

Yaş tespitinde kullanılan yöntemler

Methods for age estimation

D. Sümeyra Demirkıran, Adnan Çelikel, Cem Zeren, M. Mustafa Arslan

ÖZET

Yaş tespiti kavramı hem medeni kanunun hem de suçlu davranışlarının düzenlenmesinde önemli yer tutmaktadır. Adli tıpta yaş tayini hem isteğe bağlı olarak hem de mahkeme talebi üzerine yaygın biçimde uygulanmaktadır. Bu çalışmada, yaş tespitinde kullanılan yöntemlerin derlenmesi ve karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik önerilerde bulunulması amaçlanmıştır.

Radyolojik yöntemde kemiklerin epifiz hatları ve dişlerin görünümünden faydalanılmaktadır. Kemik grafilerinin karşılaştırılarak yaş tahmininde bulunmak amacıyla Greulich-Pyle Atlası (GPA), Tanner-Whitehouse Atlası (TWA) ve Adli Tıpta Yaş Tayini (ATYT) kitabı kullanılmaktadır. Adli tıpta kullanılan ATYT kitabı ile yapılan yaş tahminleri özellikle ergenlik döneminde kemik yaşı kronolojik yaşın yaklaşık 2 yıl önünde olduğu görülmüştür. Dişten yaş tespiti için Demirjian metodu kullanılmıştır. Ancak zamanla bu metot modifiye edilerek farklı yöntemler geliştirilmiş olmasına rağmen kesinlik ifade eden bir metot bulunamamıştır. Histopatolojik olarak kemik iliği sellülaritesi ve dermis hücreleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu yöntemle de elde edilen sonuçlar kronolojik yaş ile bir korelasyon tespit edilememiştir.

Mevcut yöntemler ile yaş tahmini yapılması özellikle ergenlik dönemi olgularında önemli hukuki ve etik sorunları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle ülkemizde yapılan çalışmaların derlenerek toplumumuzun kemik yaşına uyumlu atlasların oluşturulması gerekmektedir. Diğer bir önerimiz, ergenlik döneminde yaş büyütme isteyen kadın olguların davalarına özenle yaklaşılmalı, doğum ve nüfus kayıtlarına önem verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yaş tespiti yöntemleri, adli tıp, radyoloji

ABSTRACT

Concept of age estimation plays an important role on both civil law and regulation of criminal behaviors. In forensic medicine, age estimation is practiced for individual requests as well for request of the court. In this study it is aimed to compile the methods of age estimation and to make recommendations for the solution of the problems encountered.

In radiological method the epiphyseal lines of the bones and views of the teeth are used. In order to estimate the age by comparing bone radiographs; Greulich-Pyle Atlas (GPA), Tanner-Whitehouse Atlas (TWA) and "Adli Tıpta Yaş Tayini (ATYT)" books are used. Bone age is found to be 2 years older averagely than chronologic age, especially in puberty, according to the forensic age estimations described in the ATYT book. For the age estimation with teeth, Demirjian method is used. In time different methods are developed by modifying Demirjian method. However no accurate method was found. Histopathological studies are done on bone marrow cellularity and dermis cells. No correlation was found between histopathological findings and choronologic age.

Important ethical and legal issues are brought with current age estimation methods especially in teenage period. Therefore it is required to prepare atlases of bone age compatible with our society by collecting the findings of the studies in Turkey. Another recommendation could be to pay attention to the courts of age raising trials of teenage women and give special emphasis on birth and population records

Key words: Age estimation methods, forensic medicine, radiology

GİRİŞ

Yaş tespiti antropolojide, adli tıpta, pediatri ve ortopedide gerek duyulan bir incelemedir. Özellikle adli tıp uygulamaların önemli konularından biri kimliği bilinmeyen ve yaşı ile ilgili şüphe duyulan olgular hakkında yaş tespitinin istenmesidir [1]. Ülkemizde kişilerin nüfus kayıtlarının düzenli tutulmaması, özellikle kırsal kesimlerde yaşayan halkın bu konularda yeterli bilgisinin olmaması ve gerekli özenin gösterilmemesinden dolayı kişilerin gerçek yaşı ile ilgili sorunlar oluşabilmektedir. Türk Ceza Kanunu ile Türk Medeni Kanunu yönünden kişilerin cezai ve hukuki ehliyeteye sahip olmaları önem taşımaktadır. Yaşa göre cezai sorumluluk, evlilik, askere alınma, işe başlama durumlarında yaş tespiti istenebilmektedir [2].

Yöntem olarak boy, ağırlık, puberte belirtileri, ruhsal ve mental gelişim, dişlerin ve kemiklerin gelişimi dikkate alınmaktadır. Kemiklerin epifiz ve metafiz gelişim süreleri, füzyonun ve kaynaşmanın tamamlanması dönemlere göre değişiklik göstermektedir. Bu parametreler dikkate alınarak 22 yaşa kadar olan olgularda yaklaşık bir tespit yapılabilmektedir. Ancak ileri yaşlar için özellikle 25-40 yaş arası olgularda yaş tespitinin yapılması zordur [3].

Radyolojik Yöntem

Yaş tespitinde en sık kullanılan yöntemdir. Kemiklerin epifiz hatlarının kapanma derecelerine göre yaş tahmini yapılmaktadır [2]. Kemiklerin bir veya her iki ucunda bulunan ve diafizden ayrı olarak kemikleşen bölgelere epifiz denir. Tibia, radius, ulna gibi büyük boyutlu uzun kemiklerde her iki uçta epifiz hattı varken, metakarp, metatars, falanx gibi küçük boyutlu uzun kemiklerde ise bir tane epifiz hattı vardır. Kemiklerin diafizlerinde bir tane kemikleşme merkezi, epifizlerinde birden çok kemikleşme merkezi olabilmektedir [4,5]. Kemiklerin gelişim derecesi kemik yaşı olarak ifade edilir ve değerlendirme normal olgular ile kıyaslama yoluyla yapılır. Kemik olgunlaşması normal olan bir olguda kemik yaşı kronolojik yaşa eşittir [6,7].

Günümüzde yaş tespiti istenen olguların kemik grafiplerinin karşılaştırılarak yaş tahmininde bulunmak amacıyla Greulich-Pyle Atlası (GPA), Tanner-Whitehouse Atlası (TWA) ve Adli Tıpta Yaş Tayini (ATYT) kitabı kullanılmaktadır. GP yönteminde, cinsiyete ve yaşa göre standart örnekler bulunmaktadır. Olguya ait çekilen radyogramlar atlastaki

mevcut örneklerden en uygun olanı ile eşleştirilir. Uygun bulunan örneğin ait olduğu yaş olgunun kemik yaşı olarak kabul edilir [1,3]. TW yönteminde ise, el ve el bilek kemiklerinin distal uçlarındaki kemikleşme evrelendirilmesi cinsiyete göre ayrı skorlanmıştır. Skorlama RUS (radius, ulna, short bone) ve Karpal (Carpal kemikler) olmak üzere iki şekilde değerlendirilmiştir. Burada olguya ait grafiplerden tüm kemiklerin evreleri ve skorları atlas yardımıyla cinsiyetler için ayrı belirlenir. Elde edilen skorlar hazırlanmış olan tablolarda uygun olan yaş ile eşleştirilerek olgunun yaşı saptanır [1,3]. Bu iki atlasın bazı yönlerden birbirine üstünlükleri olmasına karşın, kullanım kolaylığı açısından en çok tercih edilenin GPA olduğu bildirilmiştir [1,4]. Ancak son araştırmalar günümüz çocuklarının büyüme temposunun arttığını ve olgunlaşmanın daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum incelenen olgularda kemik gelişiminin GP standartlarına göre daha ileri değerlendirilmesine neden olmaktadır [5].

Ülkemizde ise özellikle yaş tespiti ile ilgili sık raporların düzenlendiği Adli Tıp Kurumu'nda ATY T kitabı kullanılmaktadır. Bu kitapta bir ile 50 yaş arasındaki olguların yaş tespitinde kullanılacak özellikleri derlenmiştir. İlgili yaş için uygun olan boy, kilo, diş sayısı ve radyolojik görüntüler verilerek yaş tespiti istenen olgunun bulguları karşılaştırılarak rapor tanzim edilir [8]. Ülkemizde yapılan bir araştırmada 12-19 yaş arasında yer alan 149 olgunun kronolojik yaş ile kemik yaşları karşılaştırılmıştır. GP yöntemi ile tahmin edilen yaş gerçek yaştan büyük bulunmuştur. Erkeklerde 1.08 ay, kadınlarda 2.04 ay fark bulunması istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, dolayısıyla toplumda kemik yaşı tespiti için GP uygun bir yöntem olduğu vurgulanmıştır. TW yönteminin ise erkekler için uygun, kadınlarda ise yaklaşık 7,5 aylık bir farktan dolayı dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir. ATYT kitabı ile gerçek yaş arasında erkeklerde 1.21 yıl, kızlarda 2.17 yıl gibi çok önemli farklılık olduğu görülmüştür. Bu sonuç istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı kabul edilmiştir [5]. Başka bir çalışmada ise GP ve TW yöntemlerinin Türk toplumu ile uyumadığı bildirilmiştir [3].

Kemik yaşı ile ilgili yapılan başka bir tez çalışmasında; GP yöntemiyle tespit edilen yaş kız erkek ayrımı yapılmadan gerçek yaşla karşılaştırılmış ve güçlü uyumluluk görülmüşken, olgularda cinsiyet ayrımı yapıldığında uyumluluğun erkeklerde de-

vam ettiği ancak kızlardaki uyumun erkeklerdeki kadar güçlü olmadığı belirlenmiştir. TW yöntemiyle gerçek yaşın GP yöntemi kadar yüksek olmamakla birlikte uyumlu olduğunu, uyumluluğun erkeklerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir [4]. El bileği grafilerinin GP Atlası ve ATYT kitabı ile karşılaştırıldığı bir çalışmada 0-15 yaş arası grafilerde önemli bir farklılık gözlenmediği, buna karşın gerçek yaşı 16 olan 9 olgunun %44,4'ünün kemik yaşı 17, %55,6'sının kemik yaşı 19 olarak değerlendirilmiştir. Kronolojik yaşı 17 olan 9 olgunun, 18 olan 19 olgunun ve 19 olan 23 olgunun %100'ünün el bileği grafilerine göre kemik yaşının 19 ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. 0-15 yaş arasında el bileği grafilerinin Greulich-Pyle Atlası ile tam bir uyumluluk gösterdiği, 16 yaşından itibaren el bileği epifizlerinin hızla kapanarak erişkin görünümünü aldığı bildirilmiştir. 16 yaşındaki olguların %55,6'sının kemik yaşının 19 olarak değerlendirildiği dikkat çekici bulunmuştur [1]. Başka bir çalışmada 0-4 yaş arası omuz grafileri incelenen 115 olgunun ATYT kitabı ile uyumlu olduğu ancak 16 yaşından itibaren humerus üst epifizindeki kapanmanın daha hızlı olduğu saptanmıştır [1].

Erzurum bölgesinde yapılan bir tez çalışmasında; 45 kız ve 45 erkek olgunun kemik yaşı tespitinde GPA yöntemi kullanılmıştır. Olguların kronolojik yaşı kemik yaşından erkeklerde ortalama 1,39, kızlarda 0,8 yıl ileride olduğu saptanmıştır. Bu farklılık anlamlı bulunmuştur ve bu durumun nedeni bölgedeki beslenme yetersizliği ile ilgili olduğu kanaatine varılmıştır [9]. Özer'in çalışmasında, 7-12 yaşlarında 125 erkek ve 125 kız olgunun kemik yaşını belirlemek amacıyla GPA yöntemini kullanılmıştır. Olguların kronolojik yaşı kemik yaşından erkeklerde ortalama 1.58 yıl, kızlarda ortalama 1 yıl ileri bulunmuştur. Erkek ve kızlarda her iki yaş için güçlü uyum saptadığını bildirmiştir [10]. 2002 yılında yapılan bir çalışmada gerçek yaş GP ve TWA yöntemleri ile karşılaştırılmış, sonuçta gerçek yaşın GPA yönteminden erkeklerde ortalama 0,1 yıl, kızlarda 0.15 yıl, TWA yaşının gerçek yaştan erkeklerde ortalama 0.03 yıl, kızlarda 0.56 yıl ileri olduğu bulunmuştur [4].

Literatür derlemesi

Avrupa ve Afrika kökenli 0-19 yaş grubu çocukların el bileği grafilerinin incelenmesinde, Afrika kökenli çocukların %10'unun yaşının GP standartlarından

2 standart deviasyon daha yüksek, Avrupa kökenli çocukların %8'inin ise 2 standart deviasyon daha düşük olduğu belirlenmiş, kemik yaşı tayininde en büyük faktörün ırk ve cinsiyet olduğu sonucuna varılmıştır [11]. İngiltere'de her iki metodu karşılaştıran bir çalışma yapılmıştır, 2-18 yaş arası olguların el bileği grafilerinin incelenmesi sonucunda GP metoduna göre ortalama 0,14, TWA yöntemine göre 0,01 yıllık bir sapma olduğu görülmüş ve İngiliz toplumu için TWA standartının geçerliliğinin daha fazla olduğu belirtilmiştir [12]. TW standartları esas alınarak yapılan bir çalışmada, 7-17 yaş arası Çinli çocukların el bilek kemik gelişimlerinin İngiliz çocuklarına göre 6 ay ileri olduğu görülmüştür [13]. Kemik gelişiminin cinsiyetlere göre hızını araştıran bir çalışmada, GP metoduna göre erkek çocukların tamamında tüm epifiz kapanma derecelerinde gerilik olduğu saptanırken, kız çocuklarının sadece karpal kemiklerinde gerilik tespit edilmiştir [14].

Yaş tespiti ile ilgili olarak vücudun farklı kemiklerin füzyonlarına, kemikleşme derecelerine ve zamanla aldıkları görünümüne göre çok sayıda çalışmalar mevcut olduğu görüldü. Ancak tüm çalışmalarda kesinlik veren bir bulgu saptanmamıştır [15-23].

Dişlerden yaş tahmini

Yaş tespiti ile ilgili adli tıp çalışmalarında odontolojik veriler önemlidir. Gustafon, dişeti çekilmesi, dentin, sement, kök rezorbsiyonu ve kök şeffaflığının yaş ile meydana gelen değişikliklerini baz alarak bir regresyon formülü geliştirmiştir. Birçok yazar tarafından kullanılan bu metod zamanla modifiye edilerek farklı yöntemler geliştirilmiştir [24]. Bu çalışmaların bazılarında sadece kök şeffaflığının veya kök şeffaflığı ile sekonder dentin yüksekliğinin yaş ile ilişkisine bakılmış ve bir regresyon analizi geliştirmişlerdir [25]. Tek köklü dişlerde kök şeffaflığı ve dişeti çekilmesinden yararlanılarak yaş tayini yapılmaya çalışılmış ve ± 8.4 hata ile yaşı saptayabilmişlerdir [26]. Bir çalışmada 25-74 yaş arası kişilerin dentin yapısındaki farklılığa bakılarak yaş ile korelasyonu araştırmışlardır. Dentin içindeki kalsiyum fosfat kürelerinin füzyonu ile yaş arasında bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir [27]. Tüm bu çalışmalarda kronolojik yaş ile tam bir uyum sağlanmamıştır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada, tek köklü dişlerin kök şeffaflığı alanı ve kök uzunlukları ölçülmüştür. Uzunluk ölçümlerinin

de tüm dişler için ± 4.9 , alan ölçümlerinde ± 5.5 yıl hata ile yaş tespiti yapılabildiğini göstermişlerdir [28]. Adli odontolojide yaş tespiti ile ilgili yapılan bir derlemede, değişkenlik fazla olduğundan daha güvenilir bir yaş tahmini için ulaşılabilir tüm tekniklerden birkaçının kullanılması gerektiğini bildirmiştir [29]. Radyolojik yöntem dışında dişte biriken metaller ile ilgili çalışmalar da yapılmıştır. Dentin tübülleri arasındaki bakırın birikimi çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir. Yapılan çalışmalarda dişte metal yada ağır metal birikiminin yaş ilerlemesi ile her yıl artış gösterdiği doğrulanmıştır [30-33].

A. Demirjian ve ark. tarafından Kanada'da yaşayan Fransız kökenli insanlar üzerinde 1973 yılında geliştirilen ve daha sonra 1976 yılında modifiye edilen bir yöntem bulunmaktadır. Bu metoda göre sol mandibulanın ilk 7 dişini içine alan panoramik radyogramlar incelenerek her bir diş için kalsifikasyon durumlarına, kök ve apex açıklıklarının kapanmasını gösteren bir maturite skalası kullanılmaktadır. Dünyanın birçok ülkesinde bu yöntemle alakalı birçok çalışma yapılmıştır. Ancak yöntemi uygulayanların deneyimi ve aynı ülkenin farklı bölgelerinde bile farklı sonuçlar alınması bu yöntemin yaş tayinindeki etkinliği hakkında soru işaretleri oluşturmaktadır [34-39].

Histopatolojik çalışmalar

Kemik iliği hücrelerin gelişimi baz alınarak yaş ile geçirdikleri değişimler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Kemik iliğinde öncelikle hematopoietik hücrelerin oranı yüksek iken zamanla yaş ilerledikçe yağ dokusunun oranı artmaktadır [40]. Kemik iliği sellülaritesinin yaş ile değişimi üzerine yapılan bir çalışmada; ilk dekatta sellülarite oranı yüksek izlendiği, altıncı dekada kadar düşüş gösterdiği bildirilmiştir. Ancak aynı dekatta bulunan farklı kişiler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Hatta aynı kişinin farklı kemiklerinde bile sellülarite oranında farklılık gözlemlendiği bildirilmiştir [41]. Diğer bir çalışmada AgNOR yöntemi ile insan epidermis hücrelerinin proliferatif aktivitesine bakılmıştır. Belirli aralıklar ile oluşturulan yaş grupları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Ancak sağlıklı veri elde etmek için geniş serilere ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir [42].

SONUÇ

Türkiye'de kemik gelişimi dikkate alınarak yaş tespiti yaygın kullanılan bir işlemdir. Ancak bu konuda yapılan tezler ve literatür taramasında kronolojik yaş ile kemik yaşı uyumluluğunda kesinlik ifade eden bir yöntem yoktur. Kullanılan yöntemlerin tamamında farklı yaşlarda, cinsiyete, ırka ve coğrafik bölgelere göre kemik yaşı kronolojik yaşın ya önünde ya da gerisinde olduğu görüldü. Böyle bir gerçek varken, özellikle 18 yaş altı bireylerin medeni ve ceza kanunu karşısındaki sorumlulukların düzenlenmesinde kemik yaşı tespitinin istenmesi önemli etik sorunlar oluşturmaktadır. Yapılan bir tez çalışmasında [3], davaların %75.1'i ceza, %23.3'ü hukuk mahkemelerinde gönderildiği saptanmıştır. Olguların %56,8'i mağdur, %15.3'ü sanık olduğu görülmüştür. Olay nedenine bakıldığında %56,7'sinin cinsel saldırı eylemi kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada, yaşını büyütme isteyen olguların tamamına yakını ergenlik döneminde oldukları tespit edilmiştir. Özellikle kadın olguların çoğunlukla 14-16 yaş arasında oldukları ve iddia ettikleri yaş ise 16-19 olduğu görülmüştür. Cinsel saldırı mağduru olan 27 kadın olgunun 10'unda yaş büyütülerek davanın düştüğü görülmüştür [2]. Hukukun uygulanmasına çalışılırken yarar ve zarar dengesine dikkat edilmelidir [43]. Henüz gelişimini tamamlamamış bireylere taşıyamayacakları sorumluluklar yüklenirken yararlılık ve zarar vermeme ilkesi ihmal edilmiş olacaktır. Farkına varılmadan yapılan etik ihlal beraberinde hukuki sorunları getirecektir.

Sonuç olarak; özellikle ergenlik döneminde yaş tespiti isteyen olgulara özen gösterilmelidir. Yaşamın erken döneminde yaş ile ilgili dava açmayan olguların ergenlik döneminde yaş büyütme istemeleri dikkat çekicidir. Doğum ile ilgili resmi evrak, nüfus kayıt örneği, kardeşlerin yaşları kemik yaşının tespitinden daha değerli olacaktır. Diğer bir önerimiz, kemik yaşını etkileyen coğrafik şartlar, genetik, beslenme alışkanlığı, hastalıklar gibi faktörler dikkate alınarak ülkemizde yapılan çalışmaların derlenmesi ve toplumumuzun kemik yaşını yansıtan atlasların oluşturulmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Yarımoğlu HB. Yaş tayini uygulamalarında epifiz plağı kapanma derecelerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi. 2005.
2. Arslan MM, Çekin N, Akçan R, Saylak E. Hatay Ağır Ceza ve Asliye Hukuk Mahkemelerine yansıyan yaş tespiti davalarının incelenmesi. Adli Tıp Derg 2008;22(2):8-13.
3. Yılmaz Ö. Adli Tıp Kurumu'nda yaş tayininde kullanılan yöntemin verimlilik açısından değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2006.
4. Üzel M. Kemik yaşı belirlenmesi, Sosyoekonomik faktörler ve beslenme ilişkilerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2002.
5. Üzel M. Türk popülasyonunda puberte dönemi kemik gelişimi ve yaş tayini üzerine anatomik ve radyolojik araştırma. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 2002.
6. Neyzi O, Ertuğrul T. Pediatri. 2. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 1993.
7. Kaplan SA, Özer G. Pediatrik Endokrinoloji. 1. Baskı, Adana: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, 1982.
8. Gök Ş, Erölçer N, Özen C. Adli Tıpta yaş tayini. Adli Tıp Kurumu Yayınları, 1985.
9. Çelenk P. 4-12 yaş grubu çocuklarda diş yaşı, kemik yaşı ve kronolojik yaşı karşılaştırılmasına ilişkin bölgesel bir çalışma. Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Oral Diyagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı, Doktora Tezi, 1985.
10. Özer S. Diyarbakır yöresi çocuklarında kemik yaşı, diş yaşı, kronolojik yaş, boy ve çene yüz arasındaki ilişkilerin incelenmesi. Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Diyarbakır, 1996.
11. Mora S, Boechat MI, Pietka E, et al. Skeletal age determinations in children of european and african descent: Applicability of greulich and pyle standards. Pediatric Res 2001;50:624-628.
12. Bull RK, Edwarda PD, Kemp PM, et al. Bone age assessment: A large scale comparison of the Greulich-Pyle, and Tanner and Whitehouse (TW2) methods. Arch Dis Child 1999;81:172-173.
13. Zhen O, Baolin L. Skeletal maturity of the hand and wrist in chinese school children in harbin assessed by the TW2 method. Ann Hum Biol 1986;13:183-187.
14. Carpenter CT, Lester EL. Skeletal age determination in young children: analysis of three regions of the hand/wrist film. J Pediatr Orthop 1993;13:76-79.
15. Aktas EO, Koçak A, Aktas S, Yemişçigil A. Intercostal variation for age estimation are the standards for the right 4th rib applicable for other ribs? Coll Antropol 2004;28 Suppl 2:267-272.
16. Oettl AC, Steyn M. Age estimation from sternal ends of ribs by phase analysis in South African Blacks. J Forensic Sci 2000;45:1071-1079.
17. Russell KF, Simpson SW, Genovese J, et al. Independent test of the fourth rib aging technique. Am J Phys Anthropol 1993;92:53-62.
18. Yavuz MF, Işcan MY, Cöloğlu AS. Age assessment by rib phase analysis in Turks. Forensic Sci Int 1998;98:47-54.
19. Işcan YM. Progress in forensic anthropology: the 20th century. Forensic Sci Int 1998;98:1-8.
20. Rios L, Weisensee K, Rissech C. Sacral fusion as an aid in age estimation. Forensic Sci Int 2008;180:111.e1-7.
21. Franklin D. Forensic age estimation in human skeletal remains: Current concepts and future directions. Leg Med (Tokyo) 2010;12:1-7.
22. Kantarcı MN, Karaman B, Battal B, ve ark. Manubriomezosternal bileşke kemikleşme derecesine göre Türk toplumunda yaş tahmini. Türkiye Klinikleri J Foren Med 2012;9:1-6.
23. Karaman B, Battal B, Bozkurt Y, et al. Age determination in Turkish people based on the calcification degree of the first costal cartilage. Türkiye Klinikleri J Med Sci 2012;32:1361-1367.
24. Salariya AS. Age estimation by Gustafson's method and its modifications. J Indo-Pacific Acad Forensic Odontol 2010;1:12-19.
25. Metzger Z, Buchner A, Gorsky M. Gustafson's method for age determination from teeth- a modification for the use of dentists in identification teams. J Forensic Sci 1980;25:742-749
26. Lamendin H, Baccino E, Humbert JF, et al. Simple technique for age estimation in adult corpses: The two criteria dental method. J Forensic Sci 1992;37:1373-1379
27. Atsü SS, Gökdemir K, Kedicci PS. Human dentinal structure as an indicator of age. J Forensic Odontostomatol 1998;16:27-29.
28. Atsü SS, Aka S, Nergis İ. Dişlerin kök şeffaflığından yaş tespiti. Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2006;12:47-52.
29. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. J Forensic Odontostomatol 2001 Jun;19:9-17
30. AL-Qattan SI, Elfawal MA. Significance of teeth lead accumulation in age estimation. J Forensic Leg Med 2010;17: 325-328.
31. Hugh H, Stefan V, Harold E, Peter A. A link between copper and dental caries in human teeth identified by X-ray fluorescence elemental mapping. J Biol Inorg Chem 2008;13:303-306.
32. Moorres CFA, Flanning EA, Hunt FF. Age variation of formation stages for ten permanent teeth . J Dent Res 1963;42:1490-502.
33. Bedranek J. Methods of age at death estimation based on compact bone istomorphometry. Arch Med Sodawej Kryminol 2008 Oct-Dis;58(4):197-204.
34. Jayaraman J, Wong HM, King NM, Roberts GJ. The French-Canadian data set of Demirjian for dental age estimation: A systematic review and meta-analysis. J Forensic Leg Med 2013;20:3733-81.
35. Baghdadi ZD. Dental maturity in saudi children using the demirjian method: a comparative study and new prediction models. ISRN Dent 2013;2013:390314. doi: 10.1155/2013/390314. Epub 2013 Feb 26.
36. Almeida MS, Pontual Ados A, Beltrão RT, et al. The chronology of second molar development in Brazilians and its

- application to forensic age estimation. *Imaging Sci Dent* 2013 Mar;43:1-6.
37. Ifesanya JU, Adeyemi AT. Accuracy of age estimation using Demirjian method among Nigerian children. *Afr J Med Med Sci* 2012;41:297-300.
38. Malik P, Saha R, Agarwal A. Applicability of Demirjian's method of age assessment in a North Indian female population. *Eur J Paediatr Dent* 2012;13:133-135.
39. Nur B, Kusgoz A, Bayram M, Celikoglu M, Nur M, Kayipmaz S, Yildirim S. Validity of Demirjian and Nolla methods for dental age estimation for Northeastern Turkish children aged 5-16 years old. *Med Oral Patol Oral Cir Buccal* 2012;17:e871-877.
40. Kierszenbaum AL. Osteogenesis. In: *Histology and cell biology*. 2nd Edn. Printed in Canada. 2007:147-163.
41. Akyıldız EÜ, Akı H, Çelik S. Adli Otopsilerde kemik iliğinde yaşa bağlı sellülarite değişikliği. *Adli Tıp Bülteni* 2003;8:75-77.
42. Isır AB, Bakır K, Uçak R, Dülger HE. AgNOR yöntemi ile insan epidermisinden yaş tespiti. *Fırat Tıp Dergisi* 2004;9:75-78.
43. Rüstem Ertuğ Altınay. *Bones and Justice: Ethical dimensions of the use of skeletal age diagnosis for forensic purposes (Kemikler ve Adalet: Kemik Ölçümünden Yaş Tayininin Etik Boyutları)*. Master of Arts in Philosophy, Boğaziçi University, 2009.