ANTROPOLOJİ

Antropoloji, (40) (2020)

ARAŞTIRMA MAKALESİ / *RESEARCH ARTICLE*

Suchey-Brooks yaş tahmini yönteminin Türk popülasyonunda 3 boyutlu pubis simfisiz görüntüleri kullanılarak değerlendirilmesi

Öznur Gülhan[1*]

[1] Arş. Gör. Dr. | Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Ankara / TÜRKİYE

* **Sorumlu Yazar / *Corresponding Author*:**
Öznur Gülhan
Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi
Antropoloji Bölümü, Paleoantropoloji Anabilim Dalı
06100 Sıhhiye, Ankara / TÜRKİYE
E-posta: ogulhan@ankara.edu.tr

Alındı/*Received*: 16 Ekim / *October* 2020
Düzeltildi/*Revised:* 3 Aralık / *December* 2020
Kabul/*Accepted*: 8 Aralık / *December* 2020
Yayımlandı/*Published:* 30 Aralık / *December* 2020

Öz

Yaş tahmini, özellikle adlî antropologlar için biyolojik profil oluşturma sürecinde oldukça kritik ve zaman zaman tanımlanması zor bir süreçtir. Yetişkin iskelet kalıntılarındaki çeşitli morfolojik özellikler gözlemlenerek yaş tahmini için belirli standartlar oluşturulmasında kullanılabilmektedir. Bu iskelet elementlerinin en başında pubis simfisiz gelmektedir. Günümüzde pubis simfisizden yaş tahmini için en yaygın olarak kullanılan yöntem, 6 fazlı bir sistem olan Suchey-Brooks yöntemidir. Bu yöntem çok sayıda osteolojik koleksiyon veya sanal örnek üzerinde geniş çapta test edilmiş ve bu yaş tahmini yönteminin genellikle popülasyon varyasyonlarından etkilendiği belirtilmiştir. Bu sebeple bu çalışmada BT görüntülerinden elde edilen modern Türk popülasyonuna ait pubis simfisiz modelleri üzerinde Suchey-Brooks yönteminin güvenilirliği test edilmiştir. Suchey-Brooks yöntemi kullanılarak yaş tahmini yapmak için modern Türk popülasyonuna ait 120 bireyin (60 Kadın, 60 Erkek) bilgisayarlı tomografi görüntülerinden elde edilen üç boyutlu rekonstrüksiyonları araştırmada kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları, Suchey-Brooks yöntemi için hem yanlılık hem de yanlışlık düzeylerinin yaşla birlikte arttığını ve yaş ilerledikçe gerçek yaşın daha küçük tahmin edilme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, yetişkin bireylerin yaşını tahmin etmeye yönelik kullanılan yöntemlerin, yöntemin geliştirildiği örneklem ile uygulandığı çalışma arasındaki yer ve zaman farklılıklarını en aza indirmek için farklı popülasyonlarda test edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Suchey-Brooks yöntemi, yaş tahmini, pubis simfisiz, bilgisayarlı tomografi, adlî antropoloji

Evaluation of Suchey-Brooks age estimation method using 3 dimensional pubic symphysis images in Turkish population

Abstract

Age estimation has a critical and difficult part in the biological profiling process for forensic anthropologists. Various morphological features in adult skeletal remains can be observed and be used by establishing certain standards for age estimation. Pubic shymphysis comes first among these skeletal elements. Today, the most widely used method for age estimation from pubic shymphysis is the Suchey-Brooks method. This method has been extensively tested on numerous osteological collections or virtual specimens, and it has often been stated that the age estimation method is influenced by population variations. For this reason, the reliability of the Suchey-Brooks method was tested on the pubic shymphysis models of modern Turkish population obtained from CT images. Three-dimensional reconstructions obtained from computed tomography images of 120 individuals (60 female, 60 male) belonging to the modern Turkish population were used in the study to estimate age using the Suchey-Brooks method. The results of the study show that the levels of both bias and inaccuracy increase with age for the Suchey-Brooks method, and the real age tends to be estimated smaller as the age gets older. As a result, the methods used to estimate the age of adult individuals should be tested in different populations to minimize the time and place differences between the sample in which the method was developed and the study it was applied to.

Key Words: *Suchey-Brooks method, age estimation, pubic symphysis, computed tomography, forensic anthropology*

Giriş

Adlî antropolojide ölüm yaşının tahmini biyolojik profil oluşturulurken kullanılan dört önemli faktörden biridir. Cinsiyet, atasal yakınlık, yaş tahmini ve boy uzunluğu gibi unsurlardan oluşan biyolojik profilin belirlenmesi, kimliği bilinmeyen bir kişinin gerçek kimliğine ulaşılabilmesi için oldukça önemlidir (Dedouit vd., 2010; Gülhan, 2020a). Cinsiyet ve soy tahmini, diğer birçok kimliklendirme yönteminin cinsiyete ve popülasyona özgü olduğu düşünülürse, genellikle bir adlî antropoloğun belirlemesi gereken ilk iki parametredir. Cinsiyet tahmini, olası adayların %50'sini elememize yardımcı olabilirken (eşit bir erkek-kadın oranı varsayarak), coğrafî bağlamı ve popülasyon demografisini göz önüne aldığımızda soy tahmininin sınırlı bir kanıt değeri olabilmektedir. Ancak ölüm yaşının belirlenmesi, kayıp bir kişinin listesini veya diğer adlî belgeleri kullanarak potansiyel "pozitif" kimlikleri

Atıf için / *Cite as*:
Gülhan, Ö. (2020). Suchey-Brooks yaş tahmini yönteminin Türk popülasyonunda 3 boyutlu pubis simfisiz görüntüleri kullanılarak değerlendirilmesi. *Antropoloji,* (40), 69-76.
https://doi.org/10.33613/antropolojidergisi.811411

daraltmak için tartışmasız en önemli değişkendir (Tersigni-Tarrant ve Shirley, 2013).

Adlî antropologlardan farklı gerekçeler için iskeletten yaş tahmini yapılması istenebilmektedir. Bunlardan bir tanesi biyolojik profil oluşturmaktır. Tanımlanamayan iskelet kalıntıları bulunduğu zaman ölüm yaşının tahmin edilmesi, potansiyel kayıp kişilerin listesini daraltabilmek için kullanılan biyolojik profilin bir parçasıdır. Biyolojik profil, varsayımsal kimliklendirmeler için bireyin rapor edilen yaşı ile tahmini yaşı arasındaki tutarlılık temelinde bireyin araştırmanın ilerleyen aşamalarına dahil edilmesi veya çıkarılması gerekip gerekmediğini belirlemek için kullanılır. Bir diğeri ise, yaşayan bireylerin yaşının tahmin edilmesidir. Bu durum genellikle yaşayan bireyin mevcut yaşı hakkında bir belirsizlik söz konusu olduğunda veya kişinin yaşını gösteren resmi bir evrak olmadığı durumlarda uygulanan bir prosedürdür (Márquez-Grant, 2015). Örneğin, adlî antropologlardan bazen bireyin yasal anlamda yetişkin olarak kabul edilecek yaşa ulaşıp ulaşmadığını belirlemek için yaşayan bireylerden yaş tahmini yapması istenebilir. Bu durumda genelde radyografi kullanılarak yaşlandırma yapılabileceği gibi belirlenecek olan yaşa göre birey çocuk ya da yetişkin olarak yargılanabilecektir (Black vd., 2010; Langley vd., 2017).

Yetişkin bireylerin yaş tahmininde kullanılan yöntemler büyük ölçüde analiz için kullanılacak iskelet elementlerine bağlı olmakla birlikte, büyüme ve gelişme süreçlerine dayanan çocuk ve ergendeki yaş değerlendirme yöntemlerinin aksine, hem diş hem de iskeletlerdeki dejeneratif olaylarla büyük ölçüde ilişkilidir (Black ve Ferguson, 2011). Yetişkinlerde yaşlanma süreci evrimsel tarihimizin ve bedensel homeostazın sürdürülmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Büyüme ve gelişme tamamlandıktan sonra, iskelet işlevlerini korumaya devam eder ancak zaman içerisinde yavaşça dejenerasyon sürecine başlar. Pek çok iskelet elemanında dejenerasyon süreci tanımlanmıştır ancak birçok yön iyi anlaşılamamıştır (Langley vd., 2017)

İskelet veya dental değişikliklerin değerlendirilmesine dayanan tüm yaş tahmin yöntemleri, iskelet veya dental olgunluğun bir ölçümüdür. Bu, daha sonra adlî ihtiyaçlar için iletilen kronolojik yaşa dönüştürülür. Bu nedenle, yaş değerlendirme yöntemleri iskelet içinde sıralı ve kaydedilebilir bir şekilde değişen özellikleri kullanmak zorundadır (Black ve Ferguson, 2011). Bu yöntemleri uygulayanlar için en büyük sorun ise bireysel varyasyondur yani rastgele seçilen iki insanın yaşa bağlı bu değişiklikleri aynı şekilde göstermeyecek olmasıdır. Hem bireyler arasında hem de bir bireye ait iskelet elementleri arasında farklı fiziksel değişim oranları gözlenir ve bu durum genetik, kültürel ve çevresel faktörlerin karmaşık bileşiminden etkilenir ve herhangi bir yaş tahmini yöntemi bunu dikkate alabilmelidir (Baccino ve Schmitt, 2006; Langley vd., 2017). Bu sebeple, bireyler arasındaki farklılıklar, çevre ve diyet gibi durumların etkileri göz önünde bulundurularak tüm yaş tahminlerinin belirli bir yaş olarak sunulması yerine bir yaş aralığı olarak verilmesi en doğru yaklaşımdır (Black ve Ferguson, 2011). İskeletten yaşın tahmin edilmesi, yaşam boyunca iskeletteki değişikliklerin doğasını, sırasını ve zamanlamasını kapsamlı bir şekilde anlamak ve bu süreçler ile kronolojik ölçümler arasındaki ilişkiyi anlamak yoluyla mümkündür. Bu sebeple iskelet yaşının tahmini, biyolojik yaş (veya fizyolojik yaş) ile kronolojik yaş (bir kişinin hayatta kaldığı süre) ilişkilendirilmesini içerir. Yaş göstergesi olarak yararlı olan özellikler veya süreçler yaşla tek yönlü olarak değişmeli, kronolojik yaşla ilişkili olmalı ve bireyler arasında tutarlı bir şekilde değişmelidir [Scientific Working Group for Forensic Anthropology (SWGANTH), 2013]. İskeletin yaşlanma süreci bireyler arasında değişkenlik gösterdiğinden kronolojik yaş ile biyolojik yaş arasında mükemmel bir korelasyon bulunmadığını belirtmek önemlidir. Bu tutarsızlık, biyolojik yaşın diğer faktörlerin yanı sıra genetik, beslenme, çevresel faktörler ve aktivite seviyesinin bir fonksiyonu olarak değiştiği, bununla birlikte kronolojik yaşın zamana göre (örn. günler, aylar ve yıllar) değiştiği için ortaya çıkar. Biyolojik yaş ile kronolojik yaş arasındaki bu tutarsızlık, insanlar yaşlandıkça genişler ve bu durum yörünge etkisi olarak bilinir (San Millán vd., 2013; Langley vd., 2017).

Adlî antropologlar yetişkin bireylerde yaş tahmini yaparken birden çok teknik kullanmakla birlikte en yaygın olarak tercih edilen yöntemler pelvis kemiği kullanılarak oluşturulmuştur (Hartnett, 2010). Pelvis, yaşa bağlı değilikliklerin değerlendirilmesi için kullanılabilen auricular yüzey ve pubis simfisiz gibi önemli iki bölgeye sahip olduğu için yaş tahmini araştırmalarında uzun zamandır tercih edilen bir kemiktir. Bununla birlikte, yaş tahmini yöntemleri arasında büyük olasılıkla en çok tercih edilen ve üzerinde çalışılan bölge pubis simfisizdir (Kotěrová vd., 2019). Pubis simfisiz, 1920'lerde başlayan uzun bir çalışma öyküsü ile birlikte antropolojide yetişkin yaş tahmini için iskeletin en iyi belgelenmiş elementlerinden biridir (Langley vd., 2017). Orijinal yöntemde birkaç değişiklik yapan çalışmalar oldukça popülerlik kazanmış ve 1990'ların başında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Pubis simfisizden yapılan yaş tahmini yönteminin orijinali 1920'de Todd tarafından geliştirilmekle birlikte o zamandan beri birçok kez gözden geçirilmiş ve yeniden düzenlenmiştir. Todd, 1920'de yayınladığı makalesinde pubis simfisizde yaşam boyunca meydana gelen değişiklikleri gözle görülür şekilde gözlemlenebilen 10 faz ile tanımlamıştır. Daha sonra, Katz ve Suchey (1986), Los Angeles County Coroner Ofisinden elde ettikleri otopsi örnekleri üzerinde çalışarak Todd'a ait olan faz yöntemini

geliştirmişlerdir (San Millán vd., 2013). Daha yakın bir zamanda ise, Todd'un yöntemiyle üretilen yaş aralıklarını güçlendirmek amacıyla Brooks 1955'de yaptığı çalışma ile Todd'un yaş aralıklarının her aşama için birkaç yıl daraltılabileceğini bulmuştur. 1957'de ise McKern ve Steward, pubis simfisizin morfolojik değişikliklerinden yaşı tahmin etmek için component yöntemini geliştirmişlerdir (Tersigni-Tarrant ve Shirley, 2013). Yapılan bu çalışmalar sonucunda bu yazarlar cinsiyet ve popülasyon temelli farklılıkların yöntemin güvenilirliği üzerinde belirgin bir etkisi olduğu sonucuna varmışlardır (San Millán vd., 2013). Bugün kullanılan en popüler yöntem Todd'un orijinal sistemine dayanarak geliştirilmiş Brooks ve Suchey (1990) yöntemidir ve adlî antropoloji ile biyoarkeoloji araştırmalarında sıkça kullanılmaktadır (Kotěrová vd., 2019). Suchey ve Brooks, Los Angeles medikal ofisinden alınan 1225 bireyden oluşan büyük bir veri seti kullanmışlardır. Suchey ve Brooks yönteminde pubis simfisiz değişimlerinde erkekler ve kadınlar arasında farklılıklar olduğu için her cinsiyete ait farklı faz tanımlanmıştır (Joubert vd., 2019). 10 aşamalı Todd yönteminin aksine, Suchey-Brooks yaklaşımı her aşama ile ilişkili olarak önemli ölçüde genişletilmiş yaş aralıklarına sahip sadece altı morfolojik faz kullanır (Tersigni-Tarrant ve Shirley, 2013).

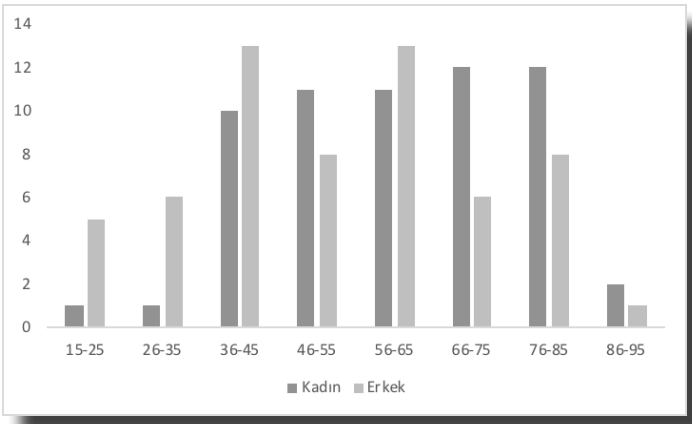
Antropologlar yaş tahminini paleodemografik çıkarımlar yaparken doğurganlığı, yaşam beklentisini anlamak, cinsiyet rolleri, tıbbi bilgi ve şiddet konularında hipotezler oluşturmak için kullanırlar (Konigsberg ve Frankenberg, 1994). Adlî antropologlar ise, kimliği bilinmeyen bireylerin ve bazen suç mağdurlarının kimliklendirilmesine katkıda bulunmak için yaş tahmini yöntemlerini kullanmaktadırlar (Ubelaker, 2008). Halihazırda kullanılan yöntemlerin bu uygulamalar için yeterince doğru olduğu varsayımı birçok araştırmada test edilmiştir, ancak bu yöntemlerin küresel çapta uygulamasının artmasıyla birlikte Amerikan örneklerinden türetilen bu yöntemlerin daha detaylı araştırılması yaygınlaşmıştır. Sonuç olarak, Suchey-Brooks yöntemi çok sayıda osteolojik koleksiyonlar veya sanal örnekler üzerinde geniş çapta test edilmiş ve genellikle yaş tahmini yönteminin popülasyon varyasyonlarından etkilendiği belirtilmiştir (Kotěrová vd., 2019). Şimdiye kadar Suchey Brooks yöntemi, referans grubundan farklı olarak Fransa (Savall vd., 2016), Japonya (Sakaue, 2006), Avustralya (Lottering vd., 2013), İspanya (Rissech vd., 2012) ve Güney Afrika (Joubert vd., 2019) gibi popülasyonlar üzerinde geniş çapta test edilmiştir. Ancak bu yöntem şimdiye kadar güncel Türk popülasyonuna ait bir örneklem üzerinde denenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, modern Türkiye popülasyonuna ait yaşayan bireylerden alınan BT görüntüleri üzerinde pubis simfisize dayalı Suchey-Brooks yaş tahmini yönteminin güvenilirliğini ve doğruluğunu analiz etmektir.

Gereç ve yöntem

Veri kaynakları

Bu çalışmanın örneklemini, 2013-2014 yılları arasında Türkiye'deki büyük eğitim ve araştırma hastanelerinden birinin radyoloji bölümünde çekilen, yaşı ve cinsiyeti bilinen toplam 120 bireye (60 Kadın, 60 Erkek) ait 3B pubis simfisiz görüntüleri oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan bireylerin yaşları 19 ila 93 arasında değişmekte olup kadın ve erkeklere ait yaş dağılımları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Bireyler on yıllık aralıklarla sekiz yaş grubuna bölünmüştür. Ancak toplanan bilgisayarlı tomografi görüntülerinde genç bireylerin ve yaşlı bireylerin yetersiz temsil edilmesi nedeniyle tüm yaş gruplarında eşit sayılar elde etmek mümkün olmamıştır. Araştırmada kullanılan örneklemin cinsiyete ve yaşa göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Örneklemin cinsiyet ve yaşa göre dağılımı

Veri toplama ve görüntü oluşturma

Araştırmada kullanılan 3B pubis simfisiz görüntüleri, bilgisayarlı tomografi (SOMOTOM Definition Flash, Siemens Medical Solutions, Forcheim, Almanya) cihazından elde edilmiş olup, OsiriX Lite (v.11.0.4) (Pixmeo, Cenevre, İsviçre) yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. OsiriX yazılımı 3D Endoscopy, 3D

Tablo 1. Yaşa dair tanımlayıcı istatistik verileri

	N	Ortalama	En düşük	En yüksek	Medyan	Standart sapma
Erkek	60	53,09	19	93	54	19,03
Kadın	60	60,68	20	89	59,5	16,13

Surface Rendering, 3D Volume Rendering, 3D MIP, 2D Orthogonal MPR, 3D Curved MPR ve 3DMPR gibi farklı görselleştirme modları sunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 3B pubis simfisiz görüntüleri, OsiriX yazılımının hacimsel görüntüleme modu ile biçimlendirilmiştir ve bireylere pubis simfisiz bölgesi manuel yöntemle diğer kemiklerden ayrıştırılmıştır.

Suchey ve Brooks (1990), sundukları yöntemde erkekler ve kadınlar için her biri erken ve geç evre olmak üzere yaş aralığı ve ortalamaya sahip altı aşama belirlemişlerdir. Daha sonra her bir bireyin 3B pubis simfisiz rekonstrüksiyonlarına ait morfolojik karakterler, Suchey ve Brooks (1990) tarafından önerilen metodoloji takip edilerek bir faz tanımlaması yapılmıştır. Çalışmada değerlendirilen tüm 3B görüntüler, yanlılığın etkisini azaltmak için bireylerin gerçek yaşı bilinmeden ve rastgele analiz edilmişlerdir. Hacimsel görüntüleme modu kullanıldığı için, gözlemci kemiği üç boyutta döndürerek inceleyebilmiştir. Bu retrospektif çalışmada kullanılan örneklemden elde edilen pubis simfisiz çiftlerinin arasında bireysel asimetriyi önlemek için sadece sol tarafının morfolojik özellikleri değerlendirmeye alınmıştır. Cinsiyeti bilinen ancak gerçek yaşı bilinmeyen her bir 3B pubis simfisiz rekonstrüksiyonu Suchey-Brooks evrelerinin erken veya geç fazlarından birine sınıflandırılmıştır. Tahmini yaş, yanlışlık ve yanlılığın hesaplanmasında kullanılan Suchey-Brooks yöntemine ait fazların ortalama yaşı olarak kabul edilmiş ve ölüm yaşı tahmin edildikten sonra, bireylerin gerçek yaşları alınıp ilgili istatistiksel analizleri yapılmıştır. Her bir Suchey-Brooks fazı için, yönteme ait verilen morfolojik tanımlayıcılar faz sınıflandırmasına yardımcı olmak için kullanılmıştır. Suchey-Brooks yönteminin uygulanabilirliğini değerlendirmek için, her bireyin pubis simfisizi, Suchey-Brooks tekniğinin tanımlamalarında belirtilen morfololojik özelliklerin varlığı açısından incelenmiştir.

İstatistiksel yöntem

İstatistiksel analizler ve grafiksel gösterimler, Excel yazılımı (Microsoft Office 2010) ve SPSS 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yaşlanma yönteminin performansındaki başarı, bir yaş tahmininin bireyin gerçek kronolojik yaşına yakınlığı olarak tanımlanabilir (Rissech vd., 2012). Bu nedenle, Suchey-Brooks yaş tahmini yönteminin performansını değerlendirmek için doğruluk, yanlışlık ve yanlılık değerleri hesaplanmıştır. Tahmini ve gerçek yaşlar arasındaki ortalama hatalar 10 yıllık aralıklarla hesaplanmıştır.

Yanlışlık bir diğer ifade ile mutlak hata, bir yöntemin yanlış sınıflandırılmasında işlenen hatanın derecesini değerlendiren istatiksel ölçümdür. Özünde, mutlak hata mutlak farkı temsil eder; tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın işaretini (pozitif veya negatif) dikkate almaz (Rissech vd., 2012). Kısacası, yanlışlık; mutlak hatanın ortalama büyüklüğünü gösterir. Mutlak hata, tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki ortalama mutlak fark olarak hesaplanır.

Yanlışlık değeri aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\sum|\text{tahmin edilen yaş} - \text{gerçek yaş}| \ / \ n$$

Yanlılık, bir yöntemin yanlış sınıflandırılmasında yani tahmini yaşın gerçek yaştan yüksek veya düşük olduğu durumlarda işlenen hatanın yönünü tanımlayan istatiksel ölçümdür. Tahmini yaş kronolojik yaştan büyükse, sapma pozitiftir. Tahmini yaş kronolojik yaştan daha gençse, sapma negatiftir. Yanlılık, tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki ortalama fark olarak hesaplanmıştır (Rissech vd., 2012). Kısacası yanlılık; yaşın fazla veya az tahmin edilmesi eğilimini ifade eder.

Yanlılık aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\sum(\text{tahmin edilen yaş} - \text{gerçek yaş})/n$$

Doğruluk; gerçek yaşı, tahmin edilen yaş aralığına düşen bireylerin sayısı olarak tanımlanmaktadır. Gerçek yaş bir fazın yaş aralığına uyduğu sürece, gerçek yaş birden fazla fazın aralığına düşse bile doğru olarak nitelendirilir. Örneğin, Suchey-Brooks yönteminin kadınlardaki birinci aşaması 15 ila 24 yıl ve ikinci aşaması 19 ila 40 yıl arasında değişmektedir. Eğer bireyin yaşı 20 ise, Suchey ve Brooks yönteminin 1. ve 2. fazı doğru olarak nitelendirilir. Bu şekilde doğruluk, faz veya skor tanımlarının morfolojik değişkenliği ne kadar iyi açıklayabileceğini ölçmüştür (Miranker, 2016).

Son olarak, Suchey-Brooks yönteminin faz sınıflandırılması gözlemci içi güvenilirliği rastgele seçilen 15 birey kullanılarak değerlendirilmiştir. Gözlemci içi güvenilirliği test etmek için görüntüler 1 hafta sonra ikinci kez farklı bir sırayla analiz edilmiş ve yöntemin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliğini belirlemek için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır.

Tablo 2. Sınıf içi korelasyon karşılaştırma katsayısı (ICC) (2 tekrar) (n=16)

	ICC	(95%CI)
Erkek	0,892	0,503-0,981
Kadın	0,938	0,724-0,987

Bulgular

Çalışmada kullanılan istatistiklerin geçerliliği kullanılan yöntemin güvenilirliğine bağlıdır. Bu sebeple ilk önce gözlemci içi güvenilirliği test etmek için rastgele seçilen

16 bireyden bir hafta ara ile iki kez Suchey-Brooks yöntemine göre yaş tahmini değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar sınıf içi korelasyon (ICC) kullanılarak analiz edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2'deki ICC sonuçlarına göre, kadınlarda uygulanan Suchey-Brooks yaş tahmini yönteminin ICC değeri 0,938 iken, erkeklerde 0,892'dir. ICC değerleri 0,50'den daha az olduğu zaman düşük güvenilirliği, 0,75 ile 0,50 arasında olduğunda orta güvenilirliği, 0,90 ila 0,75 arasında yeterli ve iyi güvenilirliği ve son olarak 0,90'dan büyük olduğu zaman yüksek güvenilirliği ifade etmektedir (Koo ve Li, 2016; Gülhan, 2020b). Kısacası, ICC sonuçları 1'e yaklaştığı zaman güvenilirliğin arttığını, 0'a yaklaştığı zaman güvenilirliğin azaldığını göstermektedir (Steyn vd., 2012). Buna göre bu çalışmanın gözlemci güvenilirliğinin kadınlar için yüksek güvenilirlik erkekler içinse iyi seviyede olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Suchey-Brooks yöntemi için doğruluk oranları

Yaş aralığı	Erkek		Kadın	
	N	%	N	%
15-25	5	100	1	100
26-35	6	83.3	1	100
36-45	13	84.6	10	100
46-55	8	75	11	100
56-65	13	69.3	11	81.8
66-75	6	66.6	12	100
76-85	8	62.5	12	66.6
86-95	1	0	2	50
Toplam	60	66.6	60	86.6

Bu analizin amaçları doğrultusunda doğruluk; her bir bireyin kronolojik yaşının Suchey-Brooks yöntemi için sağlanan yaş aralıklarına dahil edilip edilmediği olarak tanımlanır. Bu sonuçlara göre, kadınlar (%86,6) erkeklerden (%66,6) daha yüksek bir doğruluk sağladığını göstermektedir.

Suchey-Brooks yönteminin 10 yıllık aralıklardaki yaşlara göre gruplandırıldığında elde edilen doğruluk oranlarına göre hem erkeklerde hem de kadınlarda yaş arttıkça doğruluk oranı düşmektedir. Erkekler için en yüksek doğruluğun 1. faz için olduğu ve her bir fazdan itibaren yavaş yavaş azaldığı gözlenmektedir. Kadınlar için ise en yüksek doğruluğun 56 yaşına kadar korunduğu sonrasında bu yaştan itibaren yavaş yavaş azaldığı gözlenmiştir.

Her iki cinsiyete ait yanlışlık ve yanlılık değerlerinin sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Bu sonuçlara göre, toplam yanlılık sırasıyla 9,84 ve 12,19 hem erkeklerde hem de kadınlarda yaşın genellikle eksik tahmin edildiğini göstermektedir. Kadınlarda, erkeklere kıyasla biraz daha düşük oranda yanlılık ve yanlışlık gözlenmektedir. Yanlılık ayrıca her bir yaş aralığı içinde hesaplanmıştır. Erkeklerde, Suchey-Brooks yönteminin 15 ila 35 yaşları arasında en az sapma ve hata gözlenirken, kadınlarda 15 ila 55 yaşları arasında gözlenmektedir. Özetle, Suchey-Brooks yöntemi genç bireylerde daha az sapma ve hata gösterirken, en kötü performansı geç yetişkinlerde yani 75 yaş üstü bireylerde göstermektedir.

Tartışma

Adlî antropolojide kullanılan yöntemlerin hassasiyeti ve doğruluğu bireysel kimliklendirme için oldukça önemlidir ve bu sebeple en doğru yöntemin tercih edilmesi gerekmektedir. Günümüzde halen pubis simfisizden yaş tahmini için kullanılan Suchey-Brooks (1990) yöntemi oldukça popülerdir. Ancak bu popüler yöntemin bile öznellik, gözlemci deneyimsizliği ve düşük tekrarlanabilirlik gibi çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlara ek olarak, daha önceki

Tablo 4. Suchey-Brooks yaş tahmini yöntemi için yanlılık ve yanlışlık değerleri

Yaş aralığı	Erkek			Kadın		
	Yanlışlık	Yanlılık	N	Yanlışlık	Yanlılık	N
15-25	3,66	3,66	1	0,6	-0,6	5
26-35	7,63	-3,26	1	2,7	-2,7	6
36-45	8,91	-5,77	10	6,2	-2,12	13
46-55	11,2	-8,9	11	6,34	-5,05	8
56-65	14,91	-14,26	11	6,86	-4,31	13
66-75	23,3	-23,3	12	10,82	-10,82	6
76-85	26,57	-26,57	12	20,33	-20,33	8
86-95	31,8	-31,8	2	21,32	-21,32	1
Toplam	14,33	-12,19	60	11,60	-9,84	60

çalışmalar, insan iskeletindeki yaşa bağlı spesifik değişikliklerin başlama zamanının popülasyonlar arasında farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir (Savall vd., 2016). Suchey-Brooks yöntemi Kuzey Amerika popülasyonu kullanılarak geliştirildiği için bu yöntemin doğruluğu ve tekrarlanabilirliğinin Türk popülasyonunda test edilmesi ve güvenilirliğinin ölçülmesi önem kazanmaktadır. Bu yöntemlerin adlî vakalarda günümüzde Türk popülasyonuna ait bireylere uygulanmasında ortaya çıkabilecek hatanın büyüklüğü bilinmemektedir ve diğer popülasyonlarda ABD referans standartları uygulandığında büyük hatalar gözlenen popülasyonlar (Savall vd., 2016) olmakla birlikte, küçük hata oranlarıyla birlikte bu standartların kullanılabilmesi uygun olan popülasyonlarda (Sakaue, 2006) mevcuttur. Önceki çalışmalar, Amerika dışındaki örneklerde Suchey-Brooks yöntemini kullanmanın zorluklarını gündeme getirmişlerdir. Bu sebeple bu çalışmanın amacı, literatürde yaygın bir şekilde kullanılan Suchey-Brooks yönteminin modern Türk popülasyonuna ait bir bireyin 3B pubis simfisiz görüntüleri üzerinden doğruluğunu ve yanlılığını değerlendirmektir. Bu yöntemin Türk popülasyonundan seçilen bir örneklem üzerinde denenmesinin sebeplerinden biri Türkiye'de yapılan çalışmalarda en çok kullanılan yaş tahmini yöntemlerinden biri olması ve bu yöntemin güncel bir Türk örnekleminin üzerinde henüz test edilmemiş olmasıdır. Düşük tekrarlanabilirlik oranının Suchey-Brooks yönteminin en büyük dezavantajlarından biri olduğu bilinmektedir. Yöntem doğası gereği özneldir; bu öznellik gözlemci deneyimi ile birleşince bireyler arasında tanımların yorumlanmasında farklılıklara yol açabilmektedir. (Joubert vd., 2019). Mevcut çalışmada, bu yöntemin erkekler için iyi, kadınlar içinse yüksek düzeyde tekrarlanabilir olduğu gözlenmiştir.

Suchey-Brooks referans örneği, oldukça çeşitli sosyo-ekonomik geçmişe sahip bireylerden oluşan çok farklı bölgelerden gelen büyük bir örnek üzerinde çalışarak geliştirilmiştir. Yöntem geliştirilirken kullanılan bireyler her ne kadar Los Angeles'ta otopsileri yapılmış olsa da bu bireyler Kuzey Amerika, Avrupa, Güney Amerika ve Asya'dan gelen azınlıklardır(San Millán vd., 2013). Bununla birlikte, popülaritesine rağmen, bu yöntemin Amerika dışındaki popülasyonlara, Fransa (Savall vd., 2016), İspanya (Rissech vd., 2012) ve Güney Afrika (Joubert vd., 2019) uygulandığında hem yanlı yaş tahminleri sergilemiş hem de 40 yaş üstü bireylerin yaşını belirlemede güçlük göstermiştir. Brooks ve Suchey'in orijinal çalışmasında özellikle III ve VI. fazlarda oldukça fazla varyasyon olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu nedenle, eğer mümkünse birden çok yaş göstergesi kullanılmasını tavsiye etmişlerdir. Suchey ve Brooks yöntemindeki bu sınırlılıkları çözebilmek için bazı araştırmacılar yeni bir faz ekleyerek ya da mevcut fazların yaş aralıklarını düzenleyerek yöntemde değişiklik önerisinde bulunmuşlardır (San Millán vd., 2013; Joubert vd., 2019).

Yetişkinlerde yaş tahmini yöntemlerinin en temel sorunlarından bir tanesi yaşlı bireylerde yaşın tahmin edilememesidir. Bunun nedeni, özellikle ileri yaşlarda olmak üzere, yaşlanma sürecinde yaş belirteçlerinin büyük oranda değişkenlik göstermesidir. İskeletteki yaşa bağlı morfolojik değişiklikler bireyin büyüme, gelişme ve olgunlaşma süreçlerini yaşamasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, yaş belirteçlerinin bireysel bir iskeletteki görünümü, bu bireyin yaşam geçmişine bağlı olarak değişecektir. Bu durumu etkileyen faktörler arasında sağlık durumu, beslenme, yaşam şekli, kültürel uygulamalar ve yaşamı boyunca geçirdiği hastalık ve travmaların varlığı yer almaktadır (Rissech vd., 2012). Tüm bu sebeplerden dolayı yaş belirteçlerinde gözlenen değişkenlik artmakta ve yaşlanma yöntemlerinin doğruluğu yaşla birlikte azalmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarında da gözlendiği gibi yetişkin bireylerde yaş arttıkça doğruluk oranı düşmekte ayrıca yanlılık ve yanlışlık değerleri artmaktadır. Yine de özellikle erkeklerde 65 yaşın üzerindeki bu oranların kabul edilebilirliği tartışmalıdır. Bu oranlar İspanyol (Rissech vd., 2012) ve Avustralya (Lottering vd., 2013) popülasyonları için yapılan çalışmalara göre yüksek olsa da Fransa (Savall vd., 2016) için yapılan çalışma ile benzer sonuçlar sergilemektedir. Savall ve arkadaşlarının (2016) çalışmalarında belirttiği gibi bu yüksek oranlar adlî vakalardaki yaş tahmini yöntemleri için kabul edilebilir değildir ve bu sebeple Suchey-Brooks yöntemi farklı popülasyonlara uygulandığında sonuçlar büyük bir dikkatle ele alınmalıdır. Ayrıca mevcut çalışmada, Suchey-Brooks yönteminin sınıflandırma doğruluğu da değerlendirilmiştir. Kadınlarda (%86,6), erkeklerden (%66,6) daha yüksek bir sınıflandırma doğruluğu elde edilmiştir. Aynı şekilde, Joubert ve arkadaşlarının 2019'da Güney Afrika popülasyonu ile yaptığı sonuçlarda da kadınlarda (%98,8), erkeklerden (%67,7) daha yüksek sınıflandırma doğruluğuna ulaşılmıştır.

Faz tanımları ve yaş aralıkları erkeklere ve kadınlara özgü olmakla birlikte fazlar arasında önemli çakışmalar vardır. Bu sebeple, Suchey-Brooks yönteminin ana eleştirilerinden bir diğeri ise fazlarla ilişkili son derece büyük yaş aralıklarıdır (Tersigni-Tarrant ve Shirley, 2013). Adlî bir durumda, yaş aralığı sadece anlamlı olacak kadar dar olmamalı, yani bir kişinin sadece kayıp kişiler listesinde kimin olabileceği olasılıklarını azaltmak için değil, aynı zamanda mağdurun gerçek yaşını içerecek kadar geniş olmalıdır. Adlî soruşturmalar için, adlî yaş tahmininde fazla spesifik olmak, fazla genel olmak kadar problemli bir durumdur. (Black ve Ferguson, 2011).

Sonuç olarak, antropologlar yetişkin iskelet kalıntıları için geniş yaş kategorileri kullanma eğilimindedirler. Ayrıca, yaş tahmini yapmadan önce cinsiyet ve soy tahmininin yapılması ön şarttır ve simfizyal yüz eski iskelet vakalarında ya da kömürleşmiş cesetlerde sıklıkla zarar görebilmektedir (Baccino ve Schmitt, 2006).

Tüm bu eleştirilerin yanı sıra pubis simfisizden yaş tahmini yöntemleri arasında, antropologlar için Suchey-Brooks yöntemini tercih etmelerinin çeşitli nedenleri vardır. Bunlardan ilki, bu yöntemin uygulanmasının kolay olmasıdır. Morfolojik değişiklikler yalnızca altı aşamaya ayrılır. Ek olarak, özellikle daha az deneyimli gözlemciler tarafından kullanılması tercih edilen pubis simfisiz için kastların mevcut olmasıdır. Bu yöntem modern, çok çeşitli bölgelerden ve adlî bir popülasyondan (Los Angeles Coroner's Ofisi'nin otopsi örnekleri) alınan örneklemler üzerinde durulmuştur ve veri işleme bireyler arasındaki değişkenliği dikkate almaktadır. Her faz için %66 ve %95 güven aralığı olmak üzere iki yaş aralığı sağlanır (Baccino ve Schmitt, 2006). Garvin ve ekibinin (akt. Pucciarelli vd., 2016) Amerikan Adlî Bilimler Derneği'nin (AAFS) Fizik Antropoloji Bölümü'nün tüm üyelerine uygulamış oldukları elektronik anket sonucuna göre öğretim üyelerinin %78'nin yaş tahmini yöntemleri içerisinde pubis simfisizi tercih ettikleri sonucuna ulaşmışlardır. Pubis simfisizin en önemli avantajlarından biri, diğer iskelet bölgelerinin aksine, yaşa bağlı dejenerasyon oranının fiziksel veya meslekî aktiviteden etkilenmemesidir ve bu durum kimliği bilinmeyen bireylerin ölüm yaşını tahmin etmede oldukça yararlı bir özelliktir. Bu sebeple, mevcut tüm yöntemler arasında Suchey-Brooks yöntemi ile pubis simfisizden yaş tahmini analizinin doğru ve en yaygın olarak kullanıldığı gösterilmiştir (Pucciarelli vd., 2016).

Türkiye'de antropologlar, yetişkin bireylerden yaş tahmin etmek için öncelikle bir dizi Amerikan temelli iskelet yaşlanma yöntemleri uygulamaktadırlar. Bu uygulamaların başında pubis simfisiz, aurikular yüzey ve kraniyal sütur morfolojisini değerlendiren yöntemler gelmektedir. Bu yöntemlerden bazıları yetişkinlik boyunca art arda değişen morfolojik özelliklere dayanan kategorik fazlardan oluşur ve ortalama veya standart sapmaların %90 veya %95 güven aralığına göre her birine ortalama bir yaş ve daha geniş bir yaş aralığı atanan fazlara göre sınıflandırılır (Kimmerle vd., 2008). Bu çalışmanın temel amacı, Suchey-Brooks yönteminin Türk popülasyonu üzerinde uygulanmasıyla bu yöntem sonucu elde edilen yaş ile gerçek yaşın karşılaştırılmasıdır. Bu şekilde, ABD popülasyonu için geliştirilen Suchey-Brooks yönteminin Türk popülasyonu için ne derece kullanılabileceği incelenebilecektir.

Sonuç

Suchey-Brooks yöntemi, antropolojik araştırmalarda pubis simfisizden yaş tahmini için en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Ancak, coğrafî konum ve seküler değişim gibi çeşitli faktörlerden etkilenen popülasyonlar arası farklılıklar söz konusudur. Bu çalışmanın amacı, BT görüntülerinden elde edilen modern Türk popülasyonuna ait pubis simfisiz modelleri üzerinde Suchey-Brooks yönteminin güvenilirliğini test etmektir.

Suchey-Brooks yöntemi hem erkek bireylerde hem de kadınlarda genç yaşlarda düşük yanlılık ve yüksek doğruluk oranları gösterse de yaş ilerledikçe daha düşük doğruluk oranları gözlenmektedir. Bununla birlikte, yöntemin yaşlı bireylerdeki düşük performansı nedeniyle, Türk popülasyonuna özgü özellikle bu evreler için yeni yaş aralıklarının oluşturulması gerekliliği doğmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Suchey-Brooks yöntemini adlî ve arkeolojik bağlamlarda sistematik olarak uygulamadan önce, bu yöntemin Türk popülasyonunda kullanılmasına ilişkin daha fazla araştırma yapılması gerektiği gözlenmiştir. Araştırmada kullanılan veri setinde belirli yaş gruplarından bireylerin sayıca az olması sebebiyle, Suchey-Brooks yöntemine ait bazı fazlar hakkında yeterli sonuçlar elde edilememiştir. Yine de bu araştırmanın sonuçları burada kullanılan popülasyon örneği için geçerli olmakla birlikte, Suchey-Brooks yönteminin ilk kez Türk popülasyonundan seçilen bir örnekleme uygulanmış olması sebebiyle Türkiye'de uygulanacak olan antropolojik araştırmalar için önemli fikirler sağlamaktadır. Bununla birlikte, genç ve ileri yaş erişkin gruplarının sayıları diğer yaş grupları ile eşitlenerek yapılacak ileri bir çalışmanın Türk popülasyonunda Suchey-Brooks yönteminin daha detaylı değerlendirilmesine yardımcı olacaktır.

Kaynakça

Baccino, E., ve Schmitt, A. (2006). Determination of adult age at death in the forensic context. A. Schmitt, E. Cunha ve J. Pinheiro (ed.) içinde, Forensic anthropology and medicine: Complementary sciences from recovery to cause of death (s. 259-280). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-59745-099-7_11

Black, S., ve Ferguson, E. (2011). Forensic anthropology: 2000 to 2010. CRC Press. https://doi.org/10.1201/b10727

Brooks, S. T. (1955). Skeletal age at death: The reliability of cranial and pubic age indicators. *American Journal of Physical Anthropology, 13*(4), 567-597. https://doi.org/10.1002/ajpa.1330130403

Brooks, S., ve Suchey, J. M. (1990). Skeletal age determination based on the os pubis: A comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution, 5*(3), 227-238. https://doi.org/10.1007/BF02437238

Dedouit, F., Telmon, N., Hervé, R., Francis, E., Joffre, C., ve Daniel, R. (2010). Modern cross-sectional imaging in anthropology. M. J. Thali, M. D. Viner ve B. G. Brogdon (ed.) içinde, *Brogdon's Forensic Radiology* (2nd edition) (s. 107-126). CRC Press.

Gülhan, Ö. (2020a). Tibia kemiğine ait metrik ölçümlerde bilateral asimetrinin değerlendirilmesi. *Antropoloji,* (39), 29-41. https://doi.org/10.33613/antropolojidergisi.723090

Gülhan, Ö. (2020b). Üç farklı görüntüleme tekniğinden alınan tibia ölçümlerinin güvenilirliğinin değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 60*(1), 119-144. https://doi.org/10.33171/dtcfjournal.2020.60.1.7

Hartnett, K. M. (2010). Analysis of age-at-death estimation using data from a new, modern autopsy sample - Part I: Pubic bone. *Journal of Forensic Sciences, 55*(5), 1145-1151. https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01399.x

Joubert, L. C., Briers, N., ve Meyer, A. (2019). Evaluation of the Suchey–Brooks age estimation method in a white South African population. *Forensic Science International, 301*, e14-e19. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.05.029

Katz, D., ve Suchey, J. M. (1986). Age determination of the male os pubis. *American Journal of Physical Anthropology, 69*(4), 427-435. https://doi.org/10.1002/ajpa.1330690402

Kimmerle, E. H., Jantz, R. L., Konigsberg, L. W., ve Baraybar, J. P. (2008). Skeletal Estimation and Identification in American and East European Populations. *Journal of Forensic Sciences, 53*(3), 524-532. https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00708.x

Konigsberg, L. W., ve Frankenberg, S. R. (1994). Paleodemography: "Not quite dead." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews, 3*(3), 92-105. https://doi.org/10.1002/evan.1360030306

Koo, T. K., ve Li, M. Y. (2016). A Guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine, 15*(2), 155-163. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012

Kotěrová, A., Velemínská, J., Cunha, E., ve Brůžek, J. (2019). A validation study of the Stoyanova et al. method (2017) for age-at-death estimation quantifying the 3D pubic symphyseal surface of adult males of European populations. *International Journal of Legal Medicine, 133*(2), 603-612. https://doi.org/10.1007/s00414-018-1934-1

Langley, N. R., Gooding, A. F., ve Tersigni-Tarrant, M. A. (2017). Age Estimation Methods. N. R. Langley ve M. Tersigni-Tarrant (ed.) içinde, *Forensic Anthropology: A comprehensive introduction, Second Edition* (s. 193-212). CRC Press. https://doi.org/10.4324/9781315300030

Lottering, N., MacGregor, D. M., Meredith, M., Alston, C. L., ve Gregory, L. S. (2013). Evaluation of the Suchey-Brooks method of age estimation in an Australian subpopulation using computed tomography of the pubic symphyseal surface. *American Journal of Physical Anthropology, 150*(3), 386-399. https://doi.org/10.1002/ajpa.22213

Márquez-Grant, N. (2015). An overview of age estimation in forensic anthropology: Perspectives and practical considerations. *Annals of Human Biology, 42*(4), 306-320. https://doi.org/10.3109/03014460.2015.1048288

Mckern, T. W. ve Stewart, T. D. (1957). Skeletal age changes in young American males: Analysed from the standpoint of age identification. *Natick, MA: Quartermaster Research and Development Command Technical Report EP-45*.

Miranker, M. (2016). A comparison of different age estimation methods of the adult pelvis. *Journal of Forensic Sciences, 61*(5), 1173-1179. https://doi.org/10.1111/1556-4029.13130

Pucciarelli, V., Gibelli, D. M., Codari, M., Maria, F., Rusconi, E., Cappella, A., ve Sforza, C. (2016). Laser scanner versus stereophotogrammetry: A three-dimensional quantitative approach for morphological analysis of pubic symphysis. *Proceedings of the 7th International Conference on 3D Body Scanning Technologies* içinde, (s. 80-87). https://doi.org/10.15221/16.080

Rissech, C., Wilson, J., Winburn, A. P., Turbón, D., ve Steadman, D. (2012). A comparison of three established age estimation methods on an adult Spanish sample. *International Journal of Legal Medicine, 126*(1), 145-155. https://doi.org/10.1007/s00414-011-0586-1

Sakaue, K. (2006). Application of the Suchey-Brooks system of pubic age estimation to recent Japanese skeletal material. *Anthropological Science, 114*(1), 59-64. https://doi.org/10.1537/ase.00098

San Millán, M., Rissech, C., ve Turbón, D. (2013). A test of Suchey-Brooks (pubic symphysis) and Buckberry-Chamberlain (auricular surface) methods on an identified Spanish sample: Paleodemographic implications. *Journal of Archaeological Science, 40*(4), 1743-1751. https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.11.021

Savall, F., Rérolle, C., Hérin, F., Dédouit, F., Rougé, D., Telmon, N., ve Saint-Martin, P. (2016). Reliability of the Suchey-Brooks method for a French contemporary population. *Forensic Science International, 266*, 586.e1-586.e5. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.04.030

Scientific Working Group for Forensic Anthropology [SWGANTH] (2013). Age estimation (Revision 1). https://www.nist.gov/system/files/documents/2018/03/13/swganth_age_estimation.pdf

Steyn, M., Becker, P. J., L'Abbe, E. N., Scholtz, Y., ve Myburg, J. (2012). An assessment of the repeatability of pubic and ischial measurements. *Forensic Science International, 214*(1-3),e1-210.e4. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.07.049

Tersigni-Tarrant, M. A., ve Shirley, N. R. (2013). *Forensic anthropology: an introduction.* CRC Press.

Todd, T. W. (1920). Age changes in the pubic bone. I. The male white pubis. *American Journal of Physical Anthropology, 3*(3), 285-334. https://doi.org/10.1002/ajpa.1330030301

Ubelaker, D. H. (2008). Methodology in commingling analysis: An historical overview. B. J. Adams ve J. E. Byrd (ed.) içinde, *Recovery, analysis, and identification of commingled human remains* (s. 1-6). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-59745-316-5_1

2020. Telif hakları yazar(lar)a aittir.

Bu makale Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansının hüküm ve şartları altında yayımlanan açık erişimli bir makaledir.