

ADLI ANTROPOLOJİDE YAŞ TAHMİNİ METODLARI

Deren ÇEKER*

Gönderim/Received: 02 Nisan/April 2018

Kabul/Accepted: 09 Mayıs/May 2018

Öz

Adli antropoloji, insan kemiklerinden biyolojik profil oluşturulan bir bilim dalıdır. İnsan kemiklerinden biyolojik profil elde etme safhalarının en önemlilerinden biri, bireyin ölüm zamanındaki yaşını tespit etmektir. Antropologlar yaş belirlemek için erişkin olmayan ve erişkin bireylerde farklı yöntemler kullanmakta ve erişkin bireylerin cinsiyetine göre değişen çeşitli metotlar uygulamaktadırlar. Bu metotlar genel olarak dental, osteolojik, histolojik ve kompozit metotları içermektedir. Bu makalede, insan iskeletlerinin incelendiği vakalarda ölüm zamanındaki yaş tahmininde kullanılan geleneksel ve popüler metotlardan, bu metotların uygulanabilirliğinden ve bazı durumlarda karşılaşılan zorluklardan bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Adli antropoloji, yaş tahmini, ölüm zamanındaki yaş, iskelet yaşlandırma metotları

Age Estimation Methods in Forensic Anthropology

Abstract

Forensic anthropology is a branch of science that biological profiles can be established from human bones. One of the most important phases in establishing biological profile from human bones is to determine the age of the individuals at the time of death. Anthropologists use various methods to determine age in sub-adult and adult individuals, and apply various techniques according to the sex of adult individuals. The age estimation methods generally include dental, osteological, histological and composite methods. This article will discuss the utility and the

* Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Antropoloji Anabilim Dalı, Fizik Antropoloji Bilim Dalı Doktora Programı | derenceker@hotmail.com

challenges of traditional and popular methods and techniques used to estimate the age at death where human skeletons are examined.

Keywords: *Forensic anthropology, age estimation, age at death, skeletal aging methods*

Giriş

İnsan iskeletlerinden yaş belirleme metotları, bireylerin çocuk, genç veya erişkin olmalarına göre değişmekte, erişkin bireylerde ise cinsiyete göre farklılıklar göstermektedir. Çocuk veya erişkin fark etmeksizin, her kemiğe göre de farklı metotlar kullanmayı gerektirmektedir. Yaşlandırma metotları kullanılırken dikkat edilmesi gereken önemli nokta, bireylerin patolojik durumlarının olup olmadığıdır. Çünkü bazı patolojik durumlar bireylerin daha geç bir yaş aralığında yaşlandırılmalarına sebep olmaktadır (örn. Osteoporoz, osteoartrit vb.).

Her bireyin bir biyolojik bir de kronolojik yaşı vardır. Kronolojik yaş doğumumuzdan itibaren geçen yıl, ay ve günle alakalı iken, biyolojik yaş vücudumuzun fizyolojik durumunun kemiklerimize yansması ile ilgilidir (İşcan, 1989; Nawrocki, 2010; Garvin vd., 2012). Adli antropologlar, ölüm zamanındaki biyolojik yaşı belirleyebilmek amacıyla çeşitli deneyler ve çalışmalar yapmışlardır. Yaşı bilinen bireyler üzerinde yapılan bu çalışmalar sonucunda aynı yaşta olan insanların kemiklerinde görülen oluşumların popülasyondan popülasyona değiştiğini gözlemlemişler, hatta aynı popülasyon içerisinde bulunan aynı yaşta bulunan insanlar arasındaki morfolojik farklılıkları ortaya koymuşlardır. Bu farklılıkların ise bölgesel iklim, hava, su, yaşam koşulları, mesleki durumlar, beslenme, günlük aktivite ve daha birçok iç ve dış faktörlerden kaynaklandığını belirlemişlerdir (İşcan, 1989).

İnsan iskeletlerinden yaşlandırma metotları çocuk ve erişkin bireylere göre farklı yöntemler kullanmayı gerektirmektedir. Bu sebepten, adli antropolojide insan kemiklerinden yaş tahmini metotlarını, *sub-adult* (erişkin olmayan) ve *adult* (erişkin) iskeletlerde kullanılan teknikler şeklinde iki gruba ayırarak tartışmamız gerekir.

1. Erişkin Olmayan İskeletlerde Yaş Tahmini Metotları

İnsan iskeletlerinden yaş belirleme çalışmaları, genç bireylerde (*fetus, infant, juvenile*) yaş tahmini yapmanın erişkinlere göre daha kolay ve güvenilir olduğunu göstermiştir (Schour ve Massler; 1941; Jhonston, 1962; Moorrees vd., 1963a, 1963b; Fazekas ve Kosa, 1978; Ubelaker, 1978, 1989;

Hoffmann, 1979; Stewart, 1979; Crews, 1993; Zwaan, 1999; Scheuer ve Black, 2000; AlQhanti, 2009; Aka vd., 2015). Bunun sebebi, fetus safhasından başlayarak erişkinlik safhasına kadar geçen sürede meydana gelen dental ve osteolojik oluşumların düzgün ve programlı bir süreci izliyor olmasıdır. Erişkin olmayan bireyleri yaşlandırmada kullanılan metotları, dental metotlar ve osteolojik metotlar olarak iki ana grupta incelememiz mümkündür.

Dental Metotlar

Dental metotlar, dişlerin yaşa bağlı gelişiminin ve diş sürmesi safhalarının incelenmesiyle ortaya çıkmıştır. Dental metotlar oluşturulurken, dişlerin alt ve üst çenelerde oluşmaya başlaması, formasyonu ve sürme safhaları yaş belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Erişkin olmayan bireyleri yaşlandırmada kullanılan en popüler dental metotlar, 1963'de Moorrees ve arkadaşları, 1973'de Demirjian ve arkadaşları, 1989'da Ubelaker ve 2009'da AlQhanti tarafından geliştirilen diş oluşumu ve sürmesi tablolarını içermektedir. Erişkin olmayan bireylerde dişlerden yaş belirleme üzerine geliştirilen en son metotlardan biri, Aka ve arkadaşlarının (2015) fetus ve yeni doğan bebeklerde yaptıkları çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, jermilerin alveol kemik içerisindeki kalsifikasyonunun kızlarda üst çenede 13. haftada ve alt çenede 14. haftada, erkeklerde üst çenede 15. haftada ve alt çenede 17. haftada başladığını tespit etmişlerdir. Ayrıca üst merkezi dişlerin ölçümlerini kullanarak geliştirdikleri bir metotla fetusların kaç haftalık olduklarını belirlemeyi başarmışlardır (Aka vd., 2015).

Osteolojik Metotlar

Erişkin olmayan bireylerde yaş belirlemek için kullanılan osteolojik metotlar, kraniyel gelişme safhalarını, uzun kemiklerin epifiz kaynaşma derecelerini ve diyafizlerin maksimum uzunluk ölçümlerini kapsamaktadır. Erişkin olmayan iskeletlerin kafatası kemiklerinde görülen kaynaşma safhaları Fazkeas ve Kosa (1978) ve Stewart (1979) tarafından çalışılmıştır. Stewart (1979), kafatasındaki birincil kemikleşme merkezlerini inceleyerek doğumdan itibaren 6 yaşına kadar olan süreçte meydana gelen safhaları belirlemiştir (ayrıntılı bilgi için bkz. Christensen vd., 2014). Stewart 1979'da, postkraniyel kemiklerin birincil ve ikincil kemikleşme merkezlerini yaş belirlemede kullanmıştır. Bu kemiklerin vücut içerisindeki kaynaşma sırasını dirsekler, kalça kemikleri, ayak bilekleri, diz kapakları, el bilekleri, ve en son omuzlar olarak belirlemiştir. Postkraniyel kemiklerin kemikleşme

merkezlerine göre yaşı gösteren bir tablo oluşturan Stewart'ın (1979) çalışmasını 2009'da Schaefer ve arkadaşları güncellemiştir. Scheuer ve Black, 2000 yılında yayınladıkları *Juvenile Osteology* adlı kitaplarında her bir kemiğin oluşma ve kemikleşme sürecini ayrıntılı olarak tanımlamışlardır. Tüm bu çalışmalar, vücudumuzda en son kaynaşan kemiğin klavikula olduğunu göstermektedir. Klavikula kemiğinin medial ucu henüz kaynaşmamış bir iskelet 23 yaşından küçük, kaynaşmış bir iskelet 21 yaşından büyük, yarı kaynaşmış bir iskelet ise en az 17, en çok 30 yaşında bir bireye işaret etmektedir (Schaefer vd., 2009).

Uzun kemiklerin diyafizlerinin büyümeye bağlı uzamasını yaş ile ilişkilendiren en popüler çalışmalar Maresh (1970), Fazekas ve Kosa (1978) ve Scheuer ve arkadaşları (1980) tarafından yapılmıştır. Günümüzde hâlâ kullanılan bu metotlar ile *juvenile* bireyler humerus, radius, ulna, femur, tibia ve fibula kemiklerinden alınan ölçümlere göre yaşlandırılabilir. Scheuer ve Black (2000) tüm ölçümleri bir araya toplamış, hem diyafiz hem de epifizleriyle birlikte olan ölçümleri yaşlarıyla birlikte gösteren tabloları ayrıntılı olarak yayımlamışlardır.

2. Erişkin İskeletlerde Yaş Tahmini Metotları

Adli laboratuvarlarda genç erişkin ve erişkin iskeletlerinde yaş belirleme çalışmalarında dental, osteolojik, histolojik ve kompozit metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlar, dişlerin sürme safhaları, dişlerden alınan ölçümler, kafatası süturları kaynaşma safhaları, epifiz kaynaşma dereceleri, kaburga kemiklerinin sternal uçları, pubik simfisiz ve auricular yüzeydeki yaşla ilgili osteolojik oluşumlar ve değişiklikler incelenerek yapılmaktadır. Bunun yanında histolojik çalışmalar ve osteolojik metotların birkaçı kullanılarak oluşturulan kompozit metotlar da kullanılmaktadır.

Dental metotlar

Erişkin bireylerde dişlerden yaşlandırma çalışmalarında en çok kullanılan metotlar Ubelaker (1989), Lamendin (1992), Prince ve Ubelaker (2002) ve AlQhanti (2009) tarafından geliştirilmiştir. Bu çalışmalarda diş sürme safhalarının yaşla ilişkisi incelenerek araştırmacılara görsel tablolar sunulmuştur. En yaygın olarak kullanılanlardan biri olan Ubelaker'ın (1989) diş sürme safhaları tablosu 5 aylık bir fetustan, 35 yaşa kadar olan bireyleri yaşlandırabilir. Genç bireyleri yaşlandırmada kullanışlı olan bu tablo 35 yaş sonrası bireyleri yaşlandırmada yetersiz kalmaktadır. Buna benzer güncel bir çalışma AlQhanti (2009) tarafından yapılmıştır. AlQhanti'nin diş

sürmesi tablosu her ne kadar görsel olarak Ubelaker'in çalışmasına benziyor olsa da 30 haftalık fetustan, 15.5 yaşa kadar olan bireyleri tüm dişlerin sürmelerine göre, 16-23 yaş bireyleri 3. molar sürmesine göre ayrı bir kategoride yaşlandırmaktadır.

Ubelaker'in diş sürmesi tablosunun 35 yaş üzeri bireyleri yaşlandırmada yetersiz kalması sorununu, Lamendin ve arkadaşlarının (1992) diş kökünün saydamlığı ölçümüne dayalı geliştirdikleri metotla çözmemiz mümkündür. Lamendin metodu, üst ve alt kesici dişlerden alınan üç farklı ölçümün bir formüle uygulanması ile yaş tahminin yapıldığı popüler bir metottur. Dişin labial veya lingual tarafından dijital kaliper kullanılarak alınan bu ölçümler diş kökü uzunluğu, diş eti çekilmesi uzunluğu ve kökün ucunda görülen saydam bölgenin uzunluğunun ölçümlerini kapsamaktadır. Bu metot çok kullanışlı olmasının yanında, pratik uygulamada diş eti hastalıkları veya bireylerin yaşlı olmalarının bu saydamlığı etkilediği görülmektedir. Bu metodu uygulayabilmek için diş kökünde saydamlığın ölçülebilecek derecede belirgin olması gerekmektedir. 2002 yılında Prince ve Ubelaker, Lamendin metodunu Terry Koleksiyonu'nda uygulamış ve aynı hataları tespit etmişlerdir. Prince ve Ubelaker'in bu çalışmalarının bilime katkısı, cinsiyet ve popülasyon odaklı bir çalışma geliştirmiş olmalarıdır. AlQahtani ve arkadaşlarının çalışmalarını, geleneksel Schour ve Massler (1941, 1944) ve Ubelaker (1989) metotları ile karşılaştırdığımızda, AlQahanti'nin London Atlas çalışmasının diğer iki çalışmada olduğu gibi bireyleri tahmini yaşın altında da yaşlandırabileceğini, fakat yine de diş gelişimden yaşlandırmada diğer iki metottan daha iyi performans gösterdiğini görürüz (AlQahanti vd., 2014).

Diş cementum halkaları, dişlerden yaşlandırmada diğer iyi sonuçlar elde edilen bir yaşlandırma metodudur. Bu halkalar, dişe kesit açılarak diş kökünün çevresindeki siyah ve beyaz çizgileri/bantları sayarak yaşın tahmin edildiği bir tekniktir. Bu çalışmanın detaylarını Wittwer-Backofen ve arkadaşlarının (2004) çalışmalarında bulmak mümkündür. Bu metodun dezavantajı, dişlerden kesit almanın tahrip edici olması ve özel ekipmanların gerekli olmasıdır. Wittwer-Backofen ve arkadaşlarının bu çalışmasının avantajı ise yaş tahminindeki hata payını 2.5 yıldan daha aza bir zamana indirmiş olmasıdır.

Erişkin iskeletlerde occlusal diş aşınmalarının yaşlandırmada kullanılması artık pek yaygın olmamakla birlikte, bu konuda kullanılan geleneksel yöntemler içinde Gustafson (1950), Murphy (1959), Brothwell (1963), Smith (1984), ve Lovejoy'un (1985a) çalışmalarını örnek gösterebiliriz. Bu konuda yapılan yeni çalışmalara baktığımızda, araştırmacıların (örn. Kim, 2000; Yun vd., 2007) diş aşınmalarının

popülasyona özgü incelenmesi gerektiği üzerinde hemfikir olduklarını görmekteyiz. Kısacası bu metodun tek başına yaş tahmininde kullanılması halinde, toplumun veya bireyin beslenme şeklinin de dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır. Çünkü sert taneli beslenmeye yatkın bireylerde çok genç yaşlarda bile aşırı derecede diş aşınması ile karşılaşılabilir (Yaşar ve Sevim Erol, 2007). Bu durum adli vakalarda, özellikle tek bir diş veya sadece dişlerin ele geçtiği durumlarda yanıltıcı ve yanlış sonuçlara ulaşılmasına neden olabilir.

Osteolojik Metotlar

Kafatası süturları kaynaşması

Kafatasındaki süturların ölüm zamanındaki yaşı belirlemede kullanımı çok eski bir metot olmakla birlikte birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Todd ve Lyon 1924, 1925; Meindl ve Lovejoy, 1985; Masset 1989; Buikstra ve Ubelaker, 1994; Nawrocki 1998; Zambrano, 2005; Kroman ve Thompson, 2009; Garvin ve Pasallacqua, 2011). Popüler metotlar, kafatasındaki süturların ve maksilladaki palate kemiklerinin bebektikten yaşlılığa kadar olan süreçteki kaynaşma safhalarının incelenerek skorlanması üzerine geliştirilmiştir (Buikstra ve Ubelaker, 1994; Meindl ve Lovejoy, 1985). Bu metotların, genel olarak geniş bir yaş aralığı verdikleri görülmüştür.

Todd ve Lyon 1924'de endocranial sütür kapanması üzerine, 1925'te de ectocranial sütür kapanması üzerine çalışmışlardır. Avrupa kökenli, yaşları bilinen 18-84 yaş arası 300 Amerikalı erkek bireyin kafatası süturlarını inceledikleri bu çalışmada, kafatası süturlarının yaş belirleyici olarak kullanılabileceğini, fakat farklı vakaların farklı sonuçlar verebileceğini tespit etmişlerdir (Todd ve Lyon 1924). İki yılın sonunda her iki çalışmanın verilerine göre vardıkları sonuç ise kafatası sütür kaynaşmasının güvenilir bir yaş belirleyici olmadığı, ancak diğer kemikler ile birlikte değerlendirildiğinde anlamlı olduğudur. Meindl ve Lovejoy tarafından 1985'de geliştirilen metot, kafatası süturları üzerinde belirli bölgelerdeki kaynaşma safhalarının incelenerek skorlanması üzerinedir. Ectocranial süturların iki ana bölgeye ayrılarak incelendiği bu çalışmada, ön ve yan süturların kafatası kemerindeki süturlardan daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Fakat bu çalışma sonucunda standart sapmanın çok geniş yaş aralığına sebep olduğu, bu yüzden ölüm zamanındaki yaş ile sütür kaynaşma derecesi arasındaki bir ilişkinin kesin olarak var olmadığı ortaya çıkmıştır (Meindl ve Lovejoy, 1985). Meindl ve Lovejoy'un çalışmasını genişleten Nawrocki (1998), ektokraniyal, endokraniyal ve palatal süturları çalışmaya

karar verir. Kafatasında 27 noktada skorlama yaparak yeni bir metod geliştiren Nawrocki (1998), standart sapmaları en aza indirmek için özel denklemler geliştirerek (6 popülasyona özgü, 6 cinsiyete özgü) kafatası süturları ile yaş arasında bir ilişki olduğunu ortaya koyar. Buna yanında, sadece calotte bölgesine özgü ek iki genel ve beş gruba özgü denklem sunar (Garvin ve Passalacqua, 2012).

Kafatası süturlarını çalışan diğer bir araştırmacı olan Zambrano (2005), Nawrocki metodunu test etmiş ve daha güncel materyal kullanarak bu metodun modern adli vakalarda da uygulanabilirliğini ortaya çıkarmıştır. Fakat 1978 ve 2009'da yapılan çalışmalarda kafatası sütür kaynaşmasının yaşın ilerlemesinden daha çok, bireyin beyin ve dura meter gelişimine veya bazı somatik hastalıklara (Sakroiliak kaynaşma, ankilozan spondilit gibi) bağlı olduğu görülmüştür (Smith ve Tondury, 1978; Kroman ve Thompson, 2009). Kafatası sütür kaynaşmalarının farklı çalışmalarda farklı sonuçlar vermesi, bu metodun uygulanmasında dikkatli olmayı gerektirdiğini açıkça göstermektedir. Bu sebepten, bu metodun sadece kafatası veya kafatası parçası bulunan vakalarda, ya da sadece genç, erişkin ve yaşlı ayırımı yapmakta kullanılması önerilmektedir (Garvin ve Pasallacqua, 2011).

Maksilla süturları ölüm zamanındaki yaşı belirlemede denenmiş diğer bir bölgedir. Maksilla süturlarının kaynaşma derecelerini inceleyen çalışmalar çok fazla olmamakla birlikte iskeletlerde yaş belirlemede tek başına kullanılmasının, kafatası süturlarında olduğu gibi bazı sakıncaları vardır. Bunun sebebi bireylerin patolojik durumlarının kaynaşma sürecini yavaşlatması veya hızlandırmasından ötürüdür. Bu çalışmalar, bu metodun tek başına değil diğer metotlarla birlikte kullanıldığında anlamlı sonuçlar verdiğini göstermiştir (Mann vd., 1987, 1991; Ginter 2005). Maksilla süturlarının kaynaşması üzerine yapılan en güncel çalışma, Sinthubua ve arkadaşlarının (2016) 15-93 yaş arası 190 adet Thai kafatası üzerinde yaptıkları popülasyona özgü bir çalışmadır. Maksilla süturların dört farklı bölgesini destekçi vektör makinesi (*Support Vector Machine*) kullanarak inceledikleri bu çalışmada, süturların bölgesel silinme safhalarını incelemişler ve maksiller sütür kapanması ile yaş arasında tamamen uyumlu bir bağ olmadığını ortaya çıkarmışlardır (Sinthubua vd., 2016).

Epifiz kaynaşma safhalarına göre yaşlandırma

İskeletlerde uzun kemiklerin (humerus, radius, ulna, femur, tibia, fibula) epifizlerinin kaynaşması, üçüncü molar dişlerin sürmesi ve *spheno-occipital synchondrosis* kemiğinin kaynaşması erişkinliği belirleyen önemli bulgular olarak kabul edilirler (Garvin vd., 2012). Uzun kemiklerin kaynaşma

safhaları (açık/kaynaşmamış-kısmi kaynaşmış-kaynaşmış) ve diğer kemiklerin ikincil kemikleşme merkezlerinin kaynaşma durumları, erkek ve kadın bireylerin minimum ve maksimum yaşları hakkında bilgi vermektedir. Bu yaş aralıklarının tespiti şu bölgelere bakılarak yapılmaktadır: Klavikula kemiğinin medial (sternal) ve lateral (akromiyal) uçları; sternum kemiğinin sternebrae 2-4 ve sternebra 1-mesosternum bölgeleri; skapula kemiğinin akromial, korakoid, medial sınır, inferior açısı, gleniod epifizi; humerus kemiğinin proksimal epifizi, distal epifizi, medial epikondülü; tüm metakarpaller ve tüm falankların proksimal ve distalleri; vertebra korpuslarının üst ve alt diskleri; kaburga kemiklerinin başları; pelvis kemiklerinin acetabulum, iliac crest, ischial tuberosity bölgeleri, sakrum kemiğinin S1-S2 ve S2-S4 bölgeleri; femur başı, büyük ve küçük trochanter ve distal epifizi; tibia ve fibula kemiklerinin proksimal ve distal epifizleri; ayak kemiklerinde calcaneus, tüm metatarsaller ve falankların proksimal ve distalleri. Epifizlerin kaynaşma derecelerinin incelenerek, insan kemiklerinden minimum ve maksimum yaş ortalamasının belirlendiği bu metotta, yukarıda sayılan tüm kemiklerin sağ ve solu ayrı ayrı incelenmekte ve yaşlandırılmaktadır. Belirlenen yaş aralıklarına göre, incelenen iskeletin en az ve en çok kaç yaşında olabileceği belirlenmektedir. Bu yaş aralıkları tespiti için McKern ve Stewart (1957), Webb ve Suchey (1985), Albert ve Maples (1995), Scheuer ve Black (2000) ile Langley-Shirley ve Jantz (2010) çalışmaları önerilmektedir.

Yaşa bağlı morfolojik değişiklikler

4. Kaburga kemiği sternal uçtan yaşlandırma tekniği

Kaburga kemiklerinin sternal uçlarındaki yaşa bağlı değişiklikleri inceleyen ilk çalışmalar 1970'de Kerley ve 1978'de Übelaker tarafından yapılmıştır. Fakat bu çalışmaları geliştiren ve hala adli laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan tekniğin yaratıcısı İşcan ve arkadaşlarıdır (1984a, 1984b, 1985). İşcan ve arkadaşları 4. sağ ve sol kaburga kemiklerinin sternal uçlarının yaşa bağlı morfolojik değişimlerini inceleyerek, erkekler ve kadınlar için yaş grupları oluşturmuştur. Sekiz safhaya ayırdıkları bu grupları, yaş ile birlikte başkalaşıma uğrayan sternal uçtaki çukurun derinliği, ucun içindeki ve kenarlarındaki değişiklikleri tespit ederek oluşturmuşlardır. Bu çalışmalarda kaburgaların sternal uçlarının genç bireylerde düz/çukur olmayan, çizgili/dalgalı bir görünüme sahip olduğu, yaş ilerledikçe bu ucun giderek derinleştiği ve ucun kenarlarında ekstra kemik oluşumlarının görüldüğü tespit etmişlerdir (İşcan 1984a, 1984b, 1985). 1993 yılında Russel ve arkadaşları, İşcan metodunu Hammann-Todd koleksiyonunda test etmiş ve

bu metodun sadece güvenilir olduğunu değil, beyaz bireylerde kullanılan standartların siyah bireyleri yaşlandırmada da başarılı olduğunu ortaya çıkarmıştır (Russel vd., 1993). Dedouit ve arkadaşları (2008), bilgisayarlı tomografi kullanarak İşcan metodu ile bireylerin kaburgalarından başarılı yaş tahminleri yapmışlardır. İşcan tekniği kullanılarak yapılan en güncel çalışmalardan biri de Hartnett'in (2010a) 4. kaburga kemiği ve pubik simfisiz yaşlandırmasını karşılaştırdığı çalışmasıdır. Bu çalışmada hem İşcan safhalarının tanımlamalarını güncellemiş, hem de 4. kaburga kemiğinin pubik simfisiz kemiğinden daha iyi yaşlandırdığını ortaya çıkarmıştır. Kısacası, İşcan tekniği iskeletlerden yaşlandırma metotları içerisinde en dar yaş aralığı veren metotlardan biri olmasına rağmen muhtemelen en güvenilir ve doğruya en yakın sonuçların alındığı çok kullanışlı bir tekniktir. 4. kaburga kemiğinin olmadığı veya incelenmesi mümkün olmadığı durumlarda 5., 6. ve 7. kaburgalar kullanılabilir. Tabii ki mecbur kalınmadıkça kullanılmaması önerilir. 1984'den günümüze kadar adli antropologlar tarafından sıklıkla uygulanan bu metot için adli laboratuvarlarda kullanılmak üzere üretilmiş kalıplar da bulunmaktadır.

İşcan tekniği dışında kaburga kemiklerinden yaş belirlemede kullanılan diğer bir özellik costal kıkırdak kemikleşmesidir (Semine ve Damon, 1975; McCormick 1980; McCormick ve Stewart 1983; Barres vd., 1989; Barchilon et al., 1996; Garvin, 2010). Bu çalışmalarda costal kıkırdak kemikleşmesi safhalarının yaşın ilerlemesi ile ilişkisi araştırılmıştır. Bu konuda yapılan en yeni çalışmalardan biri Garvin ve arkadaşlarının (2010) kostal kıkırdak ve manubrium-sternum-xiphoid kemik kaynaşmaları üzerine yaptıkları çalışmadır. Bu çalışmada xiphoid'in manubrium ile kaynaşmasını en az 25 yaşındaki bir bireyi işaret ettiğinden bahsetmektedirler. Ayrıca, centri-chondral kemikleşmenin cinsiyete göre değiştiğini ve en az 30 yaşındaki bir bireyi işaret ettiğini söylerler. Garvin ve arkadaşlarının göğüs bölgesini sekiz bölgeye ayırarak inceledikleri bu çalışma ile kostal kemikleşmeden yaş tahmini metodu geliştirmiştir.

Pubik Simfisizden yaşlandırma

Vücudumuzdaki kemikler, büyüme ve gelişme evrelerinden sonra zaman içinde dejenerasyona uğramaya başladığı bir sürece girerler. Pubik simfisiz, bu dejenerasyonun en net olarak görüldüğü kemiklerden bir tanesidir. Bu konudaki çalışmalar 1920'lerden beri yapılmakta olup, çalışmaların odak noktası çocukluktan yaşlılığa kadar olan süreçte pubik simfisizin yüzeyindeki osteolojik oluşumlar ve dejenerasyon safhalarının incelenmesi ve tanımlanması üzerine olmuştur (Todd 1920, 1921; Brooks, 1955; McKern

ve Stewart 1957; Gilbert ve McKern 1973; Meindl vd. 1985; Katz ve Suchey 1986; Brooks ve Suchey, 1990; Hartnett, 2010b).

Bu değişimler, 15 yaştan itibaren görölmeye başlanan ve ölüme kadar devam eden sürede pubik simfisizdeki başkalaşımları içermektedir. Cinsiyete göre değişkenlik gösterebilen bu safhalar, erişkinlerde en çok kullanılan yaş tahmini metotlarından biridir. Araştırmacılar bu başkalaşım safhalarını hem kadınlarda hem de erkeklerde ayrı ayrı incelemiş ve yaş aralıklarını belirlemiştir. Bu konudaki ilk çalışmalardan biri pubik simfisizdeki değişiklikleri on safhaya ayıran Todd'un yaptığı çalışmadır (Todd, 1920, 1921). Bunu izleyen diğer çalışma McKern ve Stewart'ın (1957) pubik simfisizde üç öğe sistemini kullandığı ve üç noktadaki değişikleri inceleyerek skorlama yaptıkları çalışmadır. Bu çalışmanın avantajı Todd'un safha sisteminden daha kullanışlı bir özelliğe sahip olmasıydı. Çünkü McKern ve Stewart'ın üç öğe sisteminde her öğenin özellikleri birbirinden bağımsız olarak puanlandırılabilirdi. Bu çalışmanın dezavantajı ise materyalin sadece genç beyaz erkeklerden oluşması ve bireyleri olması gereken yaşın altında yaşlandırıyor olmasıydı. Bu çalışmayı geliştiren Gilbert ve McKern 1973'de kadın iskeletleri için de uygulanabilen bir yaşlandırma metodu yayınlamışlardır. 1986'da Katz ve Suchey (1986), Todd (1921) ve McKern ve Stewart'ın (1957) metotlarını test ederek karşılaştıkları sorunlara dikkat çekmişlerdir. Katz ve Suchey'e göre Todd metodu bireyleri olması gerekenden fazla yaşlandırıyor. McKern ve Stewart metodunda önerilen üç öğe de birbirinden bağımsız olarak değişmeyeceğinden ayrı ayrı incelemek doğru değildi. Her iki metot özellikle ileri yaş safhalarında düzgün çalışmıyordu. Fakat Todd metodunun kullanım açısından daha kolay ve kullanışlı olduğunu öne sürdüler. Katz ve Suchey (1986) bu çalışmalarının sonucunda hayli karışık olan Todd metodunun on safhasını 6 safhaya düşürerek yeni bir metot sunmuşlardır.

Brooks ve Suchey 1990 yılında, yaş aralıklarının altı safhaya ayrıldığı yeni metodu geliştirmek ve cinsiyete bağlı morfolojik tanımlamalarını güncellemek amacıyla yeni bir çalışma yapmışlardır. Erkek ve kadınlar için ayrı ayrı belirledikleri safhalar için detaylı tanımlamalar sunmuşlardır. Bu çalışmadaki örneklerin zenginliği, detaylı tanımlamalar ve adli çalışmalarda kullanıldığı takdirde dikkat edilmesi gereken noktaların altını çizdiklerinden dolayı Brooks ve Suchey metodu hala günümüzde kullanılan en popüler pubik simfisiz yaşlandırma metodu olmuştur. Brooks ve Suchey bu metodun adli çalışmalarda kullanılması durumunda, 3. ve 4. safhalarda varyasyonun artabileceği konusunda uyarımlar, böyle bir durumda diğer yaş belirleyici kemiklerle birlikte kullanılmasını tavsiye etmişlerdir. Brooks ve Suchey'nin uyardığı safhaları inceleyen Berg (2008) ve Hartnett (2010b) ileri yaştaki

bireyleri yaşlandırma sorununa çözüm bulmak amacıyla morg örneklerini kullanarak çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmaların bir sonucu olarak Hartnett (2010b) 6 safhalı bu metoda, VII. safhayı eklemiştir. Günümüzde adli laboratuvarlarda sıklıkla kullanılan Brooks ve Suchey metodu (1990) için, safhalara ve cinsiyetlere göre ayrılmış pubik simfizis kalıpları kullanılmaktadır. Bu kalıplardaki örnekler incelenen materyal ile karşılaştırılmakta ve buna göre hızlı bir yaş tahmini yapılabilmektedir.

Auricular yüzeyden yaşlandırma

Coxa kemiğindeki auricular yüzeyin iskeletlerde yaş tahmininde kullanılabilmesini Lovejoy ve arkadaşlarının (1985b) çalışmalarına borçluyuz. Auricular yüzeydeki osteolojik oluşumları ve yaş ile birlikte gelişen ve ilerleyen dejenerasyonu inceledikleri bu çalışmalarında, 20 yaştan itibaren 60 yaş ve üzeri yaşa kadar olan değişiklikleri sekiz safhaya ayırarak tanımlamışlardır. İlk altı safhanın yaş aralıkları her biri 5 yılı içeren dar aralıklara sahipken, yedinci safhada yaş aralığı 10 yıl, sekizinci safhada 60 yaş ve üzeri için net bir yaş aralığının verilemediği görülmektedir. Araştırmacılar, auricular yüzeyin lokasyonundan ötürü diğer kemiklere oranla (örn. pubik simfizis, kaburgalar vb.) daha iyi korunmuş ve kemik yoğunluğunun daha fazla olduğundan ve bunun yaşlandırma için kullanılmasındaki avantajından bahsederler (Garvin ve Passalacqua, 2011; Christensen vd., 2014). Diğer taraftan bu metodun dezavantajı, bireyleri 20 yaştan itibaren yaşlandırması, safha tanımlamalarının yeterince açık ve yol gösterici olmaması ve 60 yaş sonrası için belirli yaş aralıklarına sahip olmamasıdır.

Auricular yüzeyden yaşlandırma, 2004'te Osborne ve arkadaşları tarafından da çalışılmıştır. Tüm bu çalışmalarda, auricular yüzeydeki oluşumlar ve değişiklikler safhalara ayrılarak tanımlanmış ve bunlara göre yaş aralıkları belirlenmiştir. Sadece Buckberry ve Chamberlain'in 2002'de yaptıkları bir çalışmada, bu özellikleri unsurlara ayrılarak incelendiğini görürüz. Buckberry ve Chamberlain, Lovejoy ve arkadaşlarının (1985b) tanımlamalarını kullandıkları bu çalışmalarında apex ve retroauricular bölgelerde yaşla birlikte görülmeye başlayan mikro ve makro gözenekleri, osteofitik oluşumları ve kemik dokusunun morfolojik değişimlerini skorlama metodunu geliştirmişlerdir. Bazı araştırmacılar bu metodun başarılı olduğunu (Mulhern ve Jones, 2005), bazıları da olmadığını söylemektedirler (Falys vd., 2006). Auricular yüzeyi çalışan diğer araştırmacılar Igarashi ve arkadaşlarıdır (2005). Yaptıkları çalışmada kullandıkları çift sınıflandırma sistemi ile 13 bölgeyi inceleyerek yeni bir metod geliştirmişlerdir. Fakat bu

çalışmada, incelenen özellikleri oluşturulan gruplardaki yaş aralıklarının üst üste binerek yaşlandırma yapmayı zorlaştırdığı görülmüştür. Kısacası, Lovejoy ve arkadaşlarının (1985b) metodu hem kadınlara hem erkeklere uygulanabilen bir metottur ve günümüzde birçok laboratuvar da kullanılmaktadır. Fakat 20-49 yaş aralığındaki safhalarda 5 yıllık aralıklarla bireyleri yaşlandırması, bu bölgedeki değişikliklerin varyasyonlarını kapsayamaması açısından oldukça dardır. Bu metodun insan kalıntılarından yaş belirlemede, izole bulunmuş coxa kemikleri için kullanılması daha uygun olup, bireyleri kimliklendirme çalışmalarında diğer yaş belirleyici unsurlarla birlikte kullanılması önerilmektedir.

Yaşa bağlı morfolojik değişikliklerden biri de, vertebralarda yaşın ilerlemesi ile birlikte görülmeye başlanan osteofitik oluşumlardır. Bu durumu, iskeletlerde yaş belirleyici olarak kullanılacak bir yöntem olarak sunan Stewart (1958), vertebraların lamina ve gövdelerinde yaşın ilerlemesi ile birlikte görülen ekstra kemik oluşumlarını safhalara ayırarak bir yaşlandırma metodu geliştirmiştir. Stewart, osteoartrit oluşumlarının özelliklerini kullanarak beş basamaklı bir sınıflandırma yapmıştır. Fakat 2004 yılında Snodgrass tarafından test edilen bu metodun yalnızca yaşlı-geç ayırımında kullanılmasının daha doğru olacağı sonucu ortaya çıkmıştır.

Histolojik metot

Kemik histolojisi analizleri, uzun kemiklerden alınan kesitlerin mikroskop altında incelenerek, yaşla birlikte artan osteon sayısının ve yaş ile birlikte azalan harvesian kanallarının çaplarının hesaplanması ile ilgilidir. (Kerley, 1965; Kerley ve Ubelaker, 1978; Stout ve Gehlert, 1980; Stout, 1988; Ericksen, 1991; Stout ve Paine, 1992; Lynnerup vd., 1998). Bu metodun avantajı çok parçalı, kırılğan veya yanmış kemiklerde bile uygulanabiliyor olmasıdır (Bradtmiller ve Buikstra, 1984). Diğer taraftan dezavantajı, bu analizin yapılabilmesi için özel bir ekipmana, bu ekipmanı kullanabilecek eğitilmiş elemanlara ve analizi yapmak için kemiğin tahrip edilmesine ihtiyaç duyulmasıdır.

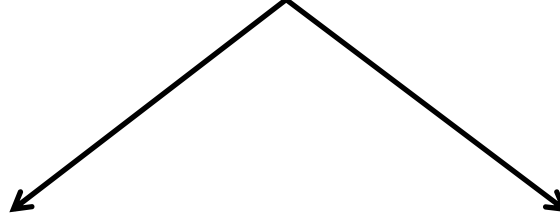
Kompozit metot

Yukarıda bahsedilen metotlarda tek bir iskelet elementine bakılarak (örn. pubik simfizis, kaburga, auricular yüzey vb.) geliştirilen yöntemler yanında kompozit metotlar da bulunmaktadır (Lovejoy vd., 1985; Uhl ve Nawrocki, 2010). Bunun en güzel örneklerden biri günümüzde adli vakalarda da kullanılan Boldsen ve arkadaşları (2002) tarafından geliştirilen ADBOU

isimli bir programdır. Pubik simfizis, auricular yüzey ve kafatası süturları yaşlandırmanın birlikte kullanıldığı bu program, iskeletlerden yaş tahmini analizlerinin daha hızlı ve kolay yapılmasını sağlamaktadır. Bu programın veri tabanındaki materyali oluşturan bireyler arkeolojik 17. yy Danimarka mezarlığı ve güncel iskeletlerden oluşmaktadır (1996 - Amerikan popülasyonu, Güney Afrika popülasyonu) (Bethard, 2005; Uhl, 2008). Bu programın diğer bir avantajı incelenen bireyin kemiklerinin tam olması halinde birçok veri toplayabilmesidir. Örneğin bir kemikteki üç bölgeden 19 veri toplama özelliğine sahiptir. Kısacası ADBOU programı birçok değişken kullanarak istatistiksel olarak doğru sonuçlar veren kullanışlı bir yaşlandırma programı olarak önerilmektedir.

Kompozit metotlara güncel bir örnek olarak Samworth ve Gowland'ın (2007) *look-up* tablolarından bahsedebiliriz. Bu çalışmada Suchey ve Brooks'un pubik simfizis yaşlandırma metodu ile Lovejoy ve arkadaşlarının auricular yüzeyden yaşlandırma metodu bir araya getirilerek multifaktöriyel bir yaşlandırma sistemi geliştirilmiştir. Bu çalışmayı farklı materyaller üzerine test eden araştırmacılar Amerikan popülasyonunda uygulanabilirliğinden bahsederler (Passalacqua, 2010; Christensen vd., 2014).

Sonuç olarak, bu makalede iskeletlerde yaş tahmini çalışmalarında kullanılan eski ve yeni metotlar tartışılmış ve en çok kullanılanlar adli antropolojik çalışmalarda kullanılmak üzere önerilmiştir (Tablo 1). Diğer taraftan, iskeletlerden yaş tahmini çalışmaları teknolojinin gelişmesi ile birlikte yıllar içerisinde ilerleme göstermektedir. Artık mikro bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak yaşı bilinen bireylerde çalışmalar yapılabilen, tek bir iskelet elementine bakmak yerine yaşı ilerlemesi ile birlikte değişime uğrayan birçok element kullanılabilir. Bu çalışmaların giderek artması, ölüm yaşı tahmininde yaşa ait bütün belirtileri belirleyebilmek ve varyasyonları açıklayabilmek açısından önemlidir. Bu konuda yapılan çalışmalar, kemiklerden yaşlandırma yaparken mümkün oldukça çok sayıda iskelet elementi incelemenin ve elde edilen yaş aralıklarına göre ortalama bir yaş belirlemenin hem güvenilirlik hem de doğruluk açısından daha güvenli bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. İnsan iskeletlerinden yaşlandırma yapılırken cinsiyete ve popülasyona özgü varyasyonların, eğer varsa patolojik durumların göz önünde bulundurulması da hata payını azaltmaktadır. İnsan kemiklerinden yaş tahmini yaparken kullanılan belirli bir prosedür ve metot bulunmamakla birlikte, her popülasyon için en doğru veya doğruya en yakın sonuçlar veren yöntem ve tekniklerin belirlenip uygulanması ve mümkünse popülasyona özgü yeni metotlar geliştirilmesi bu alandaki çalışmaların geleceği açısından da büyük önem taşımaktadır.

Tablo 1. Adli antropolojide en sık kullanılan yaş tahmini metotları.**İskeletlerde Yaş Tahmini Metotları**Erişkin Olmayan

1. Dental metotlar: Moorrees vd. (1963), Demirjihan vd. (1973), Ubelaker (1989), Buikstra ve Ubelaker (1994), AlQhanti (2009), Aka vd. (2016).
2. Osteolojik metotlar:
 - a) Kraniyal gelişme: Fazekas ve Kosa (1978), Stewart (1979).
 - b) Uzun kemik gelişimi:
 - i. Epifiz kaynaşmaları: Stewart (1979), Scheuer ve Black (2000), Schaefer vd., (2009).
 - ii. Diyafiz uzunluk ölçümleri: Maresh (1970), Fazekas ve Kosa (1978), Scheuer vd., (1980).

Erişkin

1. Dental metotlar: Ubelaker (1989), Lamendin (1992), Prince ve Ubelaker (2002), AlQahanti (2009).
2. Osteolojik metotlar:
 - a) Kafatası sütür kaynaşması: Meindl ve Lovejoy (1985), Buikstra ve Ubelaker (1994), Nawrocki (1998).
 - b) Epifiz kaynaşma safhaları: McKern ve Stewart (1957), Webb ve Suchey (1985), Albert ve Maples (1995), Scheuer ve Black (2000), Langley-Shirley ve Jantz (2010).
 - c) Yaşa bağlı morfolojik değişiklikler:
 - i. 4. kaburga kemiği sternal ucu: İşcan vd. (1984), (1985), Harnett (2010).
 - ii. Pubik simfisis: Suchey ve Brooks (1990), White ve Folkens (2005), Harnett (2013), Dudzik ve Langley (2015).
 - iii. Auricular yüzey: Lovejoy (1985), Osborne (2004).
3. Histolojik metot
4. Kompozit metot: ADBOU programı
<http://math.mercyhurst.edu/~sousley/Software/>

KAYNAKÇA

- Aka, P. S., Yagan, M., Canturk, N. ve Dagalp, R. (2015). *Primary Tooth Development in Infancy: A Text and Atlas*, August 26, 2015, CRC Press.
- Albert, A. M. ve Maples, W. R. (1995). Stages of epiphyseal union for thoracic and lumbar vertebral centra as a method of age determination for teenage and young adult skeletons, *J Forensic Sci*, 40(4), 623-33.
- AlQahtani, S. J, Hector, M.P. ve Liversi, H.M. (2014). Accuracy of dental age estimation charts: Schour and Massler, Ubelaker and the London Atlas. *Am. J. of Physical Anthropology*, 154(1), 70–78.
- AlQahtani, S. J. (2008). *Atlas of tooth development and eruption*. Barts and the London School of Medicine and Dentistry, London, Queen Mary University of London, MCLinDent.
- Barchilon, V., Hershkovitz, I., Rothschild, B., Wish-Baratz, S., Latimer, B., Jellema, L., Hallel, T. ve Arensburg, B. (1996). Factor affecting the rate and pattern of the first costal cartilage ossification. *Am J Forensic Med Pathol*, 17(3), 239-47.
- Barres, D. R., Durigon, M. ve Paraire, F. (1989). Age estimation from quantification of features of “chest plate” x-rays. *Journal of Forensic Sciences*, 34, 28 – 33.
- Bethard, J. (2005). *A Test of the Transition Analysis Method for Estimation of Age-at-Death in Adult Human Skeletal Remains*. MA Thesis, University of Tennessee, Knoxville, TN.
- Boldsen, J. L., Milner, G. R., Konigsberg L. W. ve Wood, J. W (2002). “Transition Analysis: A new method for estimating age from skeletons”. *Paleodemography: Age Distributions from Skeletal Samples*. R. Hoppa ve J. Vaupel (Ed.), pp. 73-106, Cambridge University Press, Cambridge
- Brooks, S. ve Suchey, J. M. (1990). Skeletal Age Determination Based on the Os Pubis: A comparison of the Acsadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks Methods. *Human Evolution*, 5(3), 227-238.
- Brooks, S. T. (1955). Skeletal age at death: The reliability of cranial and pubic age indicators. *American Journal of Physical Anthropology*, 13, 567 – 589.
- Brothwell, D.R. (1963). *Dental Anthropology*. Pergamon Press, New York.
- Buckberry, J. L. ve Chamberlain, A. T. (2002). Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *American Journal of Physical Anthropology* 119, 231 – 239.
- Buikstra, J. E.ve Ubelaker, D. H. (1994). *Standarts for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archaeological Survey Research Series, 44. Arkansas Archeological Survey, Fayetteville.
- Christensen, M. A., Passalacqua, V. N. ve Bartelink J. E. (2014) *Forensic Anthropology: Current Methods and Practice*. Academic Press.

- Crews, D. E. (1993). Biological anthropology and human aging: Some current directions in human aging research. *Annual Review of Anthropology*, 22, 395 – 423.
- Demirjian, A., Goldstein, H., Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biol.*, 45, 211-227.
- Ericksen, M. F. (1991). Histologic examination of age at death using the anterior cortex of the femur. *American Journal of Physical Anthropology*, 84, 171 – 179 .
- Falys, C. G., Schutkowksi, H. ve Weston D. A. (2006). Auricular surface aging: Worse than expected? A test of revised method on documented historic skeletal assemblage. *Am J Phys Anthropol*, 130(4), 508-13.
- Fazekas, G. ve Kosa, F. (1978) *Forensic Fetal Osteology*. Akademiai Kiado, Budapest.
- Garvin, H. M. (2010). “Limitations of cartilage ossification as an indicator of age at death”. *Age Estimation of the Human Skeleton*. K. Latham ve M. Finnegan (Ed.), pp. 118-133., Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Garvin, M. H, Passalacqua, V. N., Uhl, M. N, Gipson, R.D., Overbury, S. R. ve Cabo, L. L. (2012). “Developments in Forensic Anthropology: Age-at-Death Estimation”. *A Companion to Forensic Anthropology*. D. C. Dirkmaat (Ed.), 202-223, Wiley-Blackwell.
- Garvin, H. M. ve Passalacqua, N. V. (2011). Current practices by forensic anthropologists in adult skeletal age estimation, *Journal of Forensic Sciences*, 57(2), 427-433
- Gilbert, B. M. ve McKern, T. W. (1973). A method for aging the female os pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 38, 31 – 38.
- Gustafson, G. (1950). Age determination on teeth. *J Am Dent Assoc*, 41(1), 45-54.
- Hartnett, K. M. (2010a). Analysis of age-at-death estimation using data from a new, modern autopsy sample--part II: sternal end of the fourth rib. *J Forensic Sci*, 55(5),1152-1156.
- Hartnett, K. M. (2010b). Analysis of age-at death estimation using data from a new, modern autopsy sample - part I: pubic bone. *J Forensic Sci*, 55(5),1145-1151.
- Hoffman, J. M. (1979). Age estimations from diaphyseal lengths: Two months to twelve years. *Journal of Forensic Sciences*, 24, 461 – 469.
- Meindl, R. S., Lovejoy, C. O., Mensforth, R. P. ve Walker, R. A. (1985). A revised method of age determination using the os pubis, with a review and tests of accuracy of other current methods of pubic symphyseal aging. *American Journal of Physical Anthropology*, 68, 29 – 45.

- Nawrocki, S. P. (2010). "The Nature And Sources Of Error in The Estimation of Age At Death From The Skeleton". *Age Estimation of the Human Skeleton*. K. Latham and M. Finnegan (Ed.), pp. 79-101, Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Nawrocki, S. P. (1998). "Regression formulae for the estimation of age from cranial suture closure". *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains, 2nd Edition*. K. J. Reichs (Ed.), pp. 276-292, Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- İşcan, M. Y. (1989). "Research strategies in age estimation: The multiregional approach". *Age Markers in the Human Skeleton*. M. Y. İşcan (ed.), pp. 325-339, Charles C. Thomas, Springfield, IL
- İşcan, M. Y., Loth, S. R. ve Wright, R. K. (1985). Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *Journal of Forensic Sciences*, 30, 853 – 863.
- İşcan, M. Y., Loth, S. R. ve Wright, R. K. (1984a). Metamorphosis at the sternal rib end: a new method to estimate age at death in white males. *American Journal of Physical Anthropology*, 65, 147 – 156.
- İşcan, M. Y., Loth, S. R. ve Wright, R. K. (1984b) Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *Journal of Forensic Sciences*, 29, 1094 – 1104 .
- Johnston, F. E. (1962). Growth of the long bones of infants and children at Indian Knoll. *American Journal of Physical Anthropology*, 20, 249 – 254.
- Katz, D. ve Suchey, J. M. (1986). Age Determination of The Male Os Pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 69, 427 – 435.
- Kerley, E. R. ve Ubelaker, D. H. (1978). Revisions in the microscopic method of estimating age at death in human cortical bone. *American Journal of Physical Anthropology*, 49, 545 – 546.
- Kerley, E. R. (1965). The microscopic determination of age in human bone. *American Journal of Physical Anthropology*, 23, 149 – 163.
- Kim, Y. K., Kho, H. S. ve Lee, K. H. (2000). Age estimation by occlusal tooth wear. *J Forensic Sci*, 45, 303-309.
- Kroman, A. M. ve Thompson, G. A. (2009). Cranial suture closure as a reflection of somatic dysfunction: lessons from osteopathic medicine applied to physical anthropology. *Proceedings American Academy of Forensic Sciences Annual Meeting*, Denver, CO, pp. 326– 237.
- Lamendin, H., Baccino, E., Humbert, J. F., Tavernier, J. C., Nossintchouk, R. M. ve Zerille, A. (1992). A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *Journal of Forensic Sciences*, 37, 1373 – 1379.
- Langley-Shirley, N. ve Jantz R. L. (2010). A Bayesian approach to age estimation in modern Americans from the clavicle. *Journal of Forensic Sciences*, 55(3), 571 – 583.

- Lovejoy, C.O. (1985). Dental wear in the Libben population: its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death. *Am J Phys Anthropol*, 68(1), 47-56.
- Lovejoy, C. O., Meindl, R. S., Pryzbeck, T. R. ve Mensforth, R. P. (1985b). Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, 68, 15 – 28.
- Lynnerup, N., Thomsen, J. L. ve Frolich, B. (1998). Intra- and inter-observer variation in histological criteria used in age at death determination based on femoral cortical bone. *Forensic Science International*, 91, 219 – 230.
- Masset, C. (1989). "Age estimation on the basis of cranial sutures". *Age Markers in the Human Skeleton*. M. Y. İşcan (ed.), pp. 71-103, Charles C. Thomas, Springfield, IL
- Meindl, R. S. ve Lovejoy, C. O. (1985). Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral anterior sutures. *American Journal of Physical Anthropology*, 68, 57 – 66.
- McKern, T. W. ve Stewart, T. D (1957). *Skeletal Age Changes in Young American Males Analysed from the Standpoint of Age Identification*. Technical Report EP-45, Quartermaster Research and Development Command, Natick, MA.
- Moorrees, C. F. A., Fanning, E. A. ve Hunt, E. E. (1963a). Formation and restoration of three deciduous teeth in children. *American Journal of Physical Anthropology* 21, 205 – 213.
- Moorrees, C. F. A., Fanning, E. A. ve Hunt, E. E. (1963b) Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of Dental Research*, 42(6), 1490 – 1502.
- Mulhern, D. M. ve Jones, E. B. (2005). Test of revised method of age estimation from the auricular surface of the ilium. *American Journal of Physical Anthropology* 126, 61 – 65.
- Murphy, T. (1959). Gradients of dentin exposure in human molar tooth attrition. *Am J Phys Anthropol* 17, 179-86.
- Osborne, D. L., Simmons, T. L. ve Nawrocki, S. P. (2004). Reconsidering the auricular surface as an indicator of age at death. *Journal of Forensic Sciences* 49, 905 – 911.
- Passalacqua, N. V. (2010). The utility of the Samworth and Gowland age-at-death "look-up" tables in forensic anthropology. *J Forensic Sci*, 55(2), 482-487.
- Prince, D. A. ve Ubelaker, D. H. (2002). Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *Journal of Forensic Sciences*, 47, 107 – 116.

- Russell, F. K., Simpson, W. S., Genovese, J., Kinkel, M. D., Meindl, S. R., Lovejoy, O. C (1993). Independent test of the fourth rib aging technique, *Am.J of Physical Anthropology*, 92(1), 53–62.
- Samworth, R. ve Gowland, R. (2007). Estimation of adult skeletal age-at-death: statistical assumptions and applications. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17(2), 174-188.
- Scheuer, L., Black, S. (2000). *Developmental Juvenile Osteology*, Academic Press, San Diego, CA.
- Schour, I. ve Massler, M. (1941). The Development of the Human Dentition. *The Journal of the American Dental Association*, 28(7), 1153-1160.
- Schour, I. ve Massler, M. (1944). *Development of Human Dentition Chart, 2nd Ed.*, American Dental Association, Chicago, IL.
- Semine, A. A. ve Damon, A. (1975). Costochondral ossification and aging in five populations. *Human Biology*, 47(1), 101 – 116.
- Sinthubua, A., Theera-Umpon, N., Auephanwiriyaikul, S., Ruengdit, S., Das, S., ve Mahakkanukrauh, P. (2016). New Method of Age Estimation from Maxillary Sutures Closure in a Thai Population. *Clin Ter*, 167(2), 33-37.
- Smith, H. B. (1984). Patterns of molar wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology*, 63, 39-56.
- Smith, D. W. ve Tondury, G. (1978). Origin of the calvaria and its sutures. *Am J Dis Child*, 132, 662–666.
- Snodgrass, J. J. (2004). Sex differences and aging of the vertebral column. *Journal of Forensic Sciences*, 49 (3), 458 – 463.
- Stewart, T. D. (1979). *Essentials of Forensic Anthropology*, Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Stewart, T. D. (1958). The rate of development of vertebral osteoarthritis in American whites and its significance in skeletal age identification. *The Leech*, 28, 144 – 151.
- Stout, S. D. (1988). The use of histomorphology to estimate age. *Journal of Forensic Sciences*, 33, 121 – 125.
- Stout, S. D. ve Gehlert, S. J. (1980). The relative accuracy and reliability of histological aging methods. *Forensic Science International*, 15, 181 – 190.
- Stout, S. D. ve Paine, R. R. (1992). Histological age estimation using the rib and clavicle. *American Journal of Physical Anthropology*, 87, 111 – 115.
- Todd, T. W. ve Lyon, D. W. (1925). Cranial suture closure, its progress and age relationship. Part II. Ectocranial suture closure in adult males of the white stock. *American Journal of Physical Anthropology*, 8, 23 – 45.

- Todd, T. W. ve Lyon, D. W. (1924). Endocranial suture closure, its progress and age relationship. Part I. Adult males of the white stock. *American Journal of Physical Anthropology*, 7, 325 – 384.
- Todd, T. W. (1920) Age changes in the pubic bone I: The Male White Pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 3, 285 – 334.
- Todd, T. W. (1921). Age changes in the pubic bone II-IV: The pubis of the male Negro-White hybrid, the pubis of the White female, the pubis of the female Negro-White hybrid. *American Journal of Physical Anthropology*, 4, 1 – 70.
- Ubelaker D.H. (1978). *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. Aldine Publishing Company, Chicago, IL.
- Ubelaker, D. H. (1989). *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation, Second Edition*. Taraxacum, Washington, DC.
- Ubelaker, D. H. (1987). Estimating Age at Death from Immature Human Skeletons: An Overview. *Journal of Forensic Sciences*, 32(5), 1254-1263.
- Uhl, N. M ve Nawrocki, S. P. (2010). “Multifactorial estimation of age at Death from the Human Skeleton”. *Age Estimation of Human Skeleton*. K. Latham ve M. Finnegan (Ed.), pp. 243-261, Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Uhl, N. M. (2008). ADBOU age-at-death estimation in South Africa. *Proceedings of the American Association of Physical Anthropologists 77th Annual Meeting*, Columbus, OH, p. 211.
- Webb, O. P. A. ve Suchey, M. J. (1985). Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of American males and females. *American Journal of Physical Anthropology, Volume 68(4)*, 457–466.
- Wittwer-Backofen, U., Gampe, J. ve Vaupel, J. W. (2004). Tooth cementum annulation for age estimation: results from a large known-age validation study. *American Journal of Physical Anthropology*, 123, 119 – 129.
- Yaşar, Z. F. ve Sevim Erol, A. (2007). Diş Antropolojisi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Dergisi*, 22, 15-40.
- Yun, J. I., Lee, J. Y., Chung, J. W., Kho, H. S. ve Kim, Y. K. (2007). Age estimation of Korean adults by occlusal tooth wear. *J Forensic Sci*, 52, 678-683
- Zambrano, C. J. (2005). *Evaluation of Regression Equations used to Estimate Age at Death from Cranial Suture Closure*. MS Thesis, University of Indianapolis , Indianapolis, IN.
- Zwaan, B. J. (1999). The evolutionary genetics of aging and longevity. *Heredity*, 82, 589 – 597.