



# Pediyatrik ve Yetişkin Hastalarda Kraniyoplasti

## Cranioplasty in Pediatric and Adult Patients

Şahin KIRMIZIGÖZ<sup>1</sup>, Celal BAĞDATOĞLU<sup>2</sup>, Özkan TEHLİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ersin Arslan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Gaziantep, Türkiye

<sup>2</sup>Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

**Yazışma adresi:** Şahin KIRMIZIGÖZ ✉ [tbp.sahin@gmail.com](mailto:tbp.sahin@gmail.com)

### ÖZ

Kraniyoplasti cerrahisi kraniyum defektlerinin uygun materyal ile kapatılmasıdır. Kraniyoplasti cerrahisi antik uygarlıklardan beri uygulanan bir cerrahidir. Kraniyum defektleri travmatik deplase kemik fraktürleri, beyin tümörleri, serebral infarklar sonrasında gelişen beyin ödemi, kraniyum tümörleri ve enfeksiyonları gibi nedenlere bağlı yapılan kraniyektomi sonrası oluşur. Kraniyum defektinin tamirinde çeşitli materyaller kullanılmaktadır. Kraniyoplasti materyali tercihinde birçok faktörün yanında hastanın yaşı da önemlidir. Kraniyoplasti cerrahisi kullanılan yöntemi, komplikasyonları gibi durumlar açısından pediyatrik ve erişkin hastalarda bazı farklar bulunmaktadır. Bu farklar kraniyoplasti cerrahisinin yöntemini zamanlamasını belirlemektedir. Pediyatrik yaş grubunda yer alan hastalarda erişkin hastalara göre kraniyoplasti cerrahisini kısıtlayan daha çok etken vardır. Pediyatrik hastalarda en önemli kraniyoplasti cerrahisini kısıtlayan etmen hasta yaşıdır. Ayrıca materyal tercihi de hasta yaşına bağlı olarak cerrahiyi yönlendirmektedir.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Kraniyoplasti, Kraniyum defekti, Dekompresif kraniyektomi, Kraniyoplasti komplikasyonları

### ABSTRACT

Cranioplasty surgery is the closure of cranium defects with appropriate material. Cranioplasty surgery is a surgery that has been used since ancient civilizations. Cranium defects occur after craniectomy due to traumatic displacement bone fractures, brain tumors, cerebral infarcts, brain edema, cranium tumors, and infections. Various materials are used in the repair of the cranium defect. In addition to the many factors in the preference of cranioplasty material, the age of the patient is also important. There are some differences in pediatric and adult patients in terms of the cranioplasty surgery methods, complications, etc. These differences determine the timing of the method of cranioplasty surgery. There are more factors that restrict cranioplasty surgery in patients in the pediatric age group than in adult patients. The most important factor restricting cranioplasty surgery in pediatric patients is the patient's age. In addition, material preference directs the surgeon depending on the age of the patient.

**KEYWORDS:** Cranioplasty, Cranium defect, Decompressive craniectomy, Cranioplasty complications

### ■ GİRİŞ

**K**aafa travmalarına bağlı gelişen deplase kemik fraktürleri, beyin tümörleri, serebral infarklar sonrasında gelişen beyin ödemi, kraniyum tümörleri ve enfeksiyonları gibi nedenlere bağlı olarak dekompresif kraniyektomi yapılır (33,36). Dekompresif kraniyektomi sonrasında gelişen kraniyum defektinin kapatılması için kraniyoplasti cerrahisi yaygın

olarak yapılır. Kraniyoplasti cerrahisi beyin parankiminin dış etkenlerden mekanik korunmasını sağlamak, intrakraniyal basıncı stabil hâle getirerek beyin omurilik sıvısı (BOS) dinamiğini ve beyin perfüzyonunu düzenlemek ve hastanın estetik endişelerini çözmek amacıyla yapılır (2).

Otolog kemikler ve titanyum, hidroksiapatit, polimetilmetakrilat (PMMA), polietereterketon (PEEK), karbon fiber takviyeli

epoksi reçine, biyoaktif cam gibi sentetik materyaller kraniyoplasti için kullanılmıştır (5,12,29,30,41). Sentetik materyaller intraoperatif elle şekillendirme veya preoperatif üç boyutlu (3B) yazıcılarla kişiye özel üretilme teknikleri ile kullanılabilir. Her materyalin ve tekniğin kendine özgü avantaj ve dezavantajı vardır (41). Bu yüzden uygun materyalin ve tekniğin seçiminde; materyalin biyoyumu (hastaya karşı alerjik reaksiyonu başlatmaması, kranyum ile füzyonu), enfeksiyonların gelişiminin neden olabilecek kültür ortamı oluşturmaması, beyin için yeterli mekanik korumayı sağlaması, cilt beslenmesini bozmaması, zaman içerisinde rezorbe olmaması, ısıyı iletmemesi, ekonomik açıdan kolay temin edilebilir olması gibi kriterleri karşılamalıdır (2,34). Tüm bu kriterleri tam olarak sağlayan kraniyoplasti materyali ve tekniği henüz geliştirilememiştir. Bu yüzden en uygun kraniyoplasti materyallerinin seçimi, hastanın yaşı, kranyum defektinin boyutu ve yeri dikkate alınarak cerrahin tercihinine göre belirlenir (34).

Kraniyoplasti cerrahisi sonrasında kraniyoplasti alanını kaplayan cildin durumuna bağlı ortaya çıkan yara yeri defektleri, cerrahi alan enfeksiyonları, hastanın sahip olduğu sağlam beyin dokusu miktarına bağlı ortaya çıkan intrakraniyal kanamalar, intrakraniyal basıncın değişimine bağlı değişen ventrikül hacmi, gibi komplikasyonlar gelişebilmektedir (38,39). Kraniyoplasti cerrahisi öncesindeki dönemde hastanın dekompresif kraniyektomi yapılmasına neden olan etiolojinin belirlenmesi, kraniyal cerrahi öyküsünün ortaya konulması, kranyum defektinin üzerini örten cildin değerlendirilmesi, bilgisayarlı beyin tomografisi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi radyolojik tetkiklerin yapılması ile ortaya çıkabilecek postoperatif komplikasyonlar tahmin edilebilir ve komplikasyonların ortaya çıkması için önlemler alınabilir.

Bu çalışmamızda pediatrik hastalarla erişkin hastalara uygulanan kraniyoplasti cerrahisi ve sonrası farklılıkları değerlendirdik.

## ■ KRANIYOPLASTİ TARİHİ

Kraniyoplasti ameliyatlarının antik Mısır ve İnka-Astek uygarlıklarına kadar uzanan tarihi geçmişi vardır (1,33). Ototogreft, allogreft ve ksenograft kavramları ilk olarak 1859'de Ollier tarafından tanımlandı. Ototogreft kraniyoplasti ilk uygulamaları 19. yüzyılın son çeyreğinde bildirildi. Tarih boyunca tibia, ilium, skapula, sternum ve kosta kullanılmıştır. 20 yüzyılın başlarında allogreft ve ksenograft kraniyoplasti materyalleri kullanılmaya başlanmıştır (4). Farklı zamanlarda altın, alüminyum, platin, gümüş, kurşun, vityum, tantal, titanyum gibi metal greftler kullanılmıştır. İlk kez sentetik kemik greft olarak akrilik 2. Dünya Savaşı sonrasında kullanılmıştır (22).

## ■ KRANIYUM DEFEKTİ OLUŞUMU

Kraniyoplasti ameliyatlar; travma sonrası oluşan deplase kemik fragmanlarının kaldırılması, intrakraniyal kitlelere, maling serebral infarktlara, penetren kraniyal yaralanmasına bağlı gelişen serebral ödem için alan ve zaman kazandırmak için kısmi kranyumun parçalarının kısmi kaldırılması, kranyum tümörü ve enfeksiyonlarının eksizyonu sonucu gelişen kemik defektlerinin otolog ve allogreft ile tamiridir (2). Pediatrik yaş

grubunda; travma oluşan deplase kemik fragmanları ve şiddetli travmatik beyin hasarı sonucu gelişen serebral ödem nedeniyle daha çok dekompresif kraniyektomi uygulanmaktadır (14). Yetişkin yaş grubunda ise maling serebral ödem nedeniyle daha çok dekompresif kraniyektomi uygulanmaktadır (16). Her yaş grubunda postoperatif reaksiyon veya enfeksiyona bağlı kraniyektomi uygulaması da sık karşılaşılmaktadır (18). Kranyum tümörleri göreceli olarak daha az rastlanan kraniyektomi nedenleridir (36). Kraniyektomi defektinin oluşum nedeni kraniyoplasti yöntem ve zamanlaması seçiminde önemlidir (1).

## ■ KRANIYOPLASTİ HEDEFLERİ

Kraniyoplasti cerrahisi beyin parankiminin dış etkenlerden mekanik korunmasını sağlamak, intrakraniyal basıncı stabil hâle getirerek beyin omurilik sıvısı (BOS) dinamiğini ve beyin perfüzyonunu düzenlemek ve hastanın estetik endişelerini çözmek amacıyla yapılır (2). Hasta yaşından bağımsız olarak hastaların kraniyoplasti amacıyla en sık başvuru sebebi estetik yakınlardır. Pediatrik yaş grubunda hasta ailelerinin cerrahi memnuniyeti kraniyoplastinin estetik başarısına bağlıdır (21). Yetişkin hasta gruplarında da estetik beklentiler ön planda olmasına yaş artışıyla birlikte estetik kaygılar azalmaktadır (26). Beyin omurilik sıvısı (BOS) dinamiğini ve beyin perfüzyonunu düzenlemek; epilepsi ataklarının azalması, nörokognitif fonksiyonlarda düzelmesi, hastanın nörolojik durumunun stabil hâle gelmesi veya düzelmesini sağlayarak hastanın klinik iyileşmesine etki etmektedir. Pediatrik ve genç erişkin hastalarda kraniyoplasti cerrahisi sonrası nörolojik iyileşme görülürken yaşlı hastalarda nörolojik fayda izlenmemektedir (7).

## ■ KRANIYOPLASTİ MATERYALLERİ

Günümüzde otolog kemikler yanı sıra titanyum, hidroksiapatit, PMMA, PEEK, karbon fiber takviyeli epoksi reçine, biyoaktif cam gibi sentetik materyaller de kranyum defektlerinin tamirinde yaygın olarak kullanılmaktadır (2,41). Kraniyoplasti materyalleri biyolojik ve sentetik olarak iki grupta değerlendirilebilir. Her materyalin şekillendirilebilme, biyoyumu, enfeksiyon riski, maliyet, ulaşılabilirlik gibi faktörler açısından birbirine üstünlükleri vardır. Bu farklılık yaş grubunda materyal tercihinin belirlemektedir (34).

### Biyolojik Materyaller

Biyolojik materyaller kemik içerikli otolog, allogreft, ksenogreft olarak elde edilebilir. Allogreftler kadavradan elde edilen kemik içerikli materyallerdir. Ksenogreftler ise kemik içerikli hayvansal materyallerdir. Günümüzde biyolojik materyaller içerisinde en çok Ototogreftler tercih edilmektedir. Ototogreftler; dekompresyon amacıyla çıkartılan kemik flepler olabileceği gibi kosta iliak kanatlar gibi kemik greftler de olabilir (2,14,21). Allogreftlerde ve ksenogreftlerde immün reaksiyonu tetikleyip materyal reddi oluşması ve enfeksiyon riski yüksektir (6).

Pediatrik hastalarda travmatik beyin hasarı sonrasında erişkin hastalarda serebral infarkta bağlı beyin ödemi tedavisi için yapılan dekompresif kraniyektomi sırasında kemik flep korunmuş olarak çıkartılır (33). Kemik flep; dekompresif kraniyektomi cerrahisi ile kraniyoplasti cerrahi arasında geçen

sürede uygun muhafaza edilmeye ihtiyacı vardır. Bu muhafaza sürecinde hedefler flebin steril kalmasını ve osteojenik kapasitesini korumayı amaçlamaktadır (2). Kemik flebin vücutta subkutan muhafazası flebin steril kalmasını ve osteojenik kapasitesini korurken, dekompresif kraniyektomi cerrahisi ile kraniyoplasti cerrahi arasında geçen süre uzaması halinde flep rezorpsiyonuna bağlı flebin küçülmesi ve materyal yetersizliği durumu ortaya çıkabilir. Flebin dış ortamda steril edilip muhafaza edilmesi flebin osteojenik kapasitesini azaltır. Kosta, iliyak kanattan elde edilen greftler için en önemli cerrahi zorluk şekillendirilmedeki güçlüklerdir. Bu zorluklar nedeniyle estetik memnuniyet azalmıştır (2,1,15,33). Otolog greftler orta ve küçük kraniyum defektlerinde kraniyoplasti için uygun materyal iken büyük kraniyum defektlerinde yetersiz kalmaktadır (13). Maliyeti düşük, doku reddi riski az ve kraniyum büyümesine uyumu yüksektir. Pediatrik hasta grubunda kraniyum defektinin göreceli olarak küçük olması kraniyum yapısının değişken olması nedeniyle ilk tercih edilen kraniyoplasti materyalidir. Ayrıca aynı duruma bağlı olarak kostadan elde edilen greftlerin kullanılma seçeneği de vardır (1). Erişkin hastalarda defekt alanı geniş olması nedeniyle göreceli olarak kullanım alanı kısıtlanmıştır (32).

#### Sentetik materyaller

Sentetik materyaller plak şeklinde kullanılabileceği gibi materyale bağlı olarak şekillendirilerek de kullanılabilir. Şekillendirme intraoperatif olabileceği gibi cerrahi önce görüntüleme yöntemleri kullanılarak defekte uygun şekillendirme imkânı sunar. Günümüzde titanyum, hidroksiapatit, PMMA, PEEK, karbon fiber takviyeli epoksi reçine, biyoaktif cam gibi sentetik materyaller sık kullanılmaktadır. İlk kullanılan metalik materyal alüminyumdu, fakat nöral doku hasarı oluşturması, nöbetleri tetiklemesi ve rezorpsiyonu nedeniyle kullanımı terk edilmiştir (34).

PMMA; dayanıklı, radyolüsent, nöral doku hasarı oluşturmayan ve iletken olmayan materyaldir. İntraoperatif şekillendirilebilir. Genişleme özelliği yoktur. Enfeksiyon riski ve büyük defektlerde kırılma riski yüksektir. Pediatrik hastalarda PMMA kraniyum büyümesine uyum sağlayamaz. Pediatrik hastalarda yetişkinlere göre kraniyoplasti cerrahisinde PMMA kullanımı daha azdır (9,24).

Hidroksiapatit; kısıtlı osteointegrasyon özelliği gösterir. Bu durum kraniyum büyümesine bağlı sentetik greftin genişlemesine izin verir. Şekillendirilebilme özelliği vardır. Fakat dayanıklı materyal olmadığı için mekanik koruma özelliği kısıtlıdır. Enfeksiyon ve materyalin kırılma riski yüksektir. Kraniyuma göre genişleyebilmesi nedeniyle pediatrik hastalarda daha sık kullanımı görülmektedir (5,24).

PEEK; kısıtlı osteointegrasyon özelliği gösterirken ısı ve ışık iletmez. Bu nedenle görüntüleme yöntemlerinin kullanımını sınırlandırmaz. Cerrahi öncesi defekte özel üç boyutlu yazıcılarla şekillendirilebilirler. Bur durum çok iyi kozmetik sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Pahalı ve yabancı cisim reaksiyonu bildirilmiştir. Osteojenik değildir. Kısıtlı osteointegrasyon özelliği ve yabancı cisim reaksiyonu kraniyoplasti materyalinin kraniyuma sabitlenememesi ve enfeksiyonlara neden olabilmektedir. Bu yüzden pediatrik hastalarda kullanımı kısıtlıdır (20,25,34).

Titanyum günümüzde sık kullanılan metalik materyallerdir. Ağ örgü plaklar şeklinde veya 3 boyutlu yazılarda cerrahi öncesi defekte uygun şekillendirilmiş olarak kullanılabilir (Şekil 1). Yabancı cisim reaksiyonu ve enfeksiyon riski çok azdır. Fakat osteointegrasyon özelliği yoktur ve kemik büyümesine uyum sağlayamaz. Isı iletkenidir. Görüntüleme yöntemlerinin kullanımını sınırlandırır. Pahalıdır. Kozmetik sonuçları çok iyi olmasına rağmen kraniyum büyümesi devam eden pediatrik hastalarda kullanılamamaktadır (2,29,36,39).

Seramik materyaller; kimyasal acısan stabil olmaları, enfeksiyon oranı düşük olmasına karşın yüksek maliyetleri nedeniyle kullanılmamaktadır (33,41).

#### ■ KRANIYOPLASTİ MATERYALİNİN SABİTLENMESİ

Kraniyoplasti materyali kraniyuma farklı yöntemlerle sabitlenilirken kraniyum defekte üzerine sabitlenmeden bırakılabilir.

Günümüzde materyallerin sabitlenmesinde en sık kullanılan yöntem mini plak ve mini vidalarla sabitlemektir (Şekil 2). Kozmetik sonuçları genellikle çok iyidir. Bu yöntem kraniyoplasti materyalinin hareketini engellemekte en etkin yöntemdir. Fakat skalp dokusunun çok ince olduğu durumlarda cerrahi sonrasında cilt defektlerine neden olabilir. Kraniyum kalınlığının çok az olduğu durumlarda mini vidaya bağlı komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Bu durum pediatrik hastalarda kullanımını kısıtlamaktadır (3).

Materyallerin suture ve tellerle de kraniyuma fiksasyonu sağlanabilmektedir. Fakat suture ile fiksasyon yeterli gerginlikte olmadığı için materyalin yerinden çıkma riski yüksektir. Bu risk teller ile fiksasyonda olmamasına rağmen mini plak kullanımında görülen cilt defektleri izlenebilmektedir. Suture ile fiksasyon tekniği ucuz, kolay kullanılabilir olması ve pediatrik hastaların skalp ve kemik dokusunun çok ince olması nedeniyle pediatrik yaş grubunda sık uygulanmaktadır (18,37,39).

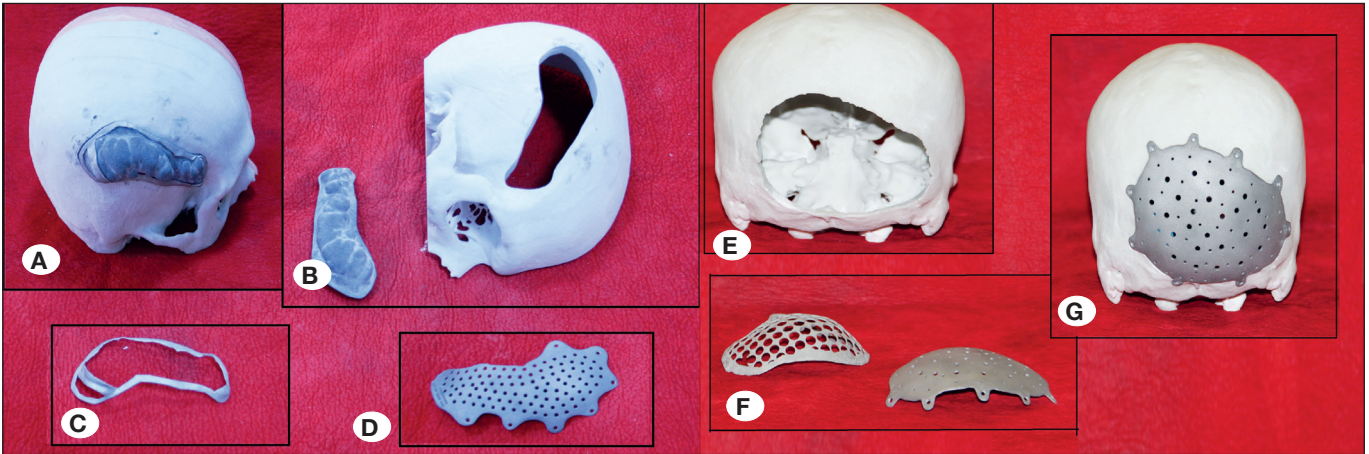
Materyaller herhangi bir fiksasyon yöntemi kullanmadan kraniyum defekt üzerine bırakılabilir. Bu durum materyalden bağımsız olarak materyalin yerinden çıkmasına ve enfeksiyon riskinin artmasına neden olur.

#### ■ CERRAHİ SONRASI KOMPLİKASYONLAR

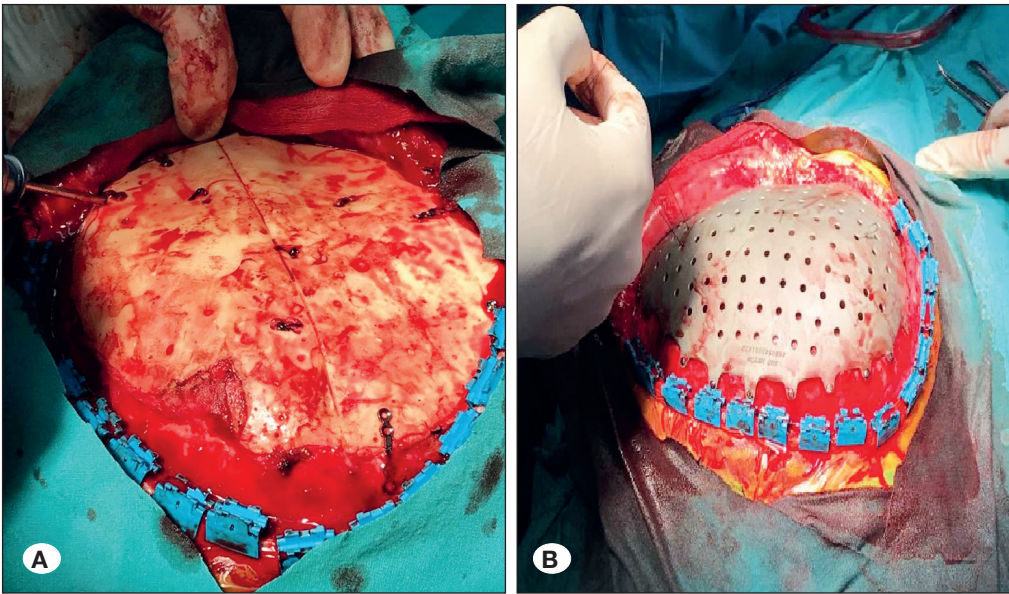
Kraniyoplasti cerrahisi sonrası flep rezorpsiyonu, kraniyoplasti materyali üzerini örten cildin problemleri, lokal veya sistemik enfeksiyon, hidrosefali gelişimi, kognitif fonksiyon bozukluğu, nadir de görüle diffüz beyin ödemi gibi komplikasyonlar ile karşılaşılabilir (2,14,27,39).

Kraniyoplasti cerrahisi öncesi hastada genellikle kraniyum defektine neden olan multiple cerrahi öyküsü vardır. Tekrarlayan cerrahiler cilt beslenmesinin bozulmasına neden olmaktadır. Cilt flebi beslenmesini genellikle insizyon dışında bırakılan pedikülden sağlamaktadır. Hastanın ilk cerrahisinin planlanmaması bağlı gereklilikler veya hatalardan dolayı pedikülden besleme yeterli olmamaktadır. Bu durumda cilt flebi dura ve çevre dokulardan difüzyonla beslenmektedir. Kraniyoplasti cerrahisi sonrası difüzyon engellendiğinden cilt flebinde beslenme problemi ortaya çıkmaktadır. Beslenme bozukluğuna bağlı yara yeri açılması ve cilt flep yetersizlikleri oluşmaktadır.





**Şekil 1: A-D)** 15 yaşında kraniyum tümörü olan hastanın tümör eksizeyonu ve oluşacak defekt için kraniyoplasti cerrahisi aynı seansta planlanmıştır. **A)** hastanın 3B yazıcı ile üretilmiş kraniyum maketi, **B)** tümör eksizeyonu sonucu oluşacak defekt, **C)** tümörün sınırları gösteren kılavuz, **D)** 3B yazıcılarla üretilmiş titanyum kraniyoplasti implantı gösterilmiştir. **E-G)** 12 yaşında oksipital kraniyum defekti olan hastanın kraniyoplasti cerrahisi planlanmıştır. **E)** kraniyum defekti, **F)** 3B yazıcılarla üretilmiş titanyum kraniyoplasti implantı, **G)** cerrahi sonrası defektin kapatılmış hâli gösterilmiştir.



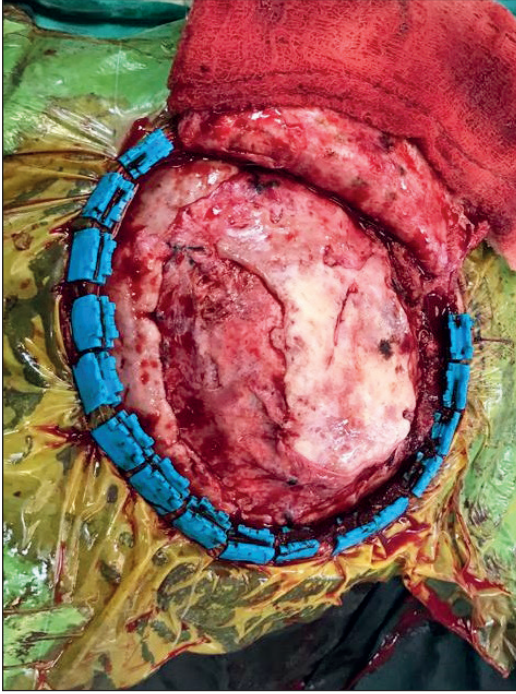
**Şekil 2: A)** PMMA implant miniplak ve minividalarla kraniyuma sabitlenmiştir. **B)** 3B yazıcılarla üretilmiş titanyum implant minividalarla kraniyuma sabitlenmiştir.

Bu duruma skalp daha ince olduğu ve cilt rezerv hacmi kısıtlı olduğu için pediatrik hastalarda daha sık karşılaşılmaktadır. Erişkin hastalarda ise tekrarlayan cerrahlere bağlı cilt flep beslenmesi bozulmaktadır. Bu sorun cerrahi öncesi iyi planlama ile çözülebilir (9,23,27).

Otolog materyal ile yapılan kraniyoplasti cerrahisinde en sık görülen komplikasyon flep rezorpsiyonudur (14). Otolog materyalin çok parçalı olması, kraniyum defektinin büyük olması, dekompresif kraniyektomi sonrası kemik flebin saklanma şekli, kraniyum defekt alanında ventriküloperitoneal şant kateteri gibi yabancı cisim varlığı rezorpsiyon riskini artıran etkenlerdir (13,15,17). Kemik flep vücut içerisinde saklandığında cerrahi öncesi flep rezorpsiyonuna bağlı flep boyunda küçülme gelişmektedir (Şekil 3). Dış ortamda steril edilerek saklandığında osteonekroz gelişmektedir. Her iki durumda flebin osteoin-

tegrasyonunu azalttığı için flep rezorpsiyonu riski artmaktadır (14,19,42). Erişkin hastalarda flep rezorpsiyonu riski %10-15 oranında görülürken pediatrik hastalarda flep rezorpsiyonu riski %50'ye kadar ulaşabilmektedir (11,14,35).

Cerrahi sonrası enfeksiyon gelişimi her cerrahide olduğu gibi mortaliteye varabilen sonuçlar doğuran önemli ve sık görülen komplikasyondur (2,39). Otolog materyale yapılan kraniyoplasti cerrahilerinde postoperatif enfeksiyon daha sık izlenirken HA materyalle yapılan kraniyoplasti cerrahilerinde postoperatif enfeksiyon daha az izlenmektedir. Ayrıca kraniyum defekt alanının artması da enfeksiyon riskini artırmaktadır. Pediatrik hastalarda cilt flep problemleri ve kemik rezorpsiyonun daha sık gelişmesi nedeniyle enfeksiyon riski de daha fazladır (14, 8,40).



**Şekil 3:** 10 yaşında otolog kemik flep ile yapılan kraniyoplasti cerrahisinden 2 yıl sonra gelişen kemik flep rezorpsiyonu gösterilmiştir.

Kraniyum defekti oluşumu ve kraniyoplasti cerrahi yapılması intrakraniyal basınçla atmosferik basınç ilişkisinde tekrarlayan değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum sonucunda serebral perfüzyonu etkilenir. Serebral perfüzyon değişikliği BOS dinamiğini de etkiler. Bu değişimlerin sonucunda kraniyoplasti cerrahileri sonrasında hidrosefali ve yaygın serebral ödem gelişebilir. Pediatrik hastalarda serebral perfüzyon değişimi daha az tolere edileceğinden bu tür komplikasyonların görülmesi daha olasıdır (28,31).

### ■ PEDIATRİK VE YETİŞKİN HASTALARDA KRANIYOPLASTİ SINIRLAMALARI

Pediatrik hastalarda en önemli kraniyoplasti cerrahisini kısıtlayan en önemli etkenler nöral dokuların ve kraniyum gelişimidir. Kraniyum gelişimi genellikle ilk 5 yaşta tamamlanmaktadır (14). Gelişim tamamlanmadan sentetik materyallerin kullanımı; kraniyum ve nöral gelişimin etkilenmesi, implantın dislokasyonu, yaygın serebral ödem gibi tekrarlayan cerrahi ihtiyaçlar ortaya çıkarabilir (1,28,31,36). Hasta yaşından bağımsız olarak tekrarlayan cerrahiler sonrası oluşan kraniyum defektlerinde cilt flep durumu kraniyoplasti cerrahisini kısıtlamaktadır. Cilt flep rezervini artıracak cerrahi öncesi hazırlık ve planlamalar gerekmektedir (22).

### ■ PEDIATRİK KRANIYOPLASTİ CERRAHİSİNDE KLİNİK TECRÜBEMİZ

Nörolojik gelişim ilk iki yaşta tamamlanırken kraniyum gelişimin büyük bölümü ilk beş yaşta gelişmektedir. Bu yüzden kliniğimizde ilk beş yaşta kraniyoplasti cerrahisi yapılmamakta fa-

kat cerrahi gereklilik hâlinde kraniyektomi esnasında çıkartılan kemik flep kullanılmaktadır. Kemik flebin kraniyuma fiksasyonu için kraniyum kalınlığı değerlendirilmektedir. Kraniyum ve kemik flebin kalınlığı mevcut mini vida boyu ile karşılaştırılmakta kemik kalınlıklarının mini vida boyundan daha az olması durumunda kemik flep kraniyuma ipek sütürlerle fikse edilmektedir. Kraniyoplasti cerrahisi kısa sürede yapılacaksa flebin vücut içerisinde saklanması önermekteyiz. Otolog kraniyoplasti vakalarında ve PMMA içerikli kraniyoplasti vakalarında implant rezorpsiyonu gözlemledik. Bu vakaların tekrarlayan kraniyoplasti cerrahisini 3B yazıcılarla kişiye özel üretilmiş titanyum içerikli implantlarla gerçekleştirdik. Cerrahi sonrası komplikasyon ve hastanın estetik memnuniyeti açısından olumlu sonuçlar aldık. 15 yaş üstü ve orta veya büyük defekti olan hastalarda 3B yazıcılarla kişiye özel üretilmiş titanyum içerikli implantlarla kraniyoplasti cerrahisi gerçekleştirdik. 15 yaş altı hastalarda kraniyoplasti materyali açısından ilk tercih olarak hâlinde kraniyektomi esnasında çıkartılan kemik flep kullandık. 10 yaş arası hastalarda kraniyektomi sonrası kemik saklanmamışsa 3B yazıcılarla kişiye özel üretilmiş titanyum içerikli implantlar kullandık. Bu implantları kraniyuma mini vidalarla fikse ettik. Kraniyum kemik lezyonu nedeniyle kraniyektomi gereken hastalara kraniyektomi ile eş seansta 3B yazıcılarla kişiye özel üretilmiş titanyum içerikli implantlarla kraniyoplasti cerrahisi gerçekleştirdik. Kullandığımız bu implantlar bol miktarda delik içermektedir. Bu delikler cilt dura arasında beslenme kolaylığı sağlayarak cilt beslenme bozukluğuna bağlı komplikasyonları önlemektedir. Ayrıca drenin epidural mesafede kan birikmesini önleyerek epidural hematoma cerrahisi ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. İmplantın ağırlığını azaltarak maliyeti de düşürmektedir. Temporal bölgeyi içeren kraniyoplasti cerrahisinde temporal kas hacmi azlığında implanta temporal şişirme uygulayarak olumlu kozmetik sonuçlar elde ettik. Travmaya bağlı dekompresyon uygulanan geniş kraniyum defekti olan ve ilk üç ay içerisinde kraniyoplasti cerrahisi uygulanan pediatrik hastalarda cerrahi sonrası ilk 24 saatte diffüz beyin ödemi ile karşılaştık. Kraniyoplasti implantını çıkardık. Bu hastalarda serebral hemodinamiğinin tam olarak regüle olmadığı düşünmekteyiz. Bu hastalarda kraniyoplasti cerrahisinin geç dönemde yapılmasını önermekteyiz. Ventriküloperitoneal şantı olan hastalarda kraniyoplasti sonrası serebral hemodinamiğinin değişimine bağlı gelişebilecek komplikasyonlardan korunmak için cerrahi sonrası yakın takipte olmalıdır. Tekrarlayan hidrosefali cerrahilerini önlemek adına programlanabilir şant kullanımının uygun olacağını düşünmekteyiz.

### ■ SONUÇ

Pediatrik hastalarda 5 yaş altında kraniyoplasti cerrahisi önerilmemektedir. 5 yaş altında kraniyoplasti gerekliliği varsa otolog greftler tercih edilmelidir. Pediatrik hastalarda otolog materyallerle yapılan kraniyoplasti cerrahisinde en önemli sorunlar cilt flep problemleri ve kemik flebin rezorpsiyonudur. Cerrahi öncesi yapılacak etkin planlama cilt problemini engelleyebilmektedir. Çok parçalı kemik flep kullanılmaması rezorpsiyon riskini azalmaktadır. Ayrıca kraniyoplasti cerrahisi planlamasında serebral hemodinamiğinin değişimi de yer almalıdır.



## ■ KAYNAKLAR

- Alkhaibary A, Alharbi A, Alnefaie N, Oqalaa Almubarak A, Aloraidi A, Khairy S: Cranioplasty a comprehensive review of the history, materials, surgical aspects, and complications. *World Neurosurg* 139:445-452, 2020
- Aydin S, Kucukyuruk B, Abuzayed B, Aydin S, Sanus GZ: Cranioplasty: Review of materials and techniques. *J Neurosci Rural Pract* 2:162-167, 2011
- Bukhari SS, Junaid M: Mini titanium plates and screws for cranial bone flap fixation; an experience from Pakistan. *Surg Neurol Int* 6:75, 2015
- Burwell R: History of bone grafting and bone substitutes with special reference to osteogenic induction. In: Urist MR, Burwell RG, (eds), *Bone Grafts, Derivatives and Substitutes*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994:3-102
- Bruno Z, Angelo N, Riccardo S, Nicola Z, Stefano P, Camillo PP, Federico N, Carlotta M: Custom-made hydroxyapatite cranioplasty: Radiological and histological evidence of bone-biomaterial osteointegration in five patients. *Asian J Neurosurg* 15(1):198-203, 2020
- Cheah PP, Rosman AK, Cheang CK, Idris B: Autologous cranioplasty post-operative surgical site infection: Does it matter if the bone flaps were stored and handled differently? *Malays J Med Sci* 24:68-74, 2017
- De Cola MC, Corallo F, Pria D, Lo Buono V, Calabrò RS: Timing for cranioplasty to improve neurological outcome: A systematic review. *Brain Behav* 8:e01106, 2018
- Di Rienzo A, Colasanti R, Gladi M, Dobran M, Della Costanza M, Capece M, Veccia S, Iacoangeli M: Timing of cranial reconstruction after cranioplasty infections: Are we ready for a re-thinking? A comparative analysis of delayed versus immediate cranioplasty after debridement in a series of 48 patients. *Neurosurg Rev* 44(3):1523-1532, 2021
- Di Rienzo A, Pangrazi PP, Riccio M, Colasanti R, Ghetti I, Iacoangeli M: Skin flap complications after decompressive craniectomy and cranioplasty: Proposal of classification and treatment options. *Surg Neurol Int* 7(Suppl 28):S737-S745, 2016
- Drosos GI, Babourda E, Magnissalis EA, Giatromanolaki A, Kazakos K, Verettas DA: Mechanical characterization of bone graft substitute ceramic cements. *Injury* 43:266-271, 2012
- Dünisch P, Walter J, Sakr Y, Kalff R, Waschke A, Ewald C: Risk factors of aseptic bone resorption: a study after autologous bone flap reinsertion due to decompressive craniotomy. *J Neurosurg* 118(05):1141-1147, 2013
- Giese H, Meyer J, Engel M, Unterberg A, Beynon C: Polymethylmethacrylate patient-matched implants (PMMA-PMI) for complex and revision cranioplasty: Analysis of long-term complication rates and patient outcomes. *Brain Inj* 34(2):269-275, 2020
- Goiato MC, Anchieta RB, Pita MS, Dos Santos DM: Reconstruction of skull defects: Currently available materials. *J Craniofac Surg* 20:1512-1518, 2009
- Götttsche J, Fritzsche F, Kammler G, Sauvigny T, Westphal M, Regelsberger J: A Comparison between pediatric and adult patients after cranioplasty: Aseptic bone resorption causes earlier revision in children. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 81(3):227-232, 2020
- Grant GA, Jolley M, Ellenbogen RG, Roberts TS, Gruss JR, Loeser JD: Failure of autologous bone-assisted cranioplasty following decompressive craniectomy in children and adolescents. *J Neurosurg Pediatr* 100:163-168, 2004
- Halani SH, Chu JK, Malcolm JG, Rindler RS, Allen JW, Grossberg JA, Pradilla G, Ahmad FU: Effects of cranioplasty on cerebral blood flow following decompressive craniectomy: A systematic review of the literature. *Neurosurgery* 81(02):204-216, 2017
- Kim SH, Kang DS, Cheong JH, Kim JH, Song KY, Kong MH: Comparison of complications following cranioplasty using a sterilized autologous bone flap or polymethyl methacrylate. *Korean J Neurotrauma* 13:15, 2017
- Lee CH, Chung YS, Lee SH, Yang HJ, Son YJ: Analysis of the factors influencing bone graft infection after cranioplasty. *J Trauma Acute Care Surg* 73(01):255-260, 2012
- Lee SH, Yoo CJ, Lee U, Park CW, Lee SG, Kim WK: Resorption of autogenous bone graft in cranioplasty: Resorption and reintegration failure. *Korean J Neurotrauma* 10(01):10-14, 2014
- Lethaus B, Safi Y, ter Laak-Poort M, Kloss-Brandstater A, Banki F, Robbenmenke C, Steinseifer U, Kessler P: Cranioplasty with customized titanium and PEEK implants in a mechanical stress model. *J Neurotrauma* 29:1077-1083, 2012
- Martinez-Perez R, Kunigelis KE, Ward RC, Ung TH, Arnone GD, Cass SP, Gubbels SP, Youssef AS: Hydroxyapatite cement cranioplasty for reconstruction of translabyrinthine approach: Aesthetic results, long-term satisfaction, quality of life, and complications. *Acta Neurochir (Wien)* 164(3):669-677, 2022
- Mee H, Anwar F, Timofeev I, Owens N, Grieve K, Whiting G, Alexander K, Kendrick K, Helmy A, Hutchinson P, Koliass A: Cranioplasty: A multidisciplinary approach. *Front Surg* 9:864385, 2022
- Mikami T, Suzuki H, Ukai R, Kimura Y, Miyata K, Akiyama Y, Wanibuchi M, Mikuni N: Flattening the curvature of synthetic materials to relieve scalp skin tension in cranioplasty. *J Clin Neurosci* 61:196-200, 2019
- Moles A, Heudes PM, Amelot A, Cristini J, Salaud C, Roualdes V, Riem T, Martin SA, Raoul S, Terreaux L, Bord E, Buffenoir K: Long-term follow-up comparative study of hydroxyapatite and autologous cranioplasties: Complications, cosmetic results, osseointegration. *World Neurosurg* 111:e395-402, 2018
- Qiu S, You W, Wang H, Xi Zhou, Yang X: Allergic epidural effusion following polyetheretherketone cranioplasty. *J Craniofac Surg* 30(3):e241-e243, 2019
- Pasick CM, Margetis K, Santiago GF, Gordon C, Taub PJ: Adult cranioplasty. *J Craniofac Surg* 30(7):2138-2143, 2019
- Prasad GL, Menon GR, Kongwad LI, Kumar V: Outcomes of cranioplasty from a tertiary hospital in a developing country. *Neurol India* 68(1):63-70, 2020
- Robles LA, Cuevas-Solorzano A: Massive brain swelling and death after cranioplasty: A systematic review. *World Neurosurg* 111:99-108, 2018
- Rosinski CL, Patel S, Geever B, Chiu RG, Chaker AN, Zakrzewski J, Rosenberg DM, Parola R, Shah K, Behbahani M, Mehta AI: A retrospective comparative analysis of titanium mesh and custom implants for cranioplasty. *Neurosurgery* 86(1):E15-E22, 2020

30. Russo T, De Santis R, Gloria A, Barbaro K, Altigeri A, Fadeeva IV, Rau JV: Modification of PMMA cements for cranioplasty with bioactive glass and copper doped tricalcium phosphate particles. *Polymers (Basel)* 12(1):37, 2019
31. Rynkowski CB, Robba C, Loreto M, Theisen ACW, Koliias AG, Finger G, Czosnyka M, Bianchin MM: Effects of cranioplasty after decompressive craniectomy on neurological function and cerebral hemodynamics in traumatic versus nontraumatic brain injury. *Acta Neurochir Suppl* 131:79-82, 2021
32. Sahoo N, Roy ID, Desai AP, Gupta V: Comparative evaluation of autogenous calvarial bone graft and alloplastic materials for secondary reconstruction of cranial defects. *J Craniofac Surg* 21:79-82, 2010
33. Sanan A, Haines SJ: Repairing holes in the head: A history of cranioplasty. *Neurosurgery* 40:588-603, 1997
34. Shah AM, Jung H, Skirboll S: Materials used in cranioplasty: A history and analysis. *Neurosurg Focus* 36:E19, 2014
35. Shibahashi K, Hoda H, Takasu Y, Hanakawa K, Ide T, Hamabe Y: Cranioplasty outcomes and analysis of the factors influencing surgical site infection: A retrospective review of more than 10 years of institutional experience. *World Neurosurg* 101:20-25, 2017
36. Tehli O, Dursun AM, Temiz C, Solmaz I, Kural C, Kutlay M, Kacar Y, Ezgu MC, Oguz E, Daneyemez MK, Izci Y: Computer-based surgical planning and custom-made titanium implants for cranial fibrous dysplasia. *Neurosurgery* 11 Suppl 2:213-219, 2015
37. Wang YR, Su ZP, Yang SX, Guo BY, Zeng YJ: Biomechanical evaluation of cranial flap fixation techniques: Comparative experimental study of suture, stainless steel wire, and rivetlike titanium clamp. *Ann Plast Surg* 58:388-391, 2007
38. Williams L, Fan K, Bentley R: Titanium cranioplasty in children and adolescents. *J Craniomaxillofac Surg* 44(7):789-794, 2016
39. Williams LR, Fan KF, Bentley RP: Custom-made titanium cranioplasty: Early and late complications of 151 cranioplasties and review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 44(5):599-608, 2015
40. van de Vijfeijken SECM, Münker TJAG, Spijker R, Karssemakers LHE, Vandertop WP, Becking AG, Ubbink DT; Cranio Safe Group: Autologous bone is inferior to alloplastic cranioplasties: Safety of autograft and allograft materials for cranioplasties, a systematic review. *World Neurosurg* 117:443-452.e8, 2018
41. Zanotti B, MD, Zingaretti N, Verlicchi A, Robiony M, Alfieri A, Parodi PC: Cranioplasty: Review of materials. *J Craniofac Surg* 27:2061-2072, 2016
42. Zhu H, Ji C, Shen Z, Luo Z, Shi L: Early cranioplasty benefits patients with obvious bilateral frontotemporal bone window collapse after decompressive craniectomy. *World Neurosurg* 113:198-203, 2018