



## ARAŞTIRMA / RESEARCH

### Suturæ cranii'nin morfolojik ve morfometrik değerlendirilmesi

Morphologic and morphometric evaluation of cranial sutures

Nazire Kılıç Şafak<sup>1</sup>, Rümeyza Gamze Taşkın<sup>1</sup>, Ahmet Hilmi Yücel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Adana, Turkey

*Cukurova Medical Journal 2019;44(Suppl 1):469-473.*

#### Abstract

**Purpose:** The aim of this study is to evaluate the sutural patency morphology and morphometry of sutura coronalis, sutura sagittalis and sutura lambdoidea.

**Materials and Methods:** For this purpose, 17 Anatolian dry skulls with unknown sex and age were analyzed for sutural patency (Grade 0, 1, 2, 3, 4), and then, sutura cranii lengths were measured with sliding caliper.

**Results:** In the present study, sutura coronalis was observed as Grade 0 with 0%, Grade 1 with 67.85%, Grade 2 with 3.57%, Grade 3 and 4 with 14.28%; sutura sagittalis was observed as Grade 0 with 0%, Grade 1 with 53.57, Grade 2 and 3 with 14.28%, Grade 4 with 17.85%; sutura lambdoidea was observed as Grade 0 with 0%, Grade 1 with 60.71%, Grade 2 with 14.28%, Grade 3 with 0%, Grade 4 with 7.14%. The lengths of sutura coronalis, sutura sagittalis and sutura lambdoidea were found as 116.80±7.70 mm, 106.59±7.18 mm, 109.05±6.76 mm, respectively.

**Conclusion:** This study results will make contributions to literature data especially for anatomy, anthropology, osteopathic medicine researchers.

**Keywords:** Cranial sutures, skull, morphology, morphometry

#### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, sutura coronalis, sutura sagittalis ve sutura lambdoidea sutural açıklığı morfolojisinin ve morfometrisinin değerlendirilmesidir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu amaç ile, cinsiyeti ve yaşı belli olmayan Anadolu popülasyonuna ait 17 adet cranium sutural açıklık derecesine göre (Derece 0, 1, 2, 3, 4) analiz edilmiştir ve daha sonra sutura cranii uzunlukları elektronik kumpas ile ölçülmüştür.

**Bulgular:** Çalışmamızda sutura coronalis Derece 0 %0, Derece 1 %67.85, Derece 2 %3.57, Derece 3 ve 4 ise %14.28 ; sutura sagittalis Derece 0 %0, Derece 1 %53.57, Derece 2 ve 3 %14.28, Derece 4 %17.85, sutura lambdoidea Derece 0 %0, Derece 1 %60.71, Derece 2 %14.28, Derece 3 %0, Derece 4 %7.14 olarak gözlenmiştir. Sutura coronalis, sutura sagittalis ve sutura lambdoidea uzunlukları ise sırası ile 116.80±7.70 mm, 106.59±7.18 mm, 109.05±6.76 mm olarak bulunmuştur.

**Sonuç:** Çalışma sonuçlarımızın özellikle anatomi, antropoloji ve osteopatik manipülatif tıp ile ilgili literatüre katkıda bulunacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Sutura cranii, kafatası, morfoloji, morfometri

## GİRİŞ

Ossifikasyon; embriyolojik gelişimin üçüncü ayında başlayıp genellikle 25 yaşa kadar tamamlanır. Endokondral ve intramembranöz ossifikasyon olmak üzere iki kısma ayrılır. Endokondral ossifikasyon daha yavaş olup kırıldak bir modelin kemiğe dönüşmesi şeklinde meydana gelir. İntramembranöz ossifikasyonda ise kemik mezenşimal hücrelerin osteoblastlara dönüşmesi ile doğrudan meydana gelir. İntramembranöz

ossifikasyon cranium gibi hızlı ve acil koruma gerektiren kısımlarda meydana gelir<sup>1</sup>. Cranium; gebeliğin 23-26 günleri arasında gelişmeye başlar<sup>2</sup>. Cranium, beyni çevreleyen neurocranium ve yüz iskeletini oluşturan viscerocranium kısımlarından meydana gelmektedir. Neurocranium 8 adet kemikten, viscerocranium ise 14 adet kemikten meydana gelmektedir. Bu kemikler birbiri ile sutural eklemler aracılığı ile kaynaşmaktadır. Sutural eklemler eklem kapsülü ve eklem boşluğu bulundurmayan, articulationes fibrosae sınıfında yer alan eklemlerdir.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Nazire Kılıç Şafak, Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Adana, Turkey E-mail: nazireklic84@gmail.com,

Geliş tarihi/Received: 03.05.2019 Kabul tarihi/Accepted: 15.08.2019 Çevrimiçi yayın/Published online: 27.09.2019

Articulationes fibrosae sınıfı eklemler sadece cranium'da görülmektedir. Eklem katılan kemikler birbirine kenetlenen dişli kenarlar ile eklemleşmektedir<sup>3,4</sup>. Suturlar kemik doku ve yumuşak doku arasında bir geçiş bölgesi olduğundan anatomisi oldukça karmaşıktır. Suturlar, şekil olarak gençken daha düz ve basit bir yapıda görülürken, yaş ilerledikçe daha karmaşık bir görüntü almaktadır, karşılıklı kemik kenarların birbirine doğru ilerlemesi ile dişli bir hal almaktadır<sup>5</sup>. Suturlar yaş ile beraber değişim göstermesinden dolayı adli tıpta yaş tayini ile ilişkilendirilmektedir. Fakat çok fazla varyasyon gösterdiği için ancak diğer iskeletten yaş tayini yöntemleri ile birlikte kullanıldığı zaman yaş için daha net bir bilgi vermektedir<sup>6,7</sup>. Gelişim sırasında beyin gelişimine olanak sağlamak için suturlar arasında açıklıklar bulunmaktadır ve büyüme tamamlandığında bu suturlar kaynaşmaktadır<sup>8</sup>. Suturlar arasındaki dişli kenarlar cranium'da kuvvetin bir kemikten diğer kemiğe aktarılmasını sağlar. Sayılarının artması yüzey alanını artırarak daha büyük kuvvetleri aktarmaya yardımcı olur. Farklı bir deyişle suturların daha düz olması ise daha az hareket ve büyüme olduğunu gösterir<sup>9</sup>. Yapılan deneysel çalışmalarda daha düz bir suturun dışardan mekanik bir kuvvet uygulanırsa daha karmaşık hale geldiği kanıtlanmıştır<sup>10</sup>. Suturlar cranium'un bütünlüğünde olmazsa olmaz bir kısmı olmasına rağmen suturların rolü morfoloğlar ve paleontologlar için yıllardır süregelen bir tartışma konusudur. Cranium biyomekanikindeki rolü pek çok morfoloğun onlarca yıldır ilgisini çekmektedir fakat halen sutur morfolojisi hakkında pek çok cevaplanmamış soru vardır<sup>11</sup>. Yapılan bazı çalışmalarda suturların şeklini ve çeşitliliğini pek çok faktör etkilediğinden bahsedilmektedir. Suturlar genetik gibi intrinsik faktörlerin yanı sıra kasların kasılması gibi ekstrinsik faktörler tarafından da etkilenmektedir<sup>7,8</sup>. Yetişkin bir insanda üç tane tek (sutura coronalis, sutura sagittalis ve sutura lambdoidea) ve pek çok çift sutur (örneğin; sutura squamosa, sutura sphenoparietalis, sutura squamosa, sutura occipitomastoidea, sutura parietomastoidea) bulunmaktadır<sup>12</sup>. Sutura coronalis os parietale ön kenarları ve os frontale arasında, sutura sagittalis iki os parietale arasındaki, sutura lambdoidea ise os parietale arka kenarları ile os occipitale arasındaki suturlardır<sup>1</sup>. Hakkında bu kadar az bilgi olan ve pek çok cevaplanmamış soru olan suturların, varyasyonlarının ve morfolojilerinin bilinmesi

radyolojik görüntülerde kırık veya başka yapılar ile karışmasını önlemesi bakımından önem taşımaktadır<sup>13</sup>. Ayrıca suturlar suturotomi veya kraniyektomi (total veya kısmi) gibi kafa içi basıncını azaltmaya yönelik cerrahi girişimlerde de önemlidir<sup>12</sup>. Bu çalışmada, sutura coronalis, sutura sagittalis ve sutura lambdoidea'nın sutural açıklığını Sabini & Elkowitz'in skalası ile olmak üzere morfolojik olarak ve morfometrik olarak değerlendirmek amaçlanmaktadır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı kemik koleksiyonunda yer alan Anadolu popülasyonuna ait cinsiyeti ve yaşı belli olmayan 17 adet cranium kullanılmıştır. Deforme olmuş ve kırılmış cranium'lar çalışma dışı bırakılmıştır.

## Uygulama

Sutura coronalis, sutura sagittalis ve sutura lambdoidea'nın sutural açıklık dereceleri morfolojik olarak Sabini & Elkowitz'in geliştirmiş olduğu skalaya göre incelenmiştir. Belirtilen skala aşağıda gösterilmiştir<sup>7</sup>:

- Derece 0: Tamamen açık
- Derece 1: Kaynaşmış fakat oblitere olmamış
- Derece 2: %50'den az oblitere olmuş
- Derece 3: %50'den fazla oblitere olmuş
- Derece 4: %100 oblitere

Bu çalışmadaki morfometrik ölçümler 0.01 mm hassasiyetli kumpas ile gerçekleştirilmiş olup ölçümler aşağıda belirtilmiştir (Şekil 1)<sup>14,15</sup>:

- **Sutura coronalis uzunluğu:** Os parietale ön kenarları ve os frontale arasında uzanan sutura coronalis'in en alt noktaları arasındaki dik uzaklık ölçüldü.
- **Sutura sagittalis uzunluğu:** Bregma ve lambda noktaları arasındaki dik uzaklık ölçüldü.
- **Sutura lambdoidea uzunluğu:** Os parietale arka kenarları ile os occipitale arasında uzanan sutura lambdoidea bitimindeki en alt noktalar arasındaki dik uzaklık ölçüldü.



Şekil 1. A. Sutura coronalis uzunluğu, B. Sutura sagittalis uzunluğu, C. Sutura lambdoidea uzunluğu.

Tablo 1. Çalışmamızda görülen sutura coronalis, sutura sagittalis ve sutura lambdoidea oblitere olma dereceleri

Oblitere olma derecesi (%)	Sutura coronalis	Sutura sagittalis	Sutura lambdoidea
Derece 0	0	0	0
Derece 1	67.85	53.57	60.71
Derece 2	3.57	14.28	14.28
Derece 3	14.28	14.28	0
Derece 4	14.28	17.85	7.14

Tablo 2. Sutura coronalis, sutura sagittalis ve sutura lambdoidea ortalama değerleri

Ölçüm (mm)	N	Ortalama (mm)	Standart sapma
Sutura coronalis	17	116.80	7,70
Sutura sagittalis	17	106.59	7.18
Sutura lamdoidea	17	109.05	6.76

Tablo 3. Sutura cranii oblitere olma derecesi bakımından çalışma sonuçlarının literatür ile kıyaslanması.

Sutura cranii oblitere olma derecesi	
<b>Sutura coronalis</b>	
Bu çalışma	Derece 1(%67,85)>Derece 3=4 (%14,28)>Derece 2 (%3,57)
Sabini &Elkowitz	Derece 3>Derece 4>Derece 2>Derece 1
Murlimanju ve arkadaşları	Derece 2 (55,1)>Derece 3 (%33,3)>Derece 4 (%7,7)
Cırpan ve arkadaşları	Derece 3 (%36.7)>Derece 2 (%32.9)>Derece 1 (%24.7)>Derece 4 (%5.7)
<b>Sutura sagittalis</b>	
Bu çalışma	Derece 1 (%53.57)>Derece 4 (%17.85)>Derece 2=3 (%14.28)
Sabini &Elkowitz	Derece 3>Derece 2>Derece 4>Derece 1
Murlimanju ve arkadaşları	Derece 2 (%46.1)>Derece 3 (%37.2)>Derece 4 (%14.1)>Derece 1 (%2.6)
Cırpan ve arkadaşları	Derece 3 (%40.5)>Derece 2(%27.2)>Derece 1 (25.3)>Derece 4 (%7)
<b>Sutura lambdoidea</b>	
Bu çalışma	Derece 1 (%60.71)>Derece 2 (%14.28)>Derece 4 (%7.14)>Derece 3 (%0)
Sabini &Elkowitz	Derece 3>Derece4>Derece 2>Derece 1
Murlimanju ve arkadaşları	Derece 2 (%55.1)>Derece 1 (%23.1)>Derece 3 (16.7)>Derece 4 (%5.1)
Cırpan ve arkadaşları	Derece 1 (%41.8)>Derece 3 (%31)>Derece 2 (%24.1)>Derece 4 (%3.2)

### İstatistiksel analiz

Bu çalışmada yapılan morfolojik değerlendirmeler Sabini ve Elkowitz çalışmasına benzer olarak yapılmış olup güç hesaplaması yapıldığında mevcut çalışmada seçilen örnekleme (n=17) çalışmanın gücünün 0,75 düzeyinde olduğu ve Sabini & Elkowitz'in çalışmaları baz alındığı durumda çalışmanın yeterli düzeyde güce sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada hesaplanan

güç düzeyi ve etki büyüklüğü hesaplamaları G\*Power Version 3.1.7. programı ile hesaplanmıştır. Çalışmaya ait veriler değerlendirilirken; istatistiksel analizler için "Statistical Package for Social Sciences for Windows 20.0 (SPSS 20)" programı kullanılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ve histogramlarla değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel

yöntemlerden yararlanılmıştır. Kategorik değişkenler % olarak, sürekli değişkenler ise ortalama ve standart sapma olarak belirtilmiştir.

## BULGULAR

Çalışmamızda sutura coronalis açıklığı; derece 1 %67.85, derece 2 %3.57, derece 3 %14.28 ve derece 4 % 14.28 bulunurken, sutura sagittalis açıklığı; derece 1 %53.57, derece 2 %14.28, derece 3 %14.28, derece 4 %17.85, sutura lambdoidea açıklığı derece 1 %60.71, derece 2 %14.28, derece 3 %0, derece 4 %7.14 olarak gözlenmiştir. Derece 0 hiçbir suturda gözlenmemiştir (Tablo 1). Sutura uzunlukları değerlendirildiğinde; sutura coronalis  $116.80 \pm 7.70$  mm, sutura sagittalis  $106.59 \pm 7.18$  mm,  $109.05 \pm 6.76$  mm olarak bulunmuştur (Tablo 2).

## TARTIŞMA

Ossifikasyon; intramembranöz ve endokondral ossifikasyon olmak üzere iki şekilde olmaktadır. Cranium kemikleri gibi korunması gereken bölgelerde intramembranöz ossifikasyon gerçekleşmektedir ve kemik doğrudan mezenşimden meydana gelmektedir<sup>1</sup>. Sutural eklem kemiklerin eklem yüzlerinin birbiri ile devam ettiği arada bir bağ dokunun yer aldığı fibröz bir eklemdir ve sadece cranium'da görülür<sup>3</sup>. Sutura cranii'nin oluşumu cranium kemiklerinin birbirine doğru hareket etmesi ile komşu kemiklerin doğrudan birleşmesi veya üst üste gelmesi ile meydana gelmektedir<sup>16</sup>. Sutura cranii şeklini ve çeşitliliğini pek çok faktör etkilemektedir. Yaş faktörü yanısıra genetik gibi intrinsik faktörler suturların özelliklerini belirlemektedir. Ayrıca germe kuvveti, aktif kasların durumu, beynin gelişimi suturları etkileyen ekstrinsik faktörlerdendir<sup>7</sup>. Adli bilimciler çalışmalarında suturların yaş ile bağlantısı olduğu üzerine çalışsa da suturların morfolojik özellikleri oldukça fazla çeşitlilik gösterir ve bu da suturdan yaş tahmini yapmayı zorlaştırır. Suturların obliterasyonu ise diğer faktörler ile birlikte çalışıldığı zaman yaş tayini için daha etkili olabilmektedir<sup>6,7,17</sup>. Yapılan çalışmalar, en erken sutura sagittalis, daha sonra sutura coronalis ve en son sutura lambdoidea'nın kapandığını göstermektedir<sup>18</sup>.

Sutura coronalis morfolojisine bakıldığında bizim çalışma sonuçlarımız ile kıyaslandığında Sabini & Elkowitz'in Hindistan'da gerçekleştirdiği çalışmasında sutura coronalis için en çok Derece 3 görülürken, bizim çalışmamızda en çok Derece 1

(%67.85) görülmektedir. Murlimanju ve arkadaşlarının Hindistan'da yaptıkları çalışmada ise %55.1 ile en çok Derece 2 görülmektedir. Sutura sagittalis için bizim çalışmamızda en çok Derece 1 (%53.57) görülürken, Sabini & Elkowitz'de en çok Derece 3, Murlimanju ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise en çok Derece 2 görülmüştür. Sutura lambdoidea incelendiğinde bizim çalışmamızda en çok Derece 1 (%60.71) görülürken, Sabini & Elkowitz'de en çok Derece 3, Murlimanju ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada ise en çok Derece 2 görülmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmaları incelediğimize; Çırpan ve arkadaşları Anadolu'ya ait 158 adet cranium'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında sutura coronalis için %36.7 ile en çok Derece 3 görüldüğünü belirtmişlerdir, bu oranı sırası ile %32.9 Derece 2, %24.7 Derece 1 ve %5.7 Derece 4 takip etmektedir. Sutura sagittalis için %40.5 ile Derece3, %27.2 Derece 2, %25.3 Derece 1 ve %7 Derece 4 olarak belirtilmiştir. Sutura lambdoidea için ise aynı oranlar %41.8 Derece 1, %31 Derece 3, %24.1 Derece 2, %5.27 Derece 4 olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3)<sup>7,8,19</sup>.

Sutura cranii uzunluklarının ossa suturalia ve dolaylı olarak da kraniyal kapasite ile ilişkili olduğu literatürde mevcuttur. Sutura uzunlukları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Alves ve arkadaşları sutura sagittalis uzunluklarının kadınlarda yaş ve cinsiyet ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisi olduğunu fakat erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilemediğini göstermişlerdir<sup>20</sup>. Vasanthi ve arkadaşları Hindistan'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında ossa suturalia içermediği için normal olarak belirledikleri kontrol amaçlı 1 adet cranium'da sutura coronalis uzunluğunu 215 mm, sutura sagittalis uzunluğunu 120 mm, sutura lambdoidea uzunluğunu ise 160 mm olarak belirtmişlerdir<sup>14</sup>. Showri & Suma yine Hindistan'da cinsiyeti ve yaşı bilinmeyen cranium'larda minimum-maksimum değerleri belirtmiş oldukları çalışmalarında sutura coronalis uzunluğunu minimum 200 mm ve maksimum 250 mm, sutura sagittalis uzunluğunu minimum 110 mm ve maksimum 150 mm, sutura lambdoidea uzunluğunu ise minimum 180 mm ve maksimum 240 mm olarak belirtmişlerdir<sup>15</sup>. Bizim çalışmamızda ise sutura coronalis uzunluğu ortalama  $116.80 \pm 7.70$  mm (Min: 98.04 mm, Max: 127.53 mm), sutura sagittalis uzunluğu  $106.59 \pm 7.18$  mm (Min: 92.81 mm, Max: 119.99 mm), sutura lambdoidea uzunluğu ise  $109.05 \pm 6.76$  mm (Min: 98.03 mm, Max: 118.77 mm) olarak bulunmuştur.

Suturlar arasındaki morfolojik ve morfometrik farklılıklarının çeşitli intrinsik ve ekstrinsik faktörlerden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca bizim çalışmamızın limitasyonunu örneklemimizi yaş ve cinsiyeti bilinmeyen sınırlı sayıda craniumun oluşturmasıdır. Yapılan literatür taramalarında dünyada ve ülkemizde anatomi temelli olarak sutura cranii morfolojisi ve morfometrisi üzerine kuru kafatasında yapılan çalışmalara çok fazla rastlanmamaktadır. Daha fazla sayıda örneklem içeren ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma sonuçlarımızın literatür bilgi birikimine katkıda bulunmasının yanısıra, sutural açıklıkların ve sutural uzunlukların farklı ırk ve coğrafik bölgelere ait kafataslarında farklılık göstermesi nedeniyle anatomistlere, antropologlara yardımcı olacağını düşünmekteyiz. Bunun yanı sıra suturlardaki varyasyonlarının ve morfolojik özelliklerinin bilinmesi radyolojik görüntülerde kırık veya başka yapılar ile karışmasını önlemesi bakımından da önem taşımaktadır. Suturlar hakkında elde edilen bilgilerin; suturotomi veya kraniyektomi gibi kafa içi basıncını azaltmaya yönelik operasyonlarda cerrahlara veya suturlar arasındaki hareketlilikten faydalanarak tedavi yöntemi oluşturan osteopatik manipülatif tıp ile ilgilenenlere yol gösterici olacağını düşünmekteyiz.

**Yazar Katkıları:** Çalışma konsepti/Tasarımı: AHY, NKŞ, RGT; Veri toplama: AHY, NKŞ, RGT; Veri analizi ve yorumlama: AHY, NKŞ, RGT; Yazı taslağı: AHY, NKŞ, RGT; İçeriğin eleştirel incelenmesi: AHY, NKŞ, RGT; Son onay ve sorumluluk: AHY, NKŞ, RGT; Teknik ve malzeme desteği: AHY, NKŞ, RGT; Süpervizyon: AHY, NKŞ, RGT; Fon sağlama (mevcut ise): yok.

**Hakem Deęerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

**Yazarın Notu:** Bu çalışma 2019 Zeugma II. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur

**Author Contributions:** Concept/Design : AHY, NKŞ, RGT; Data acquisition: AHY, NKŞ, RGT; Data analysis and interpretation: AHY, NKŞ, RGT; Drafting manuscript: AHY, NKŞ, RGT; Critical revision of manuscript: AHY, NKŞ, RGT; Final approval and accountability: AHY, NKŞ, RGT; Technical or material support: AHY, NKŞ, RGT; Supervision: AHY, NKŞ, RGT; Securing funding (if available): n/a.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** Authors declared no conflict of interest.

**Financial Disclosure:** Authors declared no financial support

**Acknowledgement:** This study was presented as an oral presentation in 2019 Zeugma II. International Multidisciplinary Studies Congress.

## KAYNAKLAR

- Ozan H. Anatomi. Ankara, Klinisyen Tıp Kitabevleri, 2014.
- Tubbs RS, Bosmia AN, Cohen-Gadol AA. The human calvaria: a review of embryology, anatomy, pathology, and molecular development. *Childs Nerv Syst.* 2012;28:23-31.
- Yücel AH. Dere Anatomi Atlası ve Ders Kitabı, Adana, Akademisyen Kitabevi. 2018.
- Arıncı K, Elhan A. Anatomi 1. Cilt. Ankara, Güneş Kitabevi. 2014.
- Wagemans PA, Van de Velde JP, Kuijpers-Jagtman AM. Sutures and forces: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94:129-41.
- Hershkovitz I, Latimer B, Dutour O, Jellema LM, Wish-Baratz S, Rothschild C et al. Why do we fail in aging the skull from the sagittal suture?. *Am J Phys Anthropol.* 1997;103:393-9.
- Sabini RC, Elkowitz DE. Significance of differences in patency among cranial sutures. *J Am Osteopath Assoc.* 2006;106:600-4.
- Murlimanju BV, Gupta C, Samiullah D, Prabhu LV, Pai MM, Kumar CG et al. Morphological investigation of cranial sutures in Indian human adult skulls. *Rom J Morphol Embryol.* 2011;52:1097-100.
- Saito K, Shimizu Y, Ooya K. Age-related morphological changes in squamous and parietomastoid sutures of human cranium. *Cells Tissues Organs.* 2002;170:266-73.
- Burstone CJ, Shafer WG. Sutural expansion by controlled mechanical stress in the rat. *J Dent Res.* 1959;38:534-40.
- Kapadia D, Rathva A, Kubavat DM, Nagar SK. Study of sutures: anatomical variations in the fusion of sutures. *International Journal of Recent Trends in Science and Technology.* 2013;8:94-9.
- Di Leva A, Bruner E, Davidson J, Pisano P, Haider T, Stone SS et al. Cranial sutures: a multidisciplinary review. *Childs Nerv Syst.* 2013;29:893-905.
- Sanchez T, Stewart D, Walvick M, Swischuk L. Skull fracture vs. accessory sutures: how can we tell the difference?. *Emerg Radiol.* 2010;17:413-8.
- Vasanthi A, Adinarayana KPS, Pujitha S. Morphological study of wormian bones in cadaver skulls. *Int J Evid Based Healthc.* 2015;2:1793-800.
- Showri R, Suma MP. Study of wormian bones in adult human skulls. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences.* 2016;15:54-60.
- Özbek Z, Vural M. Kranial sütünlerin biyolojisi, sütün büyüme gelişme ve kapanmasının regülasyonu. *Türk Nöroşirürji Dergisi.* 2017;27:245-50.
- Hauser G, Manzi G, Vienna A, Stefano GF. Size and shape of human cranial sutures—a new scoring method. *Am J Anatomy.* 1991;190:231-44.
- Todd TW, Lyon Jr DW. Endocranial suture closure: Its progress and age relationship-part I, adult males of white stock. *Am J Phys Anthropol.* 1924;7:325-84.
- Cırpan S, Magden AO, Mas NG, Edizer M, Aksu F, Yonguc GN. The morphological grading and comparison of sutural patency among cranial sutures in dry human skulls. *J Craniofac Surg.* 2017;28:2155-8.
- Alves JC, Wafae GC, Coelho DDP, Wafae N, Coelho VDA, Pereira E et al. Sagittal suture of the human cranium and the time of closing. *Int J Morphol.* 2009;27:469-73.





**Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi**  
*Cukurova Medical Journal*