), S_2 (L-L') ve S_3 (M-M') düzeylerindeki yükseklikleri ve kesik çizgiyle gösterilen sakral ala'nın derinliği (d-d'). (b) Fasies aurikularise ait ölçümler: Kısa kol (N-O), uzun kol (O-P) ve oblik kol (N-P).

Tablo 1. Sakrum genişliği, sakrum yüksekliği, S₁ cisminin genişliği, S₁ pedikül derinliği, sakral ala derinliği, sakral ala'nın posterior yüksekliğine ait milimetre cinsinden değerler

		Ortalama değer	En az	En fazla	Standart sapma
Sakrum genişliği		110.3	100	121	5.5
Sakrum yüksekliği		105.7	78	124	11.4
S1 cisim genişliği		51.1	41	62	5.1
S1 pedikül derinliği	Sağ taraf	23.4	18	28	2.5
	Sol taraf	24	17	29	2.6
Sakral ala derinliği	Sağ taraf	50.6	41	60	5.6
	Sol taraf	50.7	41	60	4.6
Sakral ala'nın posterior yüksekliği	Sağ taraf	26	17	32	4
	Sol taraf	26	17	33	3.7

Tablo 2. Lateral sakral kitlenin posterior yüzdeki genişliği, anterior yüzdeki genişliği, postero-lateral yüzünün oblik olarak yüksekliğine ait milimetre cinsinden değerler

		Ortalama değer	En az	En fazla	Standart sapma	
Posterior yüz genişliği	Sağ taraf S ₁	24.1	16	29	3.5	
		S ₂	18.4	14	22	2.1
	Sol taraf S ₁	24.5	15	33	3.6	
		S ₂	18.8	12	23	2.5
Anterior yüz genişliği	Sağ taraf S ₁	28.9	22	37	3.9	
		S ₂	22.6	15	29	4.1
	Sol taraf S ₁	29.1	22	38	4.3	
		S ₂	23	16	30	3.7
Postero-lateral yüzün oblik olarak yüksekliği	Sağ taraf S ₁	39	30	48	5	
		S ₂	28.6	18	40	5
		S ₃	17.5	10	26	3.7
	Sol taraf S ₁	37.4	28	48	5.1	
		S ₂	27.6	18	33	3.8
		S ₃	16.1	8	22	3

Bilgisayarlı tomografi kesitlerinde S₁ ve S₂ pedikül-cisim düzeyinde nöral kanalın anteriora doğru uzanan en geniş noktalarını birleştiren enlemesine doğru üzerinde, nöral kanalın ve bunu çevreleyen pedikül ile LSK'nin genişlikleri milimetre cinsinden

ölçüldü (Şekil 5a ve c). Yine S₁ ve S₂ intervertebral foramina (İVF) düzeyinde, sakrumun anterior tarafında S₁ ve S₂ cisimlerinin intervertebral foraminaya komşu anterior kenarlarını birleştiren enlemesine doğru üzerinde sırasıyla "LSK-İVF-S₁ veya S₂ cis-

Tablo 3. Eklem yüzlerine (fasies auricularis) ait milimetre cinsinden değerler

		Ortalama değer	En az	En fazla	Standart sapma
Kısa kol	Sağ taraf	33.8	23	46	6
	Sol taraf	33.3	24	42	4.5
Uzun kol	Sağ taraf	48.3	33	59	5.9
	Sol taraf	47	38	58	5.7
Oblik kol	Sağ taraf	56.7	47	67	4.9
	Sol taraf	55.4	48	68	5.2

mine uyan bölüm-İVF-LSK” milimetre cinsinden ölçüldü (Şekil 5b ve d). Ölçümler ortalama değer±standart sapma (en alt ve en üst sınırlar) olarak değerlendirildi (Tablo 4 ve 5).

Sakral 1 pedikül-cisim seviyesinde pedikül+LSK genişliği sağ tarafta 37.6 ± 4.2 mm (dağılım 27-46 mm), sol tarafta 36.3 ± 4.2 mm (dağılım 26-41 mm); nöral kanal genişliği 31.7 ± 4.3 mm (dağılım 23-38 mm) bulundu. Sakral 1 intervertebral foramina seviyesinde LSK genişliği sağ tarafta 22 ± 3.8 mm (dağılım 15-31 mm), sol tarafta 22.3 ± 5.2 mm (dağılım 14-31 mm); intervertebral foramen genişliği sağ tarafta 13.4 ± 2.7 mm (dağılım 7-19 mm), sol tarafta 13.2 ± 2.6 mm (dağılım 9-19 mm); S₁ cisim genişliği 35.5 ± 5.4 mm (dağılım 28-50 mm) idi.

Sakral 2 pedikül ve cisim seviyesinde pedikül+LSK genişliği sağ tarafta 27.8 ± 6.9 mm (dağılım 17-40 mm), sol tarafta 26.4 ± 6.4 mm (dağılım 17-40 mm); nöral kanal genişliği 29.8 ± 5 mm (dağılım 22-40 mm) ölçüldü.

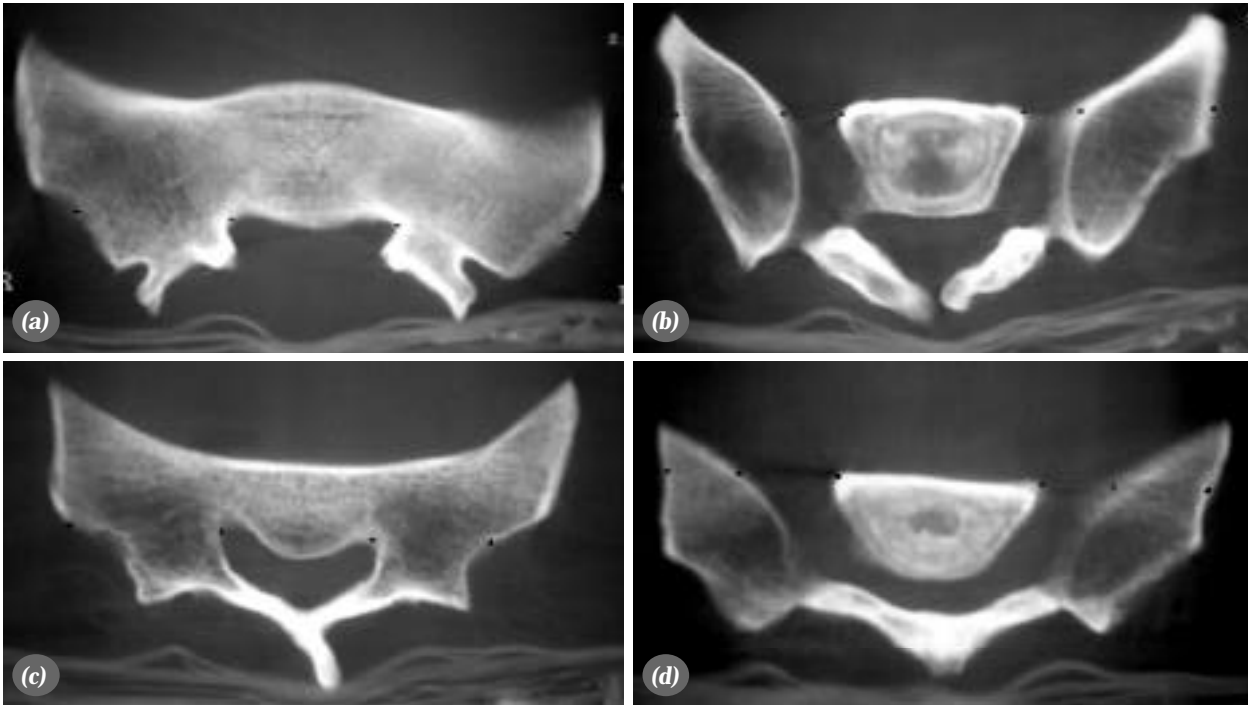
Sakral 2 intervertebral foramina seviyesinde LSK genişliği sağ tarafta 15.9 ± 3.1 mm (dağılım 10-22 mm), sol tarafta ortalama 16.3 ± 4.3 mm (dağılım

9-25 mm); intervertebral foramen genişliği sağ tarafta ortalama 16.2 ± 2.9 mm (dağılım 10-22 mm), sol tarafta ortalama 15.9 ± 3.4 mm (dağılım 7-22 mm); S₂ cisim genişliği ortalama 32.8 ± 4.7 mm (dağılım 25-46 mm) bulundu.

İki taraflı yapılar çiftli örneklerin t-testiyle değerlendirildiğinde tüm değerlerin 0.085 ile 0.725 arasında dağılım gösterdiği görüldü ($p>0.005$).

Tartışma

Posterior iliosakral vida tespiti lumbosakral şekil bozukluklarının, ayrılmış sakrum kırıklarının ve travmatik sakroiliak eklem ayrışmalarının tedavisinde uygulanan bir yöntemdir.^[2,3,7-10] Alt lomber bölgedeki dejeneratif hastalıklarda da, deformite olsun veya olmasın, sakruma kadar uzanan enstrümanlı füzyon ve stabilizasyon gerekebilir.^[2,4-6,18,24] Lumbosakral veya iliosakral tespitlerin stabilizasyonunda, vidanın hedef uygulanma noktası ve vida derinliğiyle ilgili birçok biyomekanik çalışma yapılmıştır. Bazı yazarlar^[2,25,26] sakral ala'nın ve LSK'nin kemik stoğunu ve gücünü yetersiz bulup vidanın omur cismine gönderilmesini önermişler; başka yazarlar da^[1,4-6,10,13,21-23]



Şekil 5. Bilgisayarlı tomografi kesitlerinde, (a) S₁ pedikül-cisim düzeyinden geçen kesitte iki tarafta S₁ pedikül-lateral sakral kitle (LSK) ve ortada nöral kanalın görünümü; (b) S₁ intervertebral foramina/foramen (İVF) düzeyinden geçen kesitte “LSK-İVF-S₁ cismi-İVF-LSK”nin görünümü; (c) S₂ pedikül-cisim düzeyinden geçen kesitte iki tarafta S₂ pedikül-LSK ve ortada nöral kanalın görünümü; (d) S₂ intervertebral foramina/foramen (İVF) düzeyinden geçen kesitte “LSK-İVF-S₂ cismi-İVF-LSK”nin görünümü.

Tablo 4. Bilgisayarlı tomografi kesitlerinde S₁ pedikül-cisim ve intervertebral foramina seviyelerinin ölçümlerinde bulunan milimetre cinsinden değerler

		Ortalama değer	En az	En fazla	Standart sapma
Pedikül-cisim seviyesinde					
Pedikül-lateral sakral kitle genişliği	Sağ taraf	37.6	27	46	4.2
	Sol taraf	36.3	26	41	4.2
Nöral kanal genişliği		31.7	23	38	4.3
İntervertebral foramina seviyesinde					
Lateral sakral kitle genişliği	Sağ taraf	22	15	31	3.8
	Sol taraf	22.3	14	31	5.2
İntervertebral foramina genişliği	Sağ taraf	13.4	7	19	2.7
	Sol taraf	13.2	9	19	2.6
	S ₁ cisim genişliği	35.5	28	50	5.4

Tablo 5. Bilgisayarlı tomografi kesitlerinde S₂ pedikül-cisim ve intervertebral foramina seviyelerinin ölçümlerinde bulunan milimetre cinsinden değerler

		Ortalama değer	En az	En fazla	Standart sapma
Pedikül-cisim seviyesinde					
Pedikül-lateral sakral kitle genişliği	Sağ taraf	27.8	17	40	6.9
	Sol taraf	26.4	17	40	6.4
Nöral kanal genişliği		29.8	22	40	5
İntervertebral foramina seviyesinde					
Lateral sakral kitle genişliği	Sağ taraf	15.9	10	22	3.1
	Sol taraf	16.3	9	25	4.3
İntervertebral foramina genişliği	Sağ taraf	16.2	10	22	2.9
	Sol taraf	15.9	7	22	3.4
	S ₂ cisim genişliği	32.8	25	46	4.7

LSK'ye vida veya diğer sistemlerin uygulamasının yeterli tespit sağlayabileceğini ve bunun daha az komplikasyon riski taşıdığını belirtmişlerdir. Anterior taraftaki komşulukları nedeniyle sakruma uygulanacak, özellikle her iki korteksi geçen vida uygulamalarında damar-sinir ve iç organ yaralanmaları oluşabilir.^[5,11,15,17,20] Borrelli ve ark.^[1] ile Tile^[10] vida uygulamasında, damar-sinir yapılarıyla çevre iç organ yaralanması bakımından LSK'nin daha güvenilir bölge olduğunu bildirmişlerdir. Asher ve Strippgen^[23] sakrumun posterior bölümünde, birinci ve ikinci dorsal intervertebral foramina arasına uyan bölümden LSK'ye uzanan vidalarla tespit edilen posterior transsakral implantı geliştirmişlerdir. McCarthy ve ark.^[6] nöromusküler hastalığa bağlı spinal deformiteleri olan olgularda, Luque çubuklarının sakruma uyan alt uçlarına özel eğim vererek sakral ala'yı kullandıklarını bildirmişlerdir. Cecil ve ark.^[22] sakroili-

ak eklemin interfragmanter yaralanmalarında, posterolateral iliumdan sakral ala'ya veya S₁ omurga cismine 6.5 mm çapındaki spongioz vidayla yapılacak tespitini yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Jackson ve ark.^[4,5] "iliak buttress" tanımını yaparak, LSK içine intrasakral rod uygulamışlardır. Sakrumu ve sakroiliak eklemi BT ile inceleyerek LSK'nin ölçüm değerlerini ve sakroiliak interossöz açıları belirlemişlerdir.^[5] Bilgisayarlı tomografi kesitlerinde sakroiliak eklemin postero-mediyal sınırı ile S₁ intervertebral foramina lateral sınırı arasındaki uzaklığın en az 17 mm (ortalama 28 mm) olduğu olgularda, LSK'nin içine 7 mm çapında çubuk veya benzer boyutlarda implant (intrasakral rod) uygulanabileceğini belirtmişlerdir.^[4,5] Lateral sakral kitlenin yeterliliği ve güvenilirliğini bildiren bu çalışmalarını göz önüne alarak, kuru kemik örneklerinde LSK'nin büyüklüğünü değerlendirdik.

Lateral sakral kitlenin posterior ilium üzerindeki izdüşüm alanını tanımlayarak, bu alandan iliosakral vida uygulamasıyla ilgili çalışmalar yapılmıştır.^[13,21] Xu ve ark.^[13] bu alanı, yüksekliği ortalama 61.4 mm, taban genişliği ortalama 56.8 mm olan ikizkenar üçgen şeklinde tanımlamışlardır. Bu alanın posterior iliumdaki izdüşüm bölgesinde, üçgenin taban orta noktasından tepesine çizilen hat üzerinden gönderilecek vidaların, özellikle sakrumun anterior bölümündeki önemli yapılara zarar vermeyeceğini bildirmişlerdir. Üçgenin tabanına uyan alt bölümü LSK'nin eklem içi bölümünün hemen tamamını ve eklem dışı bölümünün bir kısmını içerdiği için, iliak kanattan bu alana frontal planda gönderilecek vidaların, sakral ala'nın içbükeyliğinden dolayı, yatay yönde uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Üçgenin tepesine uyan üst yarısının ise LSK'nin genellikle eklem dışı alanına uyduğu için, çeşitli yönlerde vida uygulamak için güvenilir bölge olduğunu belirtmişlerdir.^[13] Esenkaya^[21] kuru kemik örneklerinde yaptığı benzer bir çalışmada, LSK'nin posterior iliumdaki izdüşüm bölgesine yerleştirilen plak üzerinden, S₁ ve S₂ seviyelerinde sakral nöral kanal ve intervertebral foramina lateralinde kalacak şekilde, damar-sinir ve çevre önemli yapılara zarar vermeksizin vida uygulanabileceğini belirtmiştir.^[21] Bu güvenilir nokta ve alanlardan dahi yapılan iliosakral vida uygulamasında akıld tutulması gereken noktalar vardır. Xu ve ark.^[14] sakrumun anterior tarafındaki içbükeyliğinden dolayı, LSK'nin posterior iliak kanattaki izdüşümüne kıyasla, anteriordan yapılacak vida uygulamalarının, sakrumun anteriorundaki pelvis içi yapılara zarar vereceğini bildirmişlerdir. İliak kanat üzerindeki izdüşümün superior bölümünün ise LSK'nin ekstraartiküler alanına uyduğunu; bu alana gönderilen vidalarda hareket serbestliği olmakla birlikte biyomekanik olarak yeterli stabilite sağlanamayabileceğini belirtmişlerdir.^[14] İliosakral olarak LSK içine vida uygulaması düşünüldüğünde, bu kitlenin büyüklüğünün önceden bilinmesi, oluşabilecek komplikasyonları önleme bakımından yararlı olacaktır. Bu nedenle, kuru kemik örneklerinde LSK ve komşuluklarını morfolojik ve çekilen BT kesitlerinde radyolojik olarak değerlendirdik.

Ebraheim ve ark.^[18] erişkin pelvis kadavraları üzerinde yaptıkları anatomik çalışmada pedikül derinliğini ortalama 27.8 mm (dağılım 24-32 mm), sakral ala'nın posterior yüksekliğini ortalama 28.7

mm (dağılım 20-37 mm), sakral alar derinliği ortalama 45.8 mm (dağılım 43-48 mm) bulmuşlardır. Çalışmamızda, bu değerler sırasıyla, pedikül derinliği sağ tarafta ortalama 23.4 mm (dağılım 18-28 mm), sol tarafta ortalama 24 mm (dağılım 17-29 mm) mm; sakral ala'nın posterior yüksekliği sağ tarafta ortalama 26 mm (dağılım 17-32), sol tarafta ortalama 26 mm (dağılım 17-33 mm); sakral alar derinlik sağ tarafta ortalama 50.6 mm (dağılım 41-60 mm) ve sol tarafta ortalama 50.7 mm (dağılım 41-60 mm) bulundu. Ancak, sakrum kemik örneklerinde anatomik değerlendirme yaparken kabul ettiğimiz referans ölçüm noktalarını, kemik örneklerine zarar vermemek için noktasal veya çizgisel olarak metal veya opak bir cisimle işaretlemek mümkün olmadığından, BT çekimlerinde aynı noktalardan kesit alınamadığı düşüncesiyle, morfolojik ve radyolojik ölçüm değerleri arasında karşılaştırmalı çalışma yapılamadı. Kuru kemik örneklerinde sağ ve sol taraf arasındaki sayısal farklılıkların, anatomik varyasyonlar yanı sıra kuru sakrum kemik örneklerinde zamanla, özellikle yüzeysel, köşeli veya uç bölgelerde meydana gelen aşınmalara bağlı olabileceğini düşündük. Bilgisayarlı tomografi kesitlerinde de sağ ve sol taraf arasında fark olmakla birlikte bunun daha az olmasının, bu kesitlerin aşınmanın daha az olduğu, daha derin bölgelerden alınmış olmasına ve ölçümlerin belirlenen referans noktalarının birleştirilmesiyle elde edilen enlemesine doğru üzerinde yapılmış olmasına bağlı olabileceğini düşündük.

Cecil ve ark.^[22] S₂ düzeyinde, postero-lateral ilium üzerinde dış kortekste öne 60 derece açıyla yaptıkları vida uygulamasında, S₂ intervertebral foramina lateral sınırına kadar olan uzaklığı ortalama 55.2 mm (dağılım 49.5-60 mm) bulmuşlardır. Çalışmamızda sadece sakrum değerlendirildiği için, nöral kanalın lateral duvarının oluşturduğu sınırla fasies aurikularis arasındaki bu uzaklığı, S₁ düzeyinde, anteriorda sağ ve sol sırasıyla ortalama 28.9 mm ve 29.1 mm, posteriorda ortalama 24.1 mm ve 24.5 mm; S₂ düzeyinde sırasıyla anteriorda 22.6 mm ve 23 mm, posteriorda 18.4 mm ve 18.7 mm bulduk. Yaptığımız çalışmada BT kesitlerinde, LSK'nin özellikle S₁ pedikül-cismi düzeyinde en geniş olduğunu; S₁ intervertebral foraminaya yaklaştıkça LSK'nin büyüklüğünün azaldığını; S₁ intervertebral foramina ortasından geçen kesitlerde LSK'nin lateral korteksi ile nöral kanal lateral duvarı arasındaki

uzaklığın azaldığını; S₂ cismi düzeyinde LSK'nin omur cismiyle olan bağlantısından dolayı tekrar genişlediğini; ancak S₂ intervertebral foramina hizasında LSK'nin lateral korteksi ile intervertebral foramen lateral duvarı arasındaki uzaklığın daha da azaldığını (adeta embriyolojik olarak kaynaklandığı transvers çıkıntı ve kaburga yapılarına dönüştüğünü) gözledik (Şekil 5).

Uygulanan vidanın derinliğinin stabilite üzerindeki etkinliğini araştırmak için yapılan biyomekanik çalışmaların birinde, Zindrick ve ark.^[19] sakral ala'ya 45 derece açı ile laterale gönderilen vidaların en güçlü sıyırma testine sahip olduğunu; bunu S₁ pedikülüne gönderilen vidaların izlediğini; üçüncü sırada sakral ala'ya sıfır derece ile düz olarak gönderilen vidaların geldiğini; S₂ pedikülüne uygulanan vidaların ise en kötü sıyırma değerlerine sahip olduğu bildirmişlerdir. Aynı yazarlar, 4.5 mm'lik kortikal ve 6.5 mm'lik tümü yivli spongioz vidalarla yaptıkları biyomekanik çalışmada, vertebra cisminin %50 derinliğine ve korteksi geçmeyecek şekilde anterior kortekse kadar gönderilen vidaların stabilitesinde anlamlı bir fark olmadığını; korteksi geçen vidalarda korteksi geçmeyenlere oranla anlamlı derecede kuvvetli yapı saptadıklarını; kortekse kadar gönderilen spongioz vidanın kortikal vidaya oranla spongioz kemik içinde daha iyi tutunum sağladığını belirtmişlerdir.^[19] Xu ve ark.^[13] ile Cecil ve ark.^[22] LSK içinde sakral foramina lateralinde kalacak şekilde vida uygulamalarını ve Jackson ve ark.^[4,5] sakral foramina lateralindeki LSK içine intrasakral rod uygulaması sonuçlarını göz önüne alarak, LSK'nin, özellikle S₁ seviyesine uyan sakral ala'nın, vida uygulama bölgesi olarak seçilebileceğini düşünüyoruz. Nöral kanal veya intervertebral foramina lateral duvarı ile aynı seviyedeki iliak kanat dış duvarı arasındaki uzaklık kişiden kişiye değişkenlik gösterebileceğinden, ameliyat öncesi çekilecek BT kesitlerinin incelenmesiyle uygun vida boyu ve vida gönderme doğrultuları/açıları belirlenebilir.

Bazı çalışmalarda, sakral ala'nın kemik kalitesinin yetersizliği nedeniyle bu bölgeye uygulanan vidaların yeterli sıklıkta tespit sağlamadığı belirtilse de,^[2,5,13,18,19,25,26] bunun karşıtı çalışmalar da vardır.^[1,4-6,10,13,21-23] Ameliyat öncesi çekilecek BT kesitleriyle bu bölgenin trabeküler kemik yapısının belirlenmesi ve sakroiliak bölgeyi de içine alan görüntülerde gerekli ölçümlerin yapılmasından sonra, özellikle S₁

düzeyindeki iliosakral vida uygulamalarında, sakral nöral kanal ve intervertebral foramina lateralinde kalacak, anterior korteksi geçmeyecek ve dolayısıyla sakruma anteriordan komşulukları olan damar-sinir ve iç organlara zarar vermeyecek şekilde vida uygulanabilir.

Kaynaklar

1. Borrelli J Jr, Koval KJ, Helfet DL. Operative stabilization of fracture dislocations of the sacroiliac joint. *Clin Orthop* 1996;(329):141-6.
2. Camp JF, Caudle R, Ashmun RD, Roach J. Immediate complications of Cotrel-Dubouset instrumentation to the sacropelvis. A clinical and biomechanical study. *Spine* 1990;15:932-41.
3. Ebraheim NA, Coombs R, Jackson WT, Rusin JJ. Percutaneous computed tomography-guided stabilization of posterior pelvic fractures. *Clin Orthop* 1994;(307):222-8.
4. Jackson RP, Hamilton AC. C-D screws with oblique canals for improved sacral fixation: A prospective clinical study of the first fifty patients. In: *Proceedings of the 7th International Congress on Cotrel-Dubouset Instrumentation*; 1990; Münster. Montpellier: Sauramps Medical; 1991. p. 75-86.
5. Jackson RP, McManus AC. The iliac buttress. A computed tomographic study of sacral anatomy. *Spine* 1993;18:1318-28.
6. McCarthy RE, Dunn H, McCullough FL. Luque fixation to the sacral ala using the Dunn-McCarthy modification. *Spine* 1989;14:281-3.
7. Shuler TE, Boone DC, Gruen GS, Peitzman AB. Percutaneous iliosacral screw fixation: early treatment for unstable posterior pelvic ring disruptions. *J Trauma* 1995;38:453-8.
8. Templeman D, Goulet J, Duwelius PJ, Olson S, Davidson M. Internal fixation of displaced fractures of the sacrum. *Clin Orthop* 1996;(329):180-5.
9. Templeman D, Schmidt A, Freese J, Weisman I. Proximity of iliosacral screws to neurovascular structures after internal fixation. *Clin Orthop* 1996;(329):194-8.
10. Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed? *J Bone Joint Surg [Br]* 1988;70:1-12.
11. Esses SI, Botsford DJ, Huler RJ, Rauschnig W. Surgical anatomy of the sacrum. A guide for rational screw fixation. *Spine* 1991;16(6 Suppl):S283-8.
12. Ferner H, Staubesand J (editors). *Sobotta/Becher Atlas der Anatomie des Menschen. (Sobotta/Becher insan anatomisi atlası. Çeviren Arıncı K) Vol. 1, 17. baskı. Münih: Urban&Schwarzenberg; 1973.*
13. Xu R, Ebraheim NA, Douglas K, Yeasting RA. The projection of the lateral sacral mass on the outer table of the posterior ilium. *Spine* 1996;21:790-4.
14. Mirkovic S. Point of view: the projection of the lateral sacral mass on the outer table of the posterior ilium. *Spine* 1996;21:795.
15. Xu R, Ebraheim NA, Robke J, Yeasting RA. Radiologic evaluation of iliosacral screw placement. *Spine* 1996;21:582-8.
16. Morse BJ, Ebraheim NA, Jackson WT. Preoperative CT determination of angles for sacral screw placement. *Spine* 1994;19:604-7.
17. Mirkovic S, Abitbol JJ, Steinman J, Edwards CC, Schaffler M, Massie J, et al. Anatomic consideration for sacral screw placement. *Spine* 1991;16(6 Suppl):S289-94.

18. Ebraheim NA, Xu R, Biyani A, Nadaud MC. Morphologic considerations of the first sacral pedicle for iliosacral screw placement. *Spine* 1997;22:841-6.
19. Zindrick MR, Wiltse LL, Widell EH, Thomas JC, Holland WR, Field BT, et al. A biomechanical study of intrapeduncular screw fixation in the lumbosacral spine. *Clin Orthop* 1986;(203):99-112.
20. Licht NJ, Rowe DE, Ross LM. Pitfalls of pedicle screw fixation in the sacrum. A cadaver model. *Spine* 1992;17:892-6.
21. Esenkaya İ. Sakroiliak eklem yaralanmalarında S1 pediküler vida-iliak plak/iliosakral vida-kompresyon çubuğu uygulaması: Sakroiliak eklem morfolojik değerlendirilmesi ve model pelvis üzerinde uygulama. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:432-41.
22. Cecil ML, Rollins JR Jr, Ebraheim NA, Yeasting RA. Projection of the S2 pedicle onto the posterolateral surface of the ilium. A technique for lag screw fixation of sacral fractures or sacroiliac joint dislocations. *Spine* 1996;21:875-8.
23. Asher MA, Strippgen WE. Anthropometric studies of the human sacrum relating to dorsal transsacral implant designs. *Clin Orthop* 1986;(203):58-62.
24. Xu R, Ebraheim NA, Yeasting RA, Wong FY, Jackson WT. Morphometric evaluation of the first sacral vertebra and the projection of its pedicle on the posterior aspect of the sacrum. *Spine* 1995;20:936-40.
25. de Peretti F, Argenson C, Bourgeon A, Omar F, Eude P, Aboulker C. Anatomic and experimental basis for the insertion of a screw at the first sacral vertebra. *Surg Radiol Anat* 1991;13:133-7.
26. Kraemer W, Hearn T, Tile M, Powell J. The effect of thread length and location on extraction strengths of iliosacral lag screws. *Injury* 1994;25:5-9.