

İnce Kesitli Bilgisayarlı Tomografide Sakral Vertebralar Arası Füzyon Derecesine Bakılarak Yaş Tayini Değerlendirilmesi

Eren TOBCU, Gökhan GÖKALP

Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

ÖZET

Kemik yaşı tayininin tıbbi ve adli uygulamalarda önemli bir yeri vardır. Günümüzde 18 yaş altı bireylerde tamamlanmış el ve el bileği kemik osifikasyonlarına bakılarak yaş tayini yapılabilmektedir. Ancak tamamlanmış el ve el bileği osifikasyonları nedeni ile 18 yaş üstü vakalarda yaş tayini yapmak oldukça zordur. Bu pilot çalışma, 18 yaş üstü bireylerde sakral vertebra korpusları arasındaki füzyon derecesini skorlayarak, yaş tayini yapılabilmesini amaçlamaktadır. Çalışmamızda, lomber ya da sakrum bilgisayarlı tomografi (BT) tetkiki yapılmış, yaşları 15-64 arasında değişen 174 erkek, 179 kadın toplamda 353 hastanın sagittal reformat BT görüntüleri iki radyolog tarafından retrospektif olarak çift kör değerlendirilmiştir. Sakral vertebra korpusları arasındaki füzyon dereceleri Belcastro ve ark.'nın tanımladığı 4'lü evreleme sistemine göre değerlendirilmiştir. Çalışmamızda erkek olgularda yaş ile sakral füzyon skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($p<0,05$). Kadın olgularda ise S2-S3 ve S3-S4 düzeyleri için yaş ile sakral füzyon düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur ($p<0,05$). Ayrıca kadın olgularda genel olarak aynı yaş grubundaki erkeklere kıyasla daha ileri füzyon dereceleri izlenmiştir. Ancak her iki cinsiyette de Spearman korelasyon katsayısı ile yapılan incelemede sakral vertebral füzyon dereceleri ile yaş arasında düşük derecede uyum olması, bu tekniğin pratikte yaş tayininde uygulanabilirliğinin önünde engel oluşturmaktadır. Bu konuda objektif bir değerlendirmenin yapılabilmesi için daha fazla olgu sayısı ile yeni araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaş tayini. Sakral vertebra korpus füzyon. Bilgisayarlı tomografi.

Age Estimation by Examining Sacral Vertebral Corpus Fusion at Thin Slice Computed Tomography

ABSTRACT

Bone age estimation has an important role in both medical and forensic studies. The age of individuals below 18 years can be determined with a low degree of error in regard to narrow age ranges associated with ossification of hand and wrist bones. In cases over 18 years old, completion of hand and wrist bone ossification makes age estimation a difficult process. In this pilot study, it was aimed to detect whether sacral vertebra corpus fusions (SVF) can be used for age estimation. Sagittal reformatted computed tomography images from 174 male and 179 female, a total of 353 patients, age ranging from 15 to 64, who admitted to radiology department of Uludağ University Faculty of Medicine were examined by two radiologists independently and retrospectively. Sacral vertebra corpus fusions were evaluated by using four-stage scoring method defined by Belcastro et al. in 2008. In male subjects there was a statistically significant relationship between age and SVF scores ($p<0,05$); in female subjects there was a statistically significant relationship between age and SVF scores for stages S2-S3 and S3-S4 ($p<0,05$). Sex differences in SVF scores were found, with females showing earlier fusion than males. Even there is statistically significant relationship in males and females for some stages between age and SVF, in both sexes Spearman's correlation coefficient corresponds a low grade relationship between age and SVF, that prevents practical use of this method for age estimation in routine. Further studies with more number of subjects should be made for a clear determination of relationship between SVF and age.

Key Words: Age estimation. Sacral vertebra corpus fusion. Computed tomography.

Geliş Tarihi: 13.Nisan.2021
Kabul Tarihi: 20.Ekim.2021

Dr. Eren TOBCU
Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Radyoloji Anabilim Dalı,
Bursa.
Tel: 0541 923 74 47
E-posta: drerentobcu@gmail.com

Eren TOBCU: 0000-0002-3682-2474
Gökhan GÖKALP: 0000-0002-3682-2474

Kemik yaşı tayininin tıbbi ve adli uygulamalarda önemli bir yeri vardır. Adli alanda karar aşamasında kullanılırken, tıbbi alanda tanı ve tedavide kullanılabilir¹. Günümüzde 18 yaş altı bireylerde tamamlanmış el ve el bileği kemik osifikasyonlarına, seksual maturasyona ve dış mineralizasyonuna bakılarak yaş tayini yapılabilmektedir. Ancak el ve el bileği kemik osifikasyonunun, seksual maturasyonun ve dış mineralizasyonunun tamamlanması nedeni ile 18 yaş üstü vakalarda yaş tayini yapmak oldukça zordur². Klavikula medial epifizi, iliak kemiğin üst epifizi, bazioksipital sinkondroz gibi iskelet elemanları geç

füzyona uğradığından ikinci ve üçüncü dekatlarda yaş tayini amacıyla kullanılabilir³. Sakral vertebra- ların maturasyonu ve füzyonu ise bu kemik yapıları kıyasla daha geç olmaktadır⁴. Bu çalışma, özellikle 18 yaş üstü bireylerde sakral vertebra korpusları arasın- daki füzyon derecesini skorlayarak, yaş tayini yapıla- bilmesini amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada 01.01.2012-18.03.2016 tarihleri arasın- da Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda başvuran yaşları 15 ile 64 yaş arasında değişen, lomber BT ve sakrum BT tetkiki yapılan olguların görüntüleri retrospektif olarak ta- ranmıştır.

Kurumumuzda bulunan tıbbi kayıtlar incelenerek yabancı uyruklu hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Kemik gelişimini etkileyen endokrin bozukluklar (hipotiroidizm, hipertiroidizm, konjenital adrenal hiperplazi, vb.), beslenme bozuklukları, sistemik has- talıklar (kronik renal yetmezlik, konjenital sendromlar, osteopeni, adrenal malignite, tiroid maligniteleri, vb.) konstitüsyonel gelişme geriliği (serebral palsi, büyüme gelişme geriliği) tanısı olan hastalar ile sakral fraktürü tespit edilen hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

179 kadın, 174 erkek olmak üzere toplamda 353 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 22.03.2016 tarih ve 2016-5/25 Karar No ile onay alınmıştır.

Tüm BT görüntülerinin elde edilmesi için Siemens Somatom Definition AS 128 Kesitli Bilgisayarlı Tomografi cihazı (120 kV, pitch 1.0, kolimasyon 0.6, artış 1.0, B50f, Erlangen, Almanya) kullanılmıştır. 0,6 mm kesit kalınlığı ve 0,6 mm kesit aralığı ile aksiyal görüntüler elde edilmiştir.

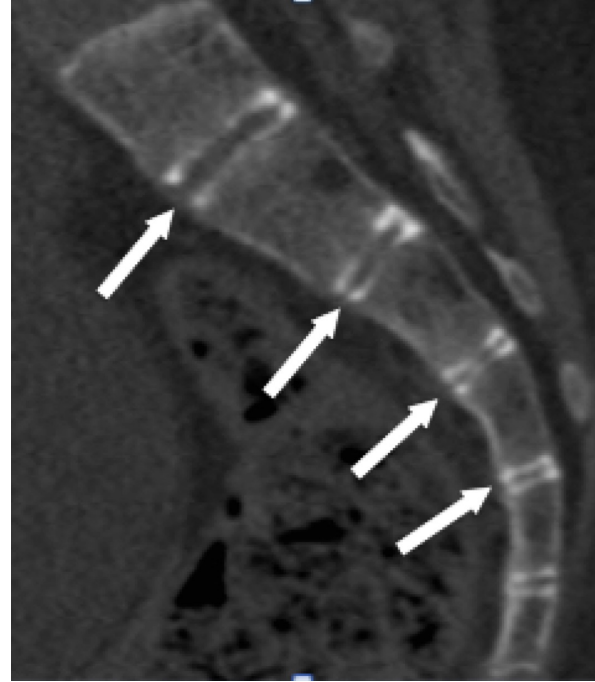
Çalışma kriterlerine uygun bulunan 353 hastanın sağı- tal BT görüntüleri incelenip sakral vertebra korpus füzyonları (SVF), 2008 yılında Belcastro ve ark.'nın⁵ belirlediği füzyon skorlama sistemi ile değerlendiril- miştir. SVF, her bir intervertebral aralık için ayrı ayrı değerlendirilmiştir (S1-S2, S2-S3, S3-S4, S4-S5). Bu sisteme göre her bir vertebra arası füzyon derecesi, dört evreye ayrılmıştır. Bu evrelemeye göre hastalar;

Evre 0: Vertebra aralarında tam açıklık olan, füzyon- un başlamadığı olgular

Evre-1: %50'den az füzyon olan olgular

Evre-2: %50'den fazla füzyon olan olgular

Evre-3: Vertebra arasındaki mesafenin tamamen kapandığı olgular olarak sınıflandırılmıştır. Evrelere ait BT görüntüleri Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1:

Tüm sakral intervertebral aralıklarda evre 0 füzyon izlenen 17 yaşında erkek olgu



Şekil 2:

S1-S2: Evre 1, S2-S3: Evre 2, S3-S4: Evre 2, S4-S5: Evre 3 füzyon izlenen 27 yaşında erkek olgu

Olguların kronolojik yaşı (takvim yaşı), BT tetkikinin yapıldığı tarihten şahısların doğum tarihi çıkarılarak hesaplanmıştır (Örneğin 35 yaş, 35,0 ile 35,9 yaşları arası olarak tanımlandı). Analiz aşamasında olgular cinsiyet ve yaşlarına göre gruplara ayrılmışlardır. Yaş gruplaması yapılırken, olgu havuzumuzun tamamını

Sakral Vertebralarda Füzyon Derecesi ve Yaş İlişkisi

oluşturan 15-64 yaş aralığı, 5'erli yaş gruplarına (15-19, 20-24, 25-29...60-64) ayrılmıştır. Cinsiyet ve yaş grupları dağılımının sayıca homojen olmasına özellikle dikkat edilmiştir.

174 erkek, 179 kadın olmak üzere toplam 353 hastanın BT görüntüleri Radyoloji Anabilim Dalı'ndaki PACS (Picture Archiving And Communication System) (GE Healthcare, UK) programı ile sunulan iş istasyonlarında iki radyolog tarafından çift kör olarak değerlendirilmiştir. Olguların yaşını bilen bir radyolog çalışmanın koordinatörü olarak görev yapmıştır. Çalışma koordinatörü, her gözlemciye hastaları rastgele bir sıralamayla sunmuştur. Gözlemciler hastaların kimlik, yaş ve cinsiyet bilgilerinden yoksun bırakılmıştır

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 22.0 istatistik paket programında yapılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon katsayısı ile incelenmiştir. Kategorik verinin incelenmesinde Pearson Ki-kare testi, Fisher'in Kesin Ki-kare testi ve Fisher-Freeman-Halton testi kullanılmıştır. Değerlendiriciler arası uyum için ağırlıklandırılmış Kappa katsayısı hesaplanmıştır. Anlamlılık düzeyi $\alpha=0.05$ olarak belirlenmiştir.

Bulgular

Toplam 353 olgu çalışmaya dahil edilmiştir. Bu olguların 174 erkek ve 179 kadın olup Tablo I'de her iki cinsiyete göre beş yıllık yaş grupları gösterilmiştir. Hastaların yaş ortalaması $39,42 \pm 14,6$, yaş dağılımı 15-64 yıl arasında değişmektedir.

Tablo I. Olguların yaş ve cinsiyete göre dağılımı

Yaş	Kadın	Erkek
15-19	19	19
20-24	16	15
25-29	18	18
30-34	18	18
35-39	17	16
40-44	18	16
45-49	22	20
50-54	16	16
55-59	17	18
60-64	18	18
n	179	174

Birinci gözlemcinin değerlendirme sonuçları:

Yaklaşık onbeş yıl deneyimli birinci gözlemcinin analizine göre hastaların yaş ve cinsiyete göre sakral füzyon evre yüzdeleri Tablo II'de gösterilmiştir.

S1-S2 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 0, evre 1 ve evre 2 olarak belirlendi. Yalnızca 50-54 yaş kadın olgularda S1-S2'de en sık

izlenen füzyon derecesi evre 1 iken, diğer tüm yaş gruplarında her iki cinsiyet için en sık izlenen füzyon derecesi evre 0 idi. S1-S2 düzeyinde Evre 3 füzyon hiçbir olguda izlenmemiştir (Tablo II).

Tablo II. Birinci gözlemcinin analizleri doğrultusunda, 5 yıllık yaş gruplamasında yaş ve cinsiyete göre sakral füzyon evre yüzdeleri

	Yaş	Erkek				Kadın					
		N	Evre (%)			N	Evre (%)				
			0	1	2		3	0	1	2	3
S1-S2	15-19	19	89,5	10,5	0,0	0,0	19	89,5	10,5	0,0	0,0
	20-24	15	93,3	6,7	0,0	0,0	16	68,8	25,0	6,3	0,0
	25-29	18	83,3	16,7	0,0	0,0	18	61,1	22,2	16,7	0,0
	30-34	18	77,8	5,6	16,7	0,0	18	88,9	5,6	5,6	0,0
	35-39	16	87,5	12,5	0,0	0,0	17	82,4	17,6	0,0	0,0
	40-44	16	87,5	6,3	6,3	0,0	18	61,1	38,9	0,0	0,0
	45-49	20	70,0	30,0	0,0	0,0	22	50,0	45,5	4,5	0,0
	50-54	16	87,5	12,5	0,0	0,0	16	37,5	62,5	0,0	0,0
	55-59	18	50,0	50,0	0,0	0,0	17	88,2	11,8	0,0	0,0
60-64	18	61,1	33,3	5,6	0,0	18	55,6	44,4	0,0	0,0	
S2-S3	15-19	19	42,1	36,8	21,1	0,0	19	15,8	57,9	26,3	0,0
	20-24	15	33,3	60,0	6,7	0,0	16	6,3	43,8	50,0	0,0
	25-29	18	27,8	55,6	16,7	0,0	18	0,0	61,1	38,9	0,0
	30-34	18	5,6	38,9	44,4	11,1	18	5,6	61,1	27,8	5,6
	35-39	16	18,8	50,0	31,3	0,0	17	0,0	64,7	29,4	5,9
	40-44	16	0,0	68,8	31,3	0,0	18	0,0	38,9	61,1	0,0
	45-49	20	5,0	45,0	50,0	0,0	22	4,5	27,3	59,1	9,1
	50-54	16	12,5	50,0	37,5	0,0	16	6,3	31,3	62,5	0,0
	55-59	18	44,4	50,0	5,6	0,0	17	0,0	41,2	58,8	0,0
60-64	18	5,6	44,4	50,0	0,0	18	0,0	22,2	77,8	0,0	
S3-S4	15-19	19	36,8	26,3	36,8	0,0	19	0,0	31,6	52,6	15,8
	20-24	15	26,7	40,0	33,3	0,0	16	6,3	12,5	75,0	6,3
	25-29	18	5,6	61,1	27,8	5,6	18	5,6	27,8	38,9	27,8
	30-34	18	0,0	27,8	50,0	22,2	18	0,0	5,6	72,2	22,2
	35-39	16	6,3	37,5	50,0	6,3	17	5,9	47,1	29,4	17,6
	40-44	16	0,0	43,8	56,3	0,0	18	0,0	11,1	66,7	22,2
	45-49	20	5,0	25,0	60,0	10,0	22	0,0	13,6	72,7	13,6
	50-54	16	0,0	31,3	62,5	6,3	16	0,0	12,5	62,5	25,0
	55-59	18	5,6	11,1	77,8	5,6	17	0,0	17,6	64,7	17,6
60-64	18	0,0	11,1	77,8	11,1	18	0,0	5,6	55,6	38,9	
S4-S5	15-19	19	31,6	21,1	31,6	15,8	19	10,5	5,3	36,8	47,4
	20-24	15	33,3	20,0	13,3	33,3	16	6,3	12,5	37,5	43,8
	25-29	18	27,8	33,3	27,8	11,1	18	22,2	5,6	44,4	27,8
	30-34	18	22,2	5,6	44,4	27,8	18	83,3	11,1	5,6	0,0
	35-39	16	12,5	31,2	25,0	31,3	17	17,6	35,3	29,4	17,6
	40-44	16	12,5	12,5	31,3	43,8	18	0,0	11,1	55,6	33,3
	45-49	20	0,0	20,0	40,0	40,0	22	9,1	4,5	40,9	45,5
	50-54	16	0,0	31,3	50,0	18,8	16	0,0	6,3	25,0	68,8
	55-59	18	0,0	11,1	61,1	27,8	17	0,0	29,4	11,8	58,8
60-64	18	0,0	27,8	38,9	33,3	18	0,0	11,1	27,8	61,1	

N: Olgu sayısı

S2-S3 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 1, evre 2, evre 0 ve evre 3 olarak belirlendi. Evre 1 ve 2 füzyon S2-S3 düzeyinde her iki cinsiyette de tüm yaş gruplarında belirlendi. Evre 3

füzyon, erkeklerde yalnızca 30-34 yaş arası olgularda izlenirken, kadınlarda 30-34, 35-39, 45-49 yaş arası olgularda izlendi (Tablo II).

S3-S4 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 2, evre 1, evre 3 ve evre 0 olarak belirlendi. Evre 3 füzyon kadınlarda tüm yaş gruplarında izlenirken, erkeklerde 15-19, 20-24 ve 40-44 yaş gruplarında saptanmadı (Tablo II).

S4-S5 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 3, evre 2, evre 1 ve evre 0 olarak belirlendi. Evre 0, erkek olgularda 45 yaş ve üzerinde, kadın olgularda ise 50 yaş ve üzerinde ve 40-44 yaş aralığında izlenmemektedir. (Tablo II).

Erkeklerde 25-29, 30-34 yaş aralığı; kadınlarda 25-29, 35-39 yaş aralığı haricinde her iki cinsiyette ortalama sakral füzyon skorları azalan sıralamayla S4-S5, S3-S4, S2-S3, S1-S2 şeklindedir. Bu bulgu sakral vertebra- ların füzyon olma sıralarının aşağından yukarıya doğru olduğunu göstermektedir. Kadın olgularda genel olarak aynı yaş grubundaki erkek olgulara göre daha yüksek füzyon ortalamaları saptanmıştır (Tablo III). Erkek olgularda yaş ile sakral füzyon skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,05$). Kadın olgularda ise S2-S3 ve S3-S4 düzeyleri için yaş ile sakral füzyon düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur ($p<0,05$). Ancak her iki cinsiyette de Spearman korelasyon katsayısı ile yapılan incelemede sakral vertebral füzyon dereceleri ile yaş arasında düşük derecede uyum mevcuttur (Tablo III).

Tablo III. Birinci gözlemcinin analizleri doğrultusunda 5 yıllık yaş gruplamasında yaş ile her bir sakral intervertebral füzyon evre ortalamasının karşılaştırması

Yaş	Erkek				Kadın			
	S1-S2	S2-S3	S3-S4	S4-S5	S1-S2	S2-S3	S3-S4	S4-S5
15-19	0,10	0,78	1	1,31	0,10	1,10	1,84	2,21
20-24	0,06	0,73	1,06	1,46	0,37	1,43	1,81	2,18
25-29	0,16	0,88	1,33	1,22	0,55	1,38	1,88	1,77
30-34	0,38	1,61	1,94	1,77	0,16	1,33	2,16	2,44
35-39	0,12	1,12	1,56	1,75	0,17	1,41	1,58	1,47
40-44	0,18	1,31	1,56	2,06	0,38	1,61	2,11	2,22
45-49	0,3	1,45	1,75	2,2	0,54	1,72	2	2,22
50-54	0,12	1,25	1,75	1,87	0,62	1,56	2,12	2,62
55-59	0,5	1,61	1,83	2,16	0,11	1,58	2	2,29
60-64	0,44	1,44	2	2,05	0,44	1,77	2,33	2,5
r_s	0,234	0,328	0,366	0,258	0,145	0,281	0,169	0,142
p	0,02	<0,001	<0,001	0,001	0,053	<0,001	0,024	0,058

r_s , Spearman korelasyon katsayısı değeri, $p<0,05$

Erkeklerde tüm düzeylerde en düşük yaş ortalamasına sahip füzyon evresi, evre 0 olarak belirlenmiştir. Kadınlarda ise S2-S3, S3-S4, S4-S5 düzeyleri için en düşük yaş ortalamasına sahip füzyon evresi evre 0, S1-S2 düzeyi için ise evre 2 olarak belirlenmiştir. Ancak

kadınlarda S1-S2 düzeyinde evre 2 füzyon izlenen yalnızca 6 hasta bulunmaktadır. Her iki cinsiyette S1-S2 düzeyi için ise en yüksek yaş ortalamasına sahip füzyon evresi, evre 1 olarak saptanmıştır Erkeklerde S2-S3, S3-S4, S4-S5 düzeyleri için en yüksek yaş ortalamasına sahip füzyon evresi, evre 2'dir. Kadınlarda ise S2-S3 düzeyi için en yüksek yaş ortalamasına sahip füzyon evresi evre 2 iken S3-S4 ve S4-S5 düzeylerinde evre 3'tür (Tablo IV).

Tablo IV. Birinci gözlemcinin analizleri doğrultusunda, evrelere göre her iki cinsiyette ortalama yaş ve standart sapma değerleri

	Evre	Erkek			Kadın		
		N	Ort. Yaş	S.D.	N	Ort. Yaş	S.D.
S1-S2	0	136	37,7	14,4	122	37,6	14,7
	1	33	47,3	14,08	51	44,5	13,02
	2	5	41	13,6	6	30,1	7,5
	3	0	-	-	0	-	-
S2-S3	0	26	27,9	13,08	7	28,7	15,05
	1	85	39,5	14,3	80	35,6	13,7
	2	60	44,7	13,4	88	43,6	14,1
	3	3	41,6	15,01	4	39,2	7,4
S3-S4	0	15	24,3	12,4	3	28	7,9
	1	54	35,4	12,7	33	35,2	13,5
	2	93	44,02	14,2	106	39,9	14,6
	3	12	43,5	13,09	37	42,3	14,6
S4-S5	0	24	25,8	8,4	12	30,6	10,06
	1	37	39,7	15,1	22	41,8	13,9
	2	64	43,09	14,5	64	36,9	13,4
	3	49	41,7	13,7	81	41,9	15,2

Ort. Yaş: Ortalama yaş, S.D.: Standart sapma

İkinci gözlemcinin değerlendirme sonuçları:

5 yıl deneyimli iki numaralı gözlemcinin analizine göre hastaların yaş ve cinsiyete göre sakral füzyon evre yüzdeleri Tablo V'de gösterilmiştir.

S1-S2 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 0, evre 1 ve evre 2 olarak belirlendi. Yalnızca 55-59 yaş erkek olgularda ve 25-29, 45-49, 50-54 yaş kadın olgularda S1-S2'de en sık izlenen füzyon derecesi evre 1 iken, diğer tüm yaş gruplarında her iki cinsiyet için en sık izlenen füzyon derecesi evre 0 idi. Her iki cinsiyette de evre 3 füzyon izlenmedi (Tablo V).

S2-S3 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 1, evre 2, evre 0 ve evre 3 olarak belirlendi. Evre 3 füzyon, erkeklerde yalnızca 30-34 yaş arası olgularda; kadınlarda 30-34, 35-39, 45-49 yaş olgularda izlendi (Tablo V).

S3-S4 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 2, evre 1, evre 3 ve evre 0 olarak belirlendi. Evre 3 füzyon kadınlarda tüm yaş gruplarında izlenirken, erkeklerde 15-19, 20-24 ve 40-44 yaş aralıklarında saptanmadı (Tablo V).

Sakral Vertebralarda Füzyon Derecesi ve Yaş İlişkisi

S4-S5 düzeyinde en çok izlenen füzyon dereceleri sırası ile evre 3, evre 2, evre 1 ve evre 0 olarak belirlendi. Evre 0, erkek olgularda 45 yaş ve üzerinde, kadın olgularda ise 50 yaş üzerinde ve 40-44 yaş aralığında izlenmemektedir. (Tablo V).

Tablo V. İkinci gözlemcinin analizleri doğrultusunda, 5 yıllık yaş gruplamasında yaş ve cinsiyete göre sakral füzyon evre yüzdeleri

	Yaş	Erkek				Kadın					
		N	Evre (%)			N	Evre (%)				
			0	1	2		3	0	1	2	3
S1-S2	15-19	19	89,5	10,5	0,0	0,0	19	84,2	15,8	0,0	0,0
	20-24	15	93,3	6,7	0,0	0,0	16	68,8	31,3	0,0	0,0
	25-29	18	77,8	22,2	0,0	0,0	18	38,9	44,4	16,7	0,0
	30-34	18	72,2	11,1	16,7	0,0	18	83,3	11,1	5,6	0,0
	35-39	16	81,3	18,8	0,0	0,0	17	76,5	23,5	0,0	0,0
	40-44	16	87,5	12,5	0,0	0,0	18	66,7	33,3	0,0	0,0
	45-49	20	65,0	35,0	0,0	0,0	22	40,9	54,5	4,5	0,0
	50-54	16	87,5	12,5	0,0	0,0	16	37,5	62,5	0,0	0,0
	55-59	18	44,4	55,6	0,0	0,0	17	88,2	11,8	0,0	0,0
	60-64	18	66,7	27,8	5,6	0,0	18	55,6	44,4	0,0	0,0
S2-S3	15-19	19	42,1	36,8	21,1	0,0	19	10,5	68,4	21,1	0,0
	20-24	15	33,3	60,0	6,7	0,0	16	0,0	68,8	31,3	0,0
	25-29	18	22,2	55,6	22,2	0,0	18	0,0	55,6	44,4	0,0
	30-34	18	5,6	38,9	44,4	11,1	18	0,0	72,2	22,2	5,6
	35-39	16	18,8	50,0	31,3	0,0	17	0,0	58,8	35,3	5,9
	40-44	16	0,0	75,0	25,0	0,0	18	0,0	44,4	55,6	0,0
	45-49	20	5,0	50,0	45,0	0,0	22	4,5	40,9	45,5	9,1
	50-54	16	18,8	43,8	37,5	0,0	16	6,3	43,8	50,0	0,0
	55-59	18	0,0	44,4	55,6	0,0	17	0,0	58,8	41,2	0,0
	60-64	18	5,6	61,1	33,3	0,0	18	0,0	33,3	66,7	0,0
S3-S4	15-19	19	31,6	36,8	31,6	0,0	19	0,0	36,8	47,4	15,8
	20-24	15	26,7	40,0	33,3	0,0	16	6,3	6,3	81,3	6,3
	25-29	18	5,6	61,1	22,2	11,1	18	5,6	22,2	44,4	27,8
	30-34	18	0,0	27,8	50,0	22,2	18	0,0	0,0	88,9	11,1
	35-39	16	6,3	25,0	62,5	6,3	17	5,9	35,3	41,2	17,6
	40-44	16	6,3	37,5	56,3	0,0	18	0,0	22,2	61,1	16,7
	45-49	20	5,0	20,0	65,0	10,0	22	0,0	27,3	63,6	9,1
	50-54	16	0,0	43,8	50,0	6,3	16	0,0	25,0	56,3	18,8
	55-59	18	5,6	5,6	83,3	5,6	17	0,0	17,6	70,6	11,8
	60-64	18	0,0	11,1	77,8	11,1	18	0,0	5,6	66,7	27,8
S4-S5	15-19	19	31,6	15,8	36,8	15,8	19	5,3	21,1	26,3	47,4
	20-24	15	26,7	26,7	20,0	26,7	16	6,3	12,5	43,8	37,5
	25-29	18	27,8	38,9	22,2	11,1	18	22,2	11,1	33,3	33,3
	30-34	18	16,7	11,1	38,9	33,3	18	0,0	5,6	50,0	44,4
	35-39	16	18,8	25,0	31,3	25,0	17	17,6	35,3	35,3	11,8
	40-44	16	12,5	12,5	43,8	31,3	18	0,0	16,7	38,9	44,4
	45-49	20	0,0	15,0	55,0	30,0	22	9,1	9,1	31,8	50,0
	50-54	16	0,0	31,3	56,3	12,5	16	0,0	6,3	43,8	50,0
	55-59	18	0,0	16,7	38,9	44,4	17	0,0	29,4	11,8	58,8
	60-64	18	0,0	27,8	50,0	22,2	18	0,0	11,1	38,9	50,0

N: Olgu sayısı

Erkeklerde 25-29, 30-34, 35-39, 60-64 yaş aralığı; kadınlarda 25-29, 35-39 yaş aralığı haricinde her iki

cinsiyette ortalama sakral füzyon skorları azalan sıralamayla S4-S5, S3-S4, S2-S3, S1-S2 şeklindedir (Tablo VI). Kadın olgularda genel olarak aynı yaş grubundaki erkek olgulara göre daha ileri füzyon skorları saptanmıştır (Tablo VI). Erkek olgularda, yaş ile sakral füzyon skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,05$). Kadın olgularda ise yalnızca S2-S3 düzeyi için yaş ile sakral füzyon düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur ($p<0,05$). Ancak her iki cinsiyette de Spearman korelasyon katsayısı ile yapılan incelemede sakral vertebral füzyon dereceleri ile yaş arasında düşük derecede uyum mevcuttur (Tablo VI).

Tablo VI. İkinci gözlemcinin analizleri doğrultusunda, 5 yıllık yaş gruplamasında yaş ile her bir sakral intervertebral füzyon evre ortalamasının karşılaştırması

Yaş	Erkek				Kadın			
	S1-S2	S2-S3	S3-S4	S4-S5	S1-S2	S2-S3	S3-S4	S4-S5
15-19	0,10	0,78	1	1,36	0,15	1,10	1,78	2,15
20-24	0,06	0,73	1,06	1,46	0,31	1,31	1,87	2,12
25-29	0,22	1	1,38	1,16	0,77	1,44	1,94	1,77
30-34	0,44	1,61	1,94	1,88	0,22	1,33	2,11	2,38
35-39	0,18	1,12	1,68	1,62	0,23	1,47	1,70	1,41
40-44	0,12	1,25	1,50	1,93	0,33	1,55	1,94	2,27
45-49	0,35	1,4	1,8	2,15	0,63	1,59	1,81	2,22
50-54	0,12	1,18	1,62	1,81	0,62	1,43	1,93	2,43
55-59	0,5	1,55	1,88	2,27	0,11	1,41	1,94	2,29
60-64	0,38	1,27	2	1,94	0,44	1,66	2,22	2,38
r_s	0,208	0,263	0,361	0,247	0,090	0,213	0,087	0,122
p	0,006	<0,001	<0,001	0,001	0,233	0,04	0,246	0,104

r_s : Spearman korelasyon katsayısı değeri, $p<0,05$

Erkeklerde tüm düzeylerde en düşük yaş ortalamasına sahip füzyon evresi, evre 0 olarak belirlenmiştir. Kadınlarda ise S2-S3, S3-S4, S4-S5 düzeyleri için en düşük yaş ortalamasına sahip füzyon evresi evre 0, S1-S2 düzeyi için ise evre 2 olarak belirlenmiştir. Ancak kadınlarda S1-S2 düzeyinde evre 2 füzyon izlenen yalnızca 6 hasta bulunmaktadır. Erkeklerde S2-S3, S3-S4, S4-S5 düzeyleri için en yüksek yaş ortalamasına sahip füzyon evresi, evre 2'dir. Kadınlarda ise S2-S3 düzeyi için en yüksek yaş ortalamasına sahip füzyon evresi evre 2 iken S3-S4 ve S4-S5 düzeylerinde evre 3'tür (Tablo VII).

İki gözlemci arasındaki uyumun değerlendirilmesi:

Çalışmamızda, iki gözlemci arasındaki evre değerlendirmeleri arasında yüksek derece uyumluluk saptanmıştır ($\kappa>0,81$, $p<0,03$). En yüksek uyumluluk S4-S5 seviyesindeki füzyonun evrenlenmesinde görülmüştür ($\kappa=0,874$; $p=0,018$) (Tablo VIII).

Tablo VII. İkinci gözlemcinin analizleri doğrultusunda, evrelere göre her iki cinsiyette ortalama yaş ve standart sapma değerleri

	Evre	Erkek			Kadın		
		N	Ort. Yaş	S.D.	N	Ort. Yaş	S.D.
S1-S2	0	132	37,8	14,6	122	37,6	14,7
	1	38	45,6	13,6	51	44,5	13,02
	2	4	40,5	15,6	6	31,1	7,5
	3	0	-	-	0	-	-
S2-S3	0	26	29	14,03	7	28,7	15,05
	1	89	40,3	14,5	80	35,6	13,7
	2	57	43,6	13,4	88	43,6	14,1
	3	2	33	0	4	39,2	7,4
S3-S4	0	15	25,9	12,8	3	28	7,9
	1	53	34,7	13,3	33	35,2	13,5
	2	93	44,2	13,9	109	39,9	14,6
	3	13	42,3	13,2	37	42,3	14,6
S4-S5	0	23	26,3	8,7	11	31,9	9,5
	1	38	39,6	15,2	28	38,8	15,05
	2	69	42,6	14,2	63	38,5	13,9
	3	44	41,7	15,05	77	41,2	15,05

Ort. Yaş: Ortalama yaş, S.D.: Standart sapma

Tablo VIII. İki gözlemci arasındaki uyumun istatistiksel analizi

	S1-S2	S2-S3	S3-S4	S4-S5
κ	0,866	0,835	0,851	0,874
p	0,029	0,025	0,024	0,018

κ : ağırlıklandırılmış Kappa katsayısı, $p < 0,05$

Tartışma ve Sonuç

Literatürde sakral vertebra korpus füzyonlarının evrelendirilmesi ile ilgili radyolojik görüntüleme yöntemleri ile yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Günümüze kadar bu konuda yapılan çalışmalar kadavralardan elde edilen sakrumların morfolojik olarak incelenip, sakral vertebra füzyonlarının evrelendirilmesi yöntemiyle yapılmıştır. Bu araştırmaların en çok bilinenleri, Belcastro ve ark.'nın⁵ 2008 yılında, Rios ve ark.'nın⁶ 2008 yılında yaptıkları çalışmalarıdır.

Sakral vertebra korpus füzyonları konusunda en kapsamlı araştırma 2008 yılında Belcastro ve ark.⁵ tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada gözlemciler, biri İtalya'da Sassari topluluğuna ait, diğeri de Portekiz'de Coimbra topluluğuna ait olan iki antropoloji müzesinden elde ettikleri, yaşları 7-98 arasında değişen toplam 908 kadavra sakrumunu ön yüzlerine bakarak morfolojik olarak inceleyip intervertebral füzyon derecelerini evrelemişlerdir. Her bir sakral vertebra arası kullandıkları evreleme sistemi; vertebralar arasında tam açıklık olan, füzyonun başlamadığı olgular (evre 0), %50'den az füzyon olan olgular (evre 1), %50'den fazla füzyon olan olgular (evre 2), vertebralar arasındaki mesafenin tamamen kapandığı olgular (evre 3)

olup, bizim de çalışmamızda kullandığımız evreleme sistemidir. Belcastro ve ark.⁵ çalışmalarının sonunda, <34 yaş bireylerin belirlenmesinde, geliştirdikleri sakral vertebra füzyon evrelemesinin anlamlı olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca herhangi bir seviyede evre 0 yada evre 1 füzyon derecesinin büyük ölçüde 20-34 yaş arası olguları tanımlayabileceğini göstermişlerdir⁵.

Rios ve ark.⁶ da 2008 yılında yapmış oldukları çalışmada Lizbon Ulusal Tarih Müzesi'nden elde ettikleri 242 kadavra sakrumunun ön yüzlerine bakarak vertebralar arasındaki füzyonu evrelemişlerdir. Belcastro ve ark.'nın⁵ kullandığı sistemden farklı bir evreleme sistemi kullanmışlardır. Bu sisteme göre füzyon derecesini; vertebralar arasında tam açıklık olan, füzyonun başlamadığı olgular (evre 0), 1/3'den az füzyon olan olgular (evre 1), yaklaşık 1/2 füzyon olan olgular (evre 2), 2/3'den fazla füzyon olan olgular (evre 3) ve vertebralar arasındaki mesafenin tamamen kapandığı olgular (evre 4) olarak sınıflamışlardır. Rios ve ark.'nın çalışmalarının sonucunda, yaş-sakral füzyon ilişkisinde de bulguları, Belcastro ve ark.'nın bulguları ile paraleldir. Rios ve ark. da özellikle S1-S2 düzeyinde evre 0 füzyonu genç erişkin yaş grubu (20-34 yaş) ile ilişkilendirmişlerdir^{5,6}.

Rios ve ark.'nın⁶ kullandıkları yöntemle kıyasla Belcastro ve ark.'nın⁵ kullandıkları yöntemin daha objektif ve kolay kullanılabilir bir yöntem olduğunu düşünüyoruz. Bu nedenle, çalışmamızda sakral vertebra korpusları arası füzyon derecesini evrelerken Belcastro ve ark.'nın⁵ 2008 yılında yapmış oldukları çalışmada kullandıkları yöntemi kullandık. Belcastro ve ark. toplam 904 kadavra iskeletinden topladıkları sakral kemikleri, ön yüzlerine bakarak intervertebral füzyon evresini belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda kullanılan evreleme yöntemi ise onlardan farklı olarak sakral vertebra korpus füzyon evrelemesi sagittal planda BT görüntüleri incelenerek yapılmıştır.

Çalışmamızda, iki gözlemci arasındaki evre değerlendirmeleri arasında yüksek derece uyumluluk saptanmıştır ($\kappa > 0,81$, $p < 0,03$). Daha deneyimli olan gözlemcinin sonuçları çalışmanın nihai verileri olarak kabul edildi.

Çalışmamızda sakral vertebra füzyon evrelerinin S1-S2 düzeyinden S4-S5 düzeyine gidildikçe arttığı sonucuna ulaştık ($p < 0,05$). Erkek olgularda tüm sakral seviyelerde, yaş ile sakral füzyon skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). Kadın olgularda ise S2-S3 ve S3-S4 düzeyleri için yaş ile sakral füzyon düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur ($p < 0,05$). Ancak her iki cinsiyette de Spearman korelasyon katsayısı ile yapılan incelemede sakral vertebra füzyon dereceleri le yaş arasında düşük derecede uyum mevcuttur (Tablo III, VI).

Yaş-sakral füzyon evre ilişkisi açısından bulgularımız Belcastro ve ark.⁵ ile Rios ve ark.'nın⁶ yapmış oldukları

Sakral Vertebralarda Füzyon Derecesi ve Yaş İlişkisi

rı çalışmalara ait bulgular ile kısmen uyumludur. Bunun sebebi, onların çalışmalardaki metod ile bizim çalışmamızdaki metodun farklı olmasından kaynaklandığını düşünüyoruz. Onlar çalışmalarında kadavra iskeletlerine ait sakrumu ön yüzlerine bakarak evlendirmişlerdir, biz ise onlardan farklı olarak sagittal BT görüntülerde sakral vertebra korpuslarının santral kesimlerindeki füzyona bakarak evlendirme yaptık.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. En belirgin kısıtlılık, sakral vertebra korpus füzyonları evlendirmesi ile yaş tayini yapılmasını amaçlayan çalışmamızın, bu amaca göre az miktarda sayılabilecek hasta sayısı ile yapılmasıdır. Bir diğer kısıtlılık; kemik gelişimi, endokrin ve kemik metabolizma hastalıklarının yanında beslenme ve sosyoekonomik durum gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Örneğin kronik malnutrisyon kemik gelişimini 2-3 yıl geciktirebilmektedir⁸⁻¹⁰. Herbir olgunun soyoekonomik durumu ve yaşam boyu edindiği beslenme alışkanlıkları ile ilgili ayrıntılı bilgi sahibi olmak mümkün değildir. Bu nedenle, çalışmamızda bu konu ile ilgili bir ayrıma gidilememiştir.

Yaş tayininde, 18 yaş bitimine kadar kullanılan tekniklerin hata payları oldukça düşüktür, 18 yaş sonrasında kullanılan teknikler ise oldukça geniş tahmin aralıkları ile sonuç vermektedir^{7,10,11}. Son dönemde yapılan çalışmalarda sakral vertebral korpus füzyonlarına bakılarak özellikle 18 yaş üstü bireylerde yaş tayini yapılması amaçlanmıştır^{5,6,12}. Çalışmamız da bu konuda literatüre katkı sağlamaktadır.

Çalışmamızda erkek olgularda tüm sakral seviyelerde, kadın olgularda ise S2-S3 ve S3-S4 düzeylerinde yaş ile sakral füzyon skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olması ($p<0,05$), tanımladığımız teknik açısından umut vericidir ancak her iki cinsiyette de Spearman korelasyon katsayısı ile yapılan incelemede sakral vertebral füzyon dereceleri ile yaş arasında düşük derecede uyum olması, bu tekniğin pratikte yaş tayininde uygulanabilirliğinin önünde engel oluşturmaktadır. Bu konuda objektif bir değerlendirmenin yapılabilmesi için daha fazla olgu sayısı ile yeni araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Onaylayan Kurul: Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Onay Tarihi: 22.03.2016
Karar no: 2016-5/25

Araştırmacı Katkı Beyanı: Fikir ve tasarım: G.G., E.T.; Veri toplama ve işleme: E.T., Analiz ve verilerin yorumlanması: G.G., E.T.; Makalenin önemli bölümlerinin yazılması: E.T.

Kaynaklar

1. Çöloğlu AS. Adli olaylarda kimlik belirlenmesi. In: Soysal Z, Çakalır C (eds). Adli Tıp Cilt 1. 1.basım. İstanbul: Cerrahpaşa Tıp Fakültesi yayınları; 1989. 73-93.
2. Krogman WM, İşcan MY. The human skeleton in forensic medicine. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1986.
3. Gök Ş, Erölçer N, Özen C. Adli Tıpta Yaş Tayini. 2. Baskı. İstanbul: Adli Tıp Kurumu Yayınları; 1985.
4. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. California: Stanford University Press; 1959.
5. Belcastro MG, Rastelli E, Mariotti V. Variation of the degree of sacral vertebral body fusion in adulthood in two European modern skeletal collections. Am J Phys Anthropol 2008; 135: 149-60.
6. Rios L, Weisensee K, Rissech C. Sacral fusion as an aid in age estimation. Forensic Sci Int 2008; 180: 111.
7. Schmelting A, Reisinger W, Loreck D, et al. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. Int J Legal Med 2000; 113: 253-8.
8. Hadjidakis DJ, Androulakis II. Bone remodeling. Ann N Y Acad Sci. 2006; 1092: 385-96.
9. Çakur B, Sümbüllü MA, Dağıstan S, Durna D. The importance of cone beam CT in the radiological detection of osteomalacia. Dentomaxillofac Radiol 2012; 41: 84-8.
10. Svedborn A, Hernlund E, Ivergard M et al. Osteoporosis in the European Union: a compendium of country-specific reports. Arch Osteoporos 2013; 8: 137.
11. Kellinghaus M, Schulz R, Vieth V, et al. Forensic age estimation in living subjects based on the ossification status of the medial clavicular epiphysis as revealed by thin-slice multidetector computed tomography. Int J Legal Med 2010; 124: 149-54.
12. Cardoso HF, Pereira V, Rios L. Chronology of fusion of the primary and secondary ossification centers in the human sacrum and age estimation in child and adolescent skeletons. Am J Phys Anthropol 2014; 153: 214-25

