



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**3B BASKI TEKNOLOJİSİ İLE ÜRETİLEN KRANİYAL
KASKIN POZİSYONEL KRANİYAL DEFORMİTELERDE
ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Aşlmur UNCU

ORTEZ VE PROTEZ ANABİLİM DALI

**ORTEZ ve PROTEZ BİYOMEKANİĞİ ve REHABİLİTASYONU
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Serap ALSANCAK

ANKARA

2025

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**3B BASKI TEKNOLOJİSİ İLE ÜRETİLEN KRANİYAL
KASKIN POZİSYONEL KRANİYAL DEFORMİTELERDE
ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Aslınur UNCU

ORTEZ VE PROTEZ ANABİLİM DALI

ORTEZ ve PROTEZ BİYOMEKANİĞİ ve REHABİLİTASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Serap ALSANCAK

**Bu araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)
tarafından 3230718 numaralı proje numarası ile desteklenmiştir.**

ANKARA

2025

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum “3B Baskı Teknolojisi ile Üretilen Kraniyal Kaskın Pozisyonel Kraniyal Deformitelerde Etkinliğinin Araştırılması” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir ve hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı:

Tarih:

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Ortez ve Protez Anabilim Dalında

Aslınur UNCU tarafından hazırlanan

“3B Baskı Teknolojisi İle Üretilen Kraniyal Kaskın Pozisyonel Kraniyal Deformitelerde Etkinliğinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 09.12.2025

Prof. Dr. Serap ALSANCAK

Ankara Üniversitesi

(Jüri Başkanı)

Prof. Dr. Senem GÜNER

Ankara Üniversitesi

(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Senay ÇEREZCİ DUYGU

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

(Üye)

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fügen AKTAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

3B Baskı Teknolojisi ile Üretilen Kranial Kaskın Pozisyonel Kranial Deformitelerde Etkinliğinin Araştırılması

Pozisyonel kranial deformiteler (PKD), sütürlerin erken kapanması olmaksızın, bebeklerin kafatasında pozisyonlamaya bağlı gelişen şekil bozukluklarıdır ve özellikle ilk altı ayda hızlı kafa büyümesi döneminde belirginleşmektedir. Son yıllarda tedavi seçenekleri arasında yer alan kranial kask uygulamaları, asimetrisinin düzeltilmesi ve normal kafa şeklinin sağlanmasında etkin bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, üç boyutlu (3B) tarama teknolojisi ile kişiye özel tasarlanan ve 3B baskı yöntemi ile üretilen kranial kaskların, PKD'li bebeklerde tedavi etkinliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmaya 4–9 ay aralığında, orta ve şiddetli düzeyde PKD tanısı alan 9 bebek ile aynı yaş grubunda sağlıklı kranial yapıya sahip 9 bebek olmak üzere toplam 18 bebek dahil edilmiştir. Vaka grubundaki bebeklerin kafaları 3B tarama cihazı ile dijitalleştirilmiş, elde edilen veriler Computer Aided Design (CAD) yazılımları aracılığıyla kask tasarımına dönüştürülmüş ve polilaktik asit (PLA) malzeme kullanılarak 3B yazıcı ile üretilmiştir. Tedavi süresince Kranial Kubbe Asimetrisi (CVA), Kranial Kubbe Asimetri İndeksi (CVAI), Sefalik İndeks (CI) ve baş çevresi ölçümleri takip edilerek kask tedavisinin etkileri değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, kask tedavisinin ardından CVA, CVAI ve CI değerlerinde, tedavi öncesine göre istatistiksel olarak belirgin bir düşüş gerçekleştiğini ortaya koymuştur ($p<0,05$). Kafa çevresi gelişimi yönünden vaka ve kontrol grupları arasında kayda değer bir fark gözlenmemiş, bu da kask tedavisinin kafa hacmi artışını olumsuz etkilemediğini göstermiştir. Özellikle başlangıçta şiddetli deformitesi olan bebeklerde, tedavi süreci sonunda daha belirgin iyileşmeler gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, 3B tarama ve 3B baskı teknolojisi ile üretilen kranial kaskların pozisyonel kranial deformitelerin düzeltilmesinde etkili ve güvenilir bir yöntem olduğu; kişiye özel üretim avantajı sayesinde kullanım konforunu ve tedavi uyumunu artırdığı görülmüştür. Bu çalışmanın, Türkiye’de bu alanda yapılan ilk araştırmalardan biri olması nedeniyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: 3B baskı, Kranial kask, Ortez, Pozisyonel kranial deformite, Tarama teknolojisi.

SUMMARY

Investigation of the Effectiveness of Cranial Helmets Produced with 3D Printing Technology in Positional Cranial Deformities

Positional cranial deformities (PCD) are shape abnormalities that develop in the skull of infants due to positioning, without premature closure of the sutures and they become particularly noticeable during the period of rapid head growth in the first six months. Cranial helmets, which have been among the treatment options in recent years, stand out as an effective method for correcting asymmetry and achieving a normal head shape. This study aimed to investigate the treatment efficacy of cranial helmets, which are customized using three-dimensional (3D) scanning technology and manufactured using 3D printing, in infants with PKD.

A total of 18 infants were included in the study: 9 infants aged 4–9 months diagnosed with moderate to severe PKD and 9 infants of the same age group with healthy cranial structures. The heads of the infants in the case group were digitized using a 3D scanning device, the data obtained was converted into helmet designs using Computer Aided Design (CAD) software, and the helmets were produced using a 3D printer with polylactic acid (PLA) material. During the treatment period, Cranial Vault Asymmetry (CVA), Cranial Vault Asymmetry Index (CVAI), Cephalic Index (CI), and head circumference measurements were monitored to evaluate the effects of helmet therapy.

The findings revealed a statistically significant decrease in CVA, CVAI, and CI values after helmet therapy compared to pre-treatment levels ($p<0.05$). No significant difference was observed between the case and control groups in terms of head circumference development, indicating that helmet therapy did not adversely affect head volume increase. Particularly in infants with severe deformities at baseline, more pronounced improvements were observed at the end of the treatment process.

In conclusion, cranial helmets produced using 3D scanning and 3D printing technology were found to be an effective and reliable method for correcting positional cranial deformities; thanks to the advantage of customized production, they increased comfort of use and treatment compliance. As this study is one of the first in this field in Türkiye, it is expected to contribute to the literature.

Keywords: 3D printing, Cranial helmet, Orthosis, Positional cranial deformity, Scanning technology.

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Özet	iv
Summary	v
İçindekiler	vi
Önsöz	viii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	x
Çizelgeler	xii

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. İnfantta Kraniyal Yapı ve Gelişimi	3
2.2. İnfantta Baş-Boyun Anatomisi ve Biyomekaniği	5
2.3. İnfantta Kraniyal Deformiteler	7
2.3.1. Konjenital Kraniyal Deformiteler	7
2.3.2. Pozisyonel Kraniyal Deformiteler	10
2.4. Pozisyonel Kraniyal Deformitelerin Teşhisi	14
2.5. İnfantta Pozisyonel Kraniyal Deformiteleri Önleyici Yaklaşımlar	18
2.6. Pozisyonel Kraniyal Deformitelerin Tedavisinde Yaş Faktörü	20
2.7. Kraniyal Kask Tedavisinin Tarihsel Süreci	21
2.8. Kraniyal Kask Tedavisi	22

BÖLÜM 3. BİREY VE YÖNTEM

24

3.1. Bireyler	24
3.2. Bireylerin Seçimi	24
3.3. Değerlendirme Yöntemler	25
3.3.1. Hasta Değerlendirme ve Takip Formu	25
3.4.3B Tarama	27
3.5. 3B Tasarım	30
3.6. 3B Baskı ile Üretim	31
3.7. İstatistiksel Analiz	37

BÖLÜM 4. BULGULAR	43
4.1. Demografik Veriler	43
BÖLÜM 5. TARTIŞMA	48
BÖLÜM 6. SONUÇ	52
KAYNAKLAR	54
EKLER	62
Ek-1 Etik Kurul Onayı	62
Ek-2 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	63
Ek-3 Kurum İzni	65
Ek-4 Hasta Takip Formu	66
Ek-5 Kask Kullanım Rehberi	67

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikimi, rehberliği ve bilimsel bakış açısıyla her aşamada bana yol gösteren, çalışmamın yönünü belirlemede büyük katkısı bulunan çok değerli danışmanım Prof. Dr. Sayın Serap ALSANCAK' a,

Ayrıca tez konumla paralel olarak yürütülen TÜBİTAK projesinde proje yürütücüsü olarak görev alan ve proje süresince sağladığı katkılar ile bilimsel desteğiyle çalışmama önemli katkılarda bulunan Uzm. Dr. Sayın Yaşar Hüseyin Onganlar' a

Eğitim hayatım boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaştıkları için tüm değerli hocalarıma,

Sevgisi, sabrı ve bitmek bilmeyen desteğiyle her zaman yanımda olan; bugünlere ulaşmamda en büyük paya sahip sevgili annem Meral OKTAY' a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABS: Akrilonitril Bütadien Stiren

ASTM: American Society for Testing and Materials

3B: Üç Boyutlu

CAD: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)

CAM: Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli Üretim)

CI: Sefalik İndeks

CT: Bilgisayarlı Tomografi

CVA: Kraniyal Kubbe Asimetrisi

CVAİ: Kraniyal Kubbe Asimetri İndeksi

Ft: Fronto-temporal

Ld: Lambdoid Noktası

Mm: Milimetre

OFC: Oksipital-Frontal Çevre

PB: Pozisyonel Brakiyosefali

PKD: Pozisyonel Kraniyal Deformiteler

PLA: Polilaktik Asit

PP: Pozisyonel Plagiosefali

PS: Pozisyonel Skafosefali

SCM: Sternokleidomastoid

TPU: Termoplastik Poliüretan

ŞEKİLLER

Şekil 2.1.1. Normal kafatasının vertex görünümü	3
Şekil 2.1.2. Fontanellerin anatomisi	
Şekil 2.2.1. Yenidoğan bebeğin kafatasının üstten görünüşü	6
Şekil 2.2.2. Yenidoğan bebeğin kafatasının yandan görünümü	6
Şekil 2.3.1. Farklı tek sütür kraniosinostoz tiplerinin karakteristik klinik ve radyolojik bulguları	9
Şekil 2.3.2. Plagiosefalinin sınıflandırılması	11
Şekil 2.3.3. Pozisyonel posterior plagiosefali	12
Şekil 2.3.4. Pozisyonel brakisefali	12
Şekil 2.3.5. Asimetrik brakisefalinin üstten görünümü	13
Şekil 2.3.6. Pozisyonel skafosefali (üstten ve lateral görünüm)	13
Şekil 2.4.1. CVAI'nın hesaplanması	14
Şekil 2.4.2. Children's Healthcare of Atlanta Plagiosefali Şiddet Skalası	15
Şekil 2.4.3. CVA'nın hesaplanması	16
Şekil 2.4.4. CI'nın hesaplanması	16
Şekil 2.4.5. CI değerlerine göre şiddet kategorileri	18
Şekil 2.5.1. Pozisyonel kraniyal deformiteyi önlemek için tasarlanmış yatak yastığı	19
Şekil 2.8.1. Alçı sargı ile negatif ölçü süreci	23
Şekil 2.8.2. 3B lazer teknolojisinin kullanımı	23
Şekil 3.3.1.1. Antropometrik kumpas ile kraniyal değerlerin ölçülmesi	26
Şekil 3.4.1. Einscan H2 3B tarayıcı	28
Şekil 3.4.2. Kraniyal kaskın bireysel üretimi için genel süreç	29
Şekil 3.5.1. Kafanın 3B tarama görüntüsü	30
Şekil 3.5.2. 3B Kask tasarımı	31
Şekil 3.6.1. SLA yazıcı şeması	32
Şekil 3.6.2. SLS yazıcı şeması	33
Şekil 3.6.3. FDM yazıcı şeması	33

Şekil 3.6.4. Crealıty K1 yazıcı ve PLA filamenti	35
Şekil 3.7.1. CVA, CVAI ve CI değęrlerinin tedavi süresince değışimi	39
Şekil 3.7.2. Vaka ve kontrol gruplarının kafa çevresi büyümesi	39
Şekil 3.7.3. Vaka grubunda CVA ve CVAI değęrindeki düşüş	41
Şekil 4.1.1. Vaka 1'in kask tedavisi öncesi ve sonrası kafanın tepeden görünümü	45
Şekil 4.1.2. Vaka 2'nin kask tedavisi öncesi ve sonrası kafanın tepeden görünümü	46
Şekil 4.1.3. Vaka 8'in kask tedavisi öncesi ve sonrası kafanın tepeden görünümü	46



ÇİZELGELER

Çizelge 3.3.1.1. Plagiosefali şiddet ölçümünün sınıflandırılması	27
Çizelge 3.3.1.2. Brakisefali şiddet ölçümünün sınıflandırılması	27
Çizelge 3.6.1. Kraniyal kask kullanım süresi	36
Çizelge 3.7.1. Shapiro-Wilk Normal Dağılım Testi Sonuçları	37
Çizelge 3.7.2. Vaka ve kontrol gruplarının başlangıç ölçümlerinin karşılaştırılması	37
Çizelge 3.7.3. Vaka grubu tedavi öncesi ve sonrası ölçüm karşılaştırması (Wilcoxon Testi)	38
Çizelge 3.7.4. Tedavi süresince ölçümlerin medyan, IQR ve %95 güven aralıkları	38
Çizelge 3.7.5. Baş çevresi ölçümlerinin grup karşılaştırması	39
Çizelge 3.7.6. Kask tedavisi uygulanan bebeklerde, tedavi öncesi ve tedavi kontrol ölçümlerinin karşılaştırılması	40
Çizelge 3.7.7. Vaka ve kontrol gruplarının kraniyal çevre ölçümlerinin dağılım özellikleri	42
Çizelge 3.7.8. Vaka ve kontrol gruplarının ölçümlerinin Mann–Whitney U testi ile karşılaştırılması	42
Çizelge 4.1.1. Bebeklerin demografik verileri	43
Çizelge 4.1.2. Vaka bazında başlangıç ve bitiş verileri	44
Çizelge 4.1.3. Vaka ve kontrol grubuna ait bebeklerin baş çevresi ölçümlerinin karşılaştırılması	47

1. GİRİŞ

Kafatası, insan osteolojisinde büyük öneme sahip olup iskeletin en karmaşık yapısıdır. Yenidoğan bebeklerin kafatası, kraniyal sütürler olarak bilinen bağ dokuları ile ayrılan iki frontal, iki parietal ve bir oksipital olmak üzere beş ana kemikten oluşur (Adeyemo ve Omotade, 1999). Sütürler dikiş işlevi görür ve doğum sırasında kafatasının doğum kanalı boyunca hareketini kolaylaştırır. Aynı zamanda beynin doğum sonrası hızlı büyümesine ve gelişmesine izin verirler. Kafatasını şekillendiren kemikler kaynaşmadan başlar ve bebeğin kafatası kemikleri arasında boşluk bırakır. Bu boşluklar membranöz bağ dokusundan oluşur ve fontanel (bingıldak) olarak bilinir (Lipsett vd., 2019).

Bebeklerin kraniyal deformiteleri, doğum öncesi uterus daralma, doğum sırasında makat gelişi gibi travmatik nedenli ve doğum sonrası fonksiyonel veya anatomik kısıtlamalar gibi çeşitli etiyolojilere bağlı görülebilir. Bebeklerin uzun süre sırtüstü pozisyonunda kalmaları da istenmeyen deformitelere neden olabilir (Kropla, 2023). İnfantil dönemde (özellikle yaşamın ilk 6 ayında) en sık karşılaşılan sorunlardan biri pozisyonel kraniyal deformitelerdir. PKD, kraniyal sütürlerde erken füzyon görülme sıklığına, kafatasına belirli bir yönden uygulanan basınca bağlı olarak gelişen sekonder deformitelerdir (Etus ve Goker, 2017). ABD’de 1992 yılında ani bebek ölümü sendromunun görülme sıklığını azaltmak için “Uykuya Dönüş” kampanyasının kabul edilmesi ile birlikte bebeklerin sırt üstü uyutulması önerisini takiben %46’ya varan bir insidans oranıyla PKD’nin arttığı görülmüştür (American Academy of Pediatrics Task Force on Infant Positioning and SIDS (AAP,1992); Mawji vd., 2013). Günümüzde kraniyal deformiteler en sık doğumdan sonraki iki (%16-22) ve dört ay (%20) arasında görülmektedir (Hutchison vd., 2004; Van vd., 2007). Bebekler büyüdükçe prevalans düşmektedir (Hutchison vd., 2004). Pozisyonel kraniyal deformiteler Plagiosefali, Brakisefali ve iki deformitenin kombinasyonu olan Asimetrik Brakisefali şeklinde olan klinik tablolar olarak görülebilir (Kropla, 2023). Plagiosefali, başın bir tarafında meydana gelir ve genellikle lateral (yan) tarafında uyuyan bebeklerde görülür, bu da başın sağ ve sol tarafının asimetrik olmasına neden olur. Brakisefali; başın hemen arkasında oluşur. Uzun süre sırtüstü yatan bebeklerde yaygındır, oksiput düzleşir ve başın ön-arka mesafesi kısalır (Wen, 2020).

PKD’nin tedavisine karar verilmesinde, sürecin planlanmasında; bireyin yaşı ve asimetrinin şiddeti belirleyici faktörlerdendir (Holowka, 2017).

Pozisyonel kraniyal deformitelerin tedavisinde; kafatası yaşamın ilk 6 ayında hızlı büyüdüğü için, yeniden konumlandırma ve fizyoterapi gibi konservatif tedavi yöntemleri yeterlidir (Loveday ve De Chalain, 2001). Ancak konservatif tedavileri karşılaştıran

sistematik bir araştırma, kraniyal kask tedavisinin diğer iki tedavi yönteminden daha etkili olduğunu göstermiştir (Xia vd., 2008). Bugüne kadar uzun vadeli sonuçlara ilişkin **3B baskı yöntemi ile üretilmiş kaskların araştırılması mevcut değildir** (Kunz, 2019).

Kask tedavisi, çocuğun doğal kraniyal büyümesini simetrik bir şekle getirmek veya yönlendirmek amacı ile yapılan bir uygulamadır. Bazı sistemler çocukların kasıtlı olarak ya da rastlantı sonucu, kaskları açma riskini içermektedir. Bu nedenle son yıllarda 3B taramaya dayalı 3B baskı yöntemi ile üretilen kasklar olumlu görülmekte ve ön plana çıkmaktadır (Kropla, 2023). Başın 3B lazer tarayıcı ile tarama görüntüsü alınır ve alınan 3B tarama, tasarım programında 3B model olarak kullanılır. Her bir bebeğe özel tasarımı tamamlanan model 3B baskı yöntemi ile kraniyal kask (ortez) olarak üretilir.

Pozisyonel kraniyal deformitesi olan bebeklerde 3B tarama ve 3B baskı teknolojisi kullanılarak üretilmiş kraniyal kaskların etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın hedefleri; bebeğe özel üretilen kraniyal kaskların uyumunu sağlamak, kraniyal deformitenin ilerlemesini önlemek, mevcut kraniyal asimetriyi azaltmak, düzgün kraniyal gelişimi ve devamlılığı sağlamak, kısa vadeli (tedavi bitiminde son test olarak) ve uzun vadeli (12 aylık olduğunda) sonuçları alarak kraniyal kaskların etkinliğini belirlemektir.

Çalışmamızın **temel amacı**, 3B tarama ile kişiye özel olarak tasarlanan ve **3B baskı teknolojisiyle üretilen kraniyal kaskların pozisyonel kraniyal deformitelerde tedavi etkinliğini** değerlendirmektir.

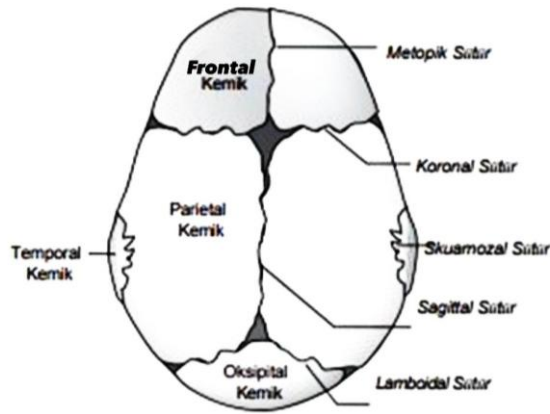
Çalışmanın özel amaçları ise; kişiye özel tasarımın kask uyumuna katkısını incelemek, mevcut kraniyal asimetrinin ilerlemesini önleme ve düzeltme potansiyelini değerlendirmek, bebeklerin kraniyal büyümesinin sağlıklı şekilde devam etmesine destek olma kapasitesini araştırmak ve Türkiye’de 3B baskı ile üretilmiş kraniyal kaskların etkinliğini değerlendiren öncü çalışmalardan biri olarak literatüre katkı sağlamaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İnfantta Kraniyal Yapı ve Gelişimi

Kafatası, mezenkimal nörokranium ve visserokraniuma farklılaşan embriyonik mezodermden oluşur. Ortalama oksipital-frontal çevre (OFC) yenidoğanda 35 cm, 1 yaşında 45 cm ve yetişkinde 55 cm'dir. Bu ölçümler ilk yıllarda hızlı büyümeyi göstermektedir. Bir yenidoğanın doğumda baş çevresi göğüs çevresinden daha büyüktür. OFC yaşamın ilk 3 ayında ayda 2 cm, ikinci 3 ayında ayda 1 cm ve 6 ila 12 ay aralığında ayda 0,5 cm artar. Kraniyal kubbenin hacmi doğumda yetişkin boyutunun %65'i ve 10 yaşında yetişkin boyutunun %95'i kadardır. 15 aylıkken beyin kabaca %65 oranında yetişkin boyutuna ulaşırken beyincik de yetişkin oranına ulaşmıştır (Bronfin, 2001).

Kraniyal sütürler, büyümeye izin veren fibröz veya "sindesmotik" eklemler olarak işlev gören yoğun bağ dokusu membranlarından oluşan benzersiz yapılardır. En önemli sütürler sagittal, koronal, lambdoidal ve metopik sütürlerdir (Bronfin, 2001).



Şekil 2.1.1. Normal kafatasının vertex görünümü (Bronfin, 2001)

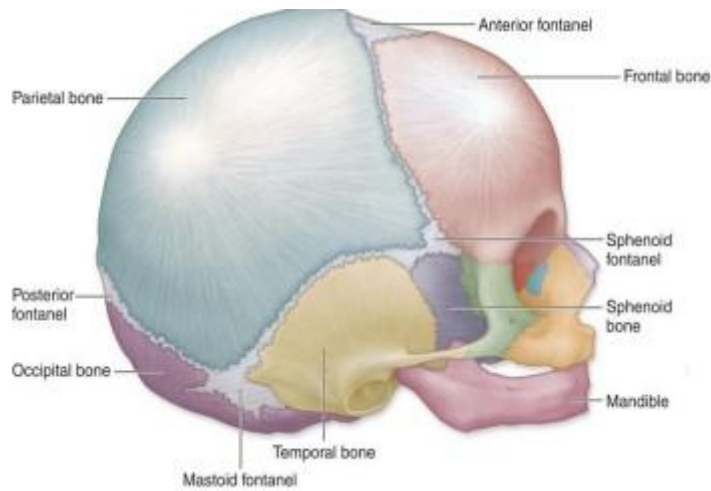
Bebeğin kafatasının kemikleri arasındaki boşluklar membranöz bağ dokusundan oluşur ve bu "yumuşak noktalar" olarak adlandırılan fontaneller, yenidoğanın kafatasının en belirgin anatomik özelliklerinden biridir. Bebeklik döneminde altı fontanel bulunur, en dikkat çekici olanı ön ve arka fontanellerdir (Lipsett vd., 2019).

Anterior fontanel (ön fontanel), altı fontanelin en büyüğüdür ve elmas şekline benzer. Frontal kemiklerin ve parietal kemiklerin altında superior sagittal sinüs ile yan yana gelmesiyle oluşur. İki frontal kemik, anterior fontanelin yarısını oluşturmak için birleşir ve metopik suture, eşleştirilmiş kemikler arasında paralel bölücü görevi görür. Daha sonra, parietal kemikler fontanelleri tamamlamak için birbirine karşı konumlandırılır. İki parietal kemiğin birbirine karşı konumlandırılması sagittal suture'nin oluşmasına neden olur. Son olarak, frontal kemiklerin parietal kemiklere karşı hizalanması koronal suture'ü oluşturur (Lipsett vd., 2019). Anterior fontanelin ortalama kapanma süresi 13 ila 24 ay arasında değişmektedir (D'Antoni vd., 2017).

Posterior fontanel (arka bingıldak), üçgen şeklindedir ve doğumdan yaklaşık 6 ila 8 hafta sonra tamamen kapanır (Kiesler ve Ricer, 2003). Bu yapı, parietal lobların ve oksipital lobun birleşmesinden kaynaklanır. Bu yerleştirme sayesinde lambdoid suture oluşur (Lipsett vd., 2019).

Mastoid fontanel, eşleştirilmiş bir yapıdır, temporal, parietal ve oksipital kemiklerin kesiştiği noktada bulunabilir. Mastoid fontanel ayrıca posterolateral fontanel olarak da adlandırılır. Bu fontaneller 6 ila 18 aylıkken kapanabilir (Lipsett vd., 2019).

Sfenoid fontanel, benzer şekilde, sfenoid fontanel de eşleştirilir. Sfenoid, parietal, temporal ve frontal kemiklerin birleşim bölgesinde yer alan yapı, bilateral konumdadır. Aynı zamanda anterolateral fontanel olarak da bilinir; kapanmaları doğumdan yaklaşık 6 ay sonra gerçekleşir (Lipsett vd., 2019).



Şekil 2.1.2. Fontanellerin Anatomisi (Özer vd., 2013)

Yenidoğanların fontanel muayenesi nörogelişimsel değerlendirmenin temelini oluşturur (Pedroso vd., 2008). Yenidoğanların kraniyal değerlendirmesinde kafa şekli, kafa

çevresi ölçümleri, sütürlerin örtüşme durumu ile anterior ve posterior fontanel boyutları incelenir.

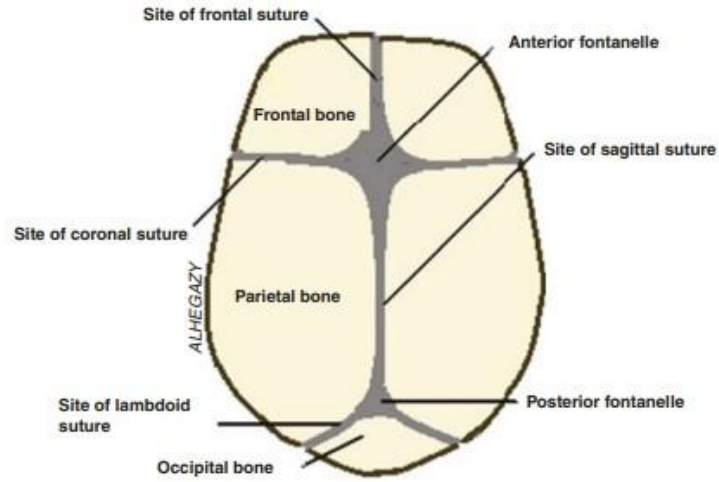
Fontanel boyutu, anterior ve posterior uçları arasındaki uzunluğun, transvers uçlar arasındaki mesafenin toplamının yarısına eşit olarak tanımlanır (Kiesler ve Ricer, 2003). Fontanelin yapısal değerlendirmesi yapılırken bebek dik bir pozisyonda tutulur. Klinikte fontanel değerlendirilmesinde en yaygın ön fontanel kullanılır (Özer vd., 2013).

Anterior fontanel yaklaşık 2,5 cm çapında olup, eşkenar dörtgen morfolojisi gösterir. Bununla birlikte skafosefali, plagiosefali, uterus daralma gibi nedenlere bağlı olarak şekil değişikliği gösterebilir (Özer vd., 2013). Ön fontanel yenidoğanın 3. ayında erken kapanabilir. Tekli veya çoklu kraniyal sütürlerin zamanından önce füzyonu kraniosinostoz gelişimine yol açabilir. İnfantlarda fontanel anormallikleri, birden fazla faktörün etkisiyle ortaya çıkabilir. Bu nedenle fontanelin sistematik olarak değerlendirilmesi ve muayene protokollerine uygun şekilde incelenmesi büyük önem taşır. Fontanellerin kapanma zamanı ve morfolojisindeki sapmalar, pozisyonel kraniyal deformitelerin ayırıcı tanısında önemli ipuçları sunmakta ve konjenital deformiteler (kraniosinostoz) ile pozisyonel deformitelerin birbirinden ayrılmasında kritik rol oynamaktadır (Özer vd., 2013).

2.2. İnfantta Baş-Boyun Anatomisi ve Biyomekaniği

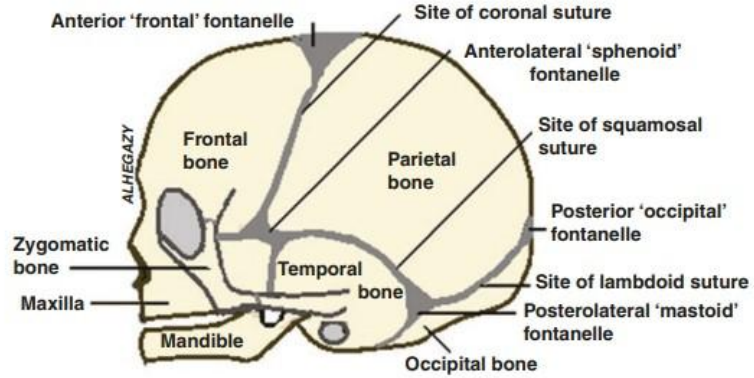
Kafatası iki ana bölümden oluşur: beyni çevreleyen kemikler (neurocranium) ve yüz kemikleri (viscerocranium). Her biri ayrı kemiklerden oluşur. Kafatasında toplam 22 kemik bulunur. Alt çenenin mandibula kemiği hariç hepsi yetişkinlerde hareketsiz fibröz eklemler (sütürler) ile birbirine bağlıdır. Yenidoğanlarda kemikler birbirine sıkıca bağlı değildir. Bununla birlikte sütür bölgelerinde geniş fibröz alanlara ayrılarak doğum sırasında kafatasının boyutunu azaltır, yaşamın ilk yılında beynin büyümesine ve kemiklerin hareketliliğine izin verir. İki'den fazla kemiğin birleştiği bölgeler daha geniştir, bu bölgeler fontanel olarak adlandırılır.

Nörokranyumun üst kısmındaki sütürler (calvarial); koronal sütür, sagittal sütür, lambdoid sütür, skuamozal sütür, oksipitomastoid sütür, parietomastoid sütür ve frontal sütürü içerir (Hegazy, 2021).



Şekil 2.2.1. Yenidoğan bebeğin kafatasının üstten görünüşü (Hegazy, 2021)

Yüz kemiklerini birleştiren sutureler (yüz sutureleri): frontozigomatik suture, frontomaksiller suture, temporozigomatik suture, zigomatikomaksiller suture, nazomaksiller suture, sfenofrontal suture ve sfenozigomatik suture içerir (Hegazy, 2021).



Şekil 2.2.2. Yenidoğan bebeğin kafatasının yandan görünümü (Hegazy, 2021)

Boyun, başın serbest hareket edebilmesini sağlayan baş ile gövde arasındaki bölgedir. Boynun arka üçgenini anteriorda sternocleidomastoid (SCM) kasının arka kenarı, posteriorda trapez kasının ön kenarı ve inferiorda clavicula oluşturken boynun sınırlarını inferiorda clavicula, manubrium sterni, acromioclavicular eklem ve C7 vertebra process, superiorda eksternal occipital protuberans, mandibula alt kenarı ve temporal kemiğin zigomatik process oluşturur (Koç, 2013; Orhan, 2022). Özellikle SCM kasındaki kısalık veya asimetrik gerilim, tortikollis gelişimine yol açarak başın sürekli aynı pozisyonda tutulmasına neden olabilir ve bu durum pozisyonel kraniyal deformitelerin önemli risk faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Wilbrand vd., 2011).

Boynun fasyaları derin ve yüzeysel olmak üzere ikiye ayrılır. Yüzeysel fasya, boynun anterior ve lateralinde yer alıp platisma kasını sarar. Arkaya doğru kalınlaşarak derin fasya ile birleşir. Derin boyun fasyası derin tabaka-prevertebral fasya, orta tabaka-visseral katman ve yüzeysel tabaka olarak üçe ayrılır. Yüzeysel tabaka, boynu tamamen çevreler bu yüzden “donatan fasya (investing fascia)” olarak isimlendirilir. Bu fasya ikiler kuralı ile tanımlanmıştır. Çünkü iki boşluk oluşturur, iki kası ve iki bezi çevreler. Derin fasyanın orta tabakası aynı zamanda pretrakeal fasya olarak da adlandırılır. İnce bir tabaka olup boynun ön bölgesinde yer alır. Visseral kısım ve musküler kısım olarak iki alt bölüme ayrılır. Visseral tabaka, larenks, farenks, trakea, ösafagus, tiroid bezini sararken musküler tabaka infrahyoid strep kasları, büyük damarların dış tabaklarını sarar. Derin fasyanın prevertebral tabakası servikal vertebranın spinöz çıkıntılardan ve Ligamentum nuchae’dan oluşur. Prevertebral kasları sarar, boynun arka üçgenine uzanır ve tabanı oluşturan kasları sarar. Kafa tabanından T3 vertebraya kadar uzanır (Koç, 2013; Orhan,2022).

2.3. İnfantta Kraniyal Deformiteler

Bebeklerde kraniyal deformiteler, etiyolojilerine göre genellikle konjenital (sütürlerin erken kapanmasına bağlı) ve pozisyonel (başın belirli pozisyonlarda uzun süreli baskıya maruz kalmasına bağlı) olarak iki ana gruba ayrılır (Ghizoni vd., 2016; Massimi vd., 2012). Konjenital deformiteler, tek veya çoklu sütürlerin erken füzyonu ile karakterizedir ve kraniosinostoz olarak adlandırılır; bu durum kafatası şeklinin yanı sıra nadiren nörolojik fonksiyonları da etkileyebilir (Massimi vd., 2012). Pozisyonel deformiteler ise sütürlerin normal olarak açık kalmasına rağmen başın sürekli bir yöne baskı yapması sonucu gelişir ve genellikle nörolojik açıdan herhangi bir bozukluk ile ilişkilendirilmez (Matushita vd., 2014). Bu ayrım hem tanı sürecinde hem de tedavi planlamasında kritik öneme sahiptir; konjenital deformiteler çoğunlukla cerrahi müdahale gerektirirken, pozisyonel deformiteler konservatif yöntemlerle yönetilebilir.

2.3.1. Konjenital Kraniyal Deformiteler

Konjenital kraniyal deformiteler, doğumda mevcut olan ve genellikle kranial sütürlerin prematür füzyonu ile ilişkili şekil bozukluklarını ifade eder. Bu grupta en sık karşılaşılan patoloji kraniosinostoz olup, tekli veya çoklu kraniyal sütürlerin prematür füzyonuna bağlı olarak karakteristik kraniyal şekil değişikliklerine yol açar. Görülme sıklığı canlı doğumlarda yaklaşık 1/2000–2500’dür ve sagittal, koronal, metopik ve lambdoid sütürler en sık etkilenen bölgeler arasındadır. Kraniosinostoz olguları basit (tek sütür), kompleks (iki veya daha fazla

sütür) ve sendromik tipler (Crouzon, Apert, Pfeiffer, Saethre-Chotzen vb.) olarak sınıflandırılır. Konjenital deformiteler, pozisyonel deformitelerden ayırıcı tanıda büyük önem taşır; çünkü pozisyonel deformiteler genellikle postnatal dönemde gelişirken, kraniosinostoz doğumda mevcut olup zamanla ilerleyici seyir gösterir. Erken tanı ve multidisipliner yaklaşım, bu olguların estetik ve fonksiyonel komplikasyonlarını önlemede kritik rol oynar (Ghizoni vd., 2016).

- **Sagital Sinostoz**, sagital sütürün prematür kapanması sonucu ortaya çıkar ve tüm kraniosinostozların %40–60'ını oluşturur. Erkeklerde daha sık görülür (%75–85). Kafatası uzun ve dar bir görünüm alır, bu nedenle skafosefali olarak adlandırılır (Massimi vd., 2012). (Şekil 2.3.1. (A)) Fizik muayenede sagital sütür üzerinde çıkıntı palpe edilebilir. Anterior fontanelin kapalı olmayabileceği dikkate alınmalıdır. Frontal çıkıntı ve oksipital çıkıntı farklı derecelerde gözlemlenebilir. Cerrahi tedavi, 3-12 ay arasında endikedir ve işlemler basit endoskopik sagital sütür rezeksiyonundan kafatasının tam rekonstrüksiyonuna kadar değişebilir ve klinik tablonun ciddiyetine bağlıdır.
- **Koronal Sinostoz**, kraniosinostoz vakalarının %25'ini oluşturan ikinci en yaygın formdur ve daha çok (%60) kızlarda görülür. Koronal sütürün tek taraflı kapanması anterior plagiosefaliye, iki taraflı kapanması ise brakisefaliye yol açar (Raposo-do-Amaral vd., 2011; Raposo-Amaral vd., 2015). Koronal sütürün erken füzyonu, frontal kemiğin ve ipsilateral orbital kenarın düzleşmesine, buna bağlı olarak da kontralateral frontal bölgede kompensatuar çıkıntının gelişmesine neden olur. Ayrıca strabismus sık görülen bir bulgudur (%50–60) ve “harlequin orbit” gibi radyolojik işaretler tanıda yol göstericidir. (Şekil 2.3.1. (B)) Koronal sütürün erken füzyonu, göz çukurlarının, kaşların, kulakların ve mandibulanın asimetrisine yol açarak belirgin estetik sorunlar oluşturabilir. Cerrahi tedavi genellikle 6–9 ay arasında uygulanır ve amaç hem kafatası morfolojisinin düzeltilmesi hem de fonksiyonel komplikasyonların önlenmesidir.
- **Metopik Sinostoz**, metopik sütürün erken kapanmasıyla ortaya çıkar ve olguların yaklaşık %10'unu oluşturur. Erkeklerde daha yaygındır (%75–85). Metopik sütürün erken füzyonu, frontal kemiklerin transversal büyümesini kısıtlar ve daha şiddetli vakalarda anterior fossanın genişlemesini kısıtlayarak hipoteleorbitizme (gözler arası mesafenin azalması) ve dolayısıyla trigonosefaliye yol açar. (Şekil 2.3.1. (C)) Metopik sinostoz, frontal lobların büyüme kısıtlaması nedeniyle bilişsel bozukluklarla en sık ilişkili olan tek sütür sinostozudur (Van Der Meulen, 2012). Anterior fossa hacminin artırılması, trigonosefali hastalarının tedavisinde ana hedeftir; bunun yanı sıra frontal

yeniden şekillendirme ve fronto-orbital ilerletme de önemlidir. Tedavi için en uygun zaman 6-9 aylık dönemdir.

- **Lambdoid Sinostoz**, en nadir görülen basit kraniosinostoz türüdür ve yaklaşık 10.000 canlı doğumda 0,3 oranında görülerek tüm kraniosinostoz vakalarının %1–5,5'ini oluşturur. Tek taraflı lambdoid sütür füzyonu trapez şeklinde oksipital deformiteye (posterior plagiosefali), çift taraflı füzyon ise brakisefaliye yol açar. (Şekil 2.3.1. (D)) Erken füzyona bağlı posterior deformiteye düzleşme, kulak pozisyon bozukluğu ve parietal kompensatuar çıkıntı eşlik edebilir; ayrıca posterior fossada belirgin morfolojik değişiklikler görülebilir. Lambdoid sinostoz, posterior fossada morfolojik değişiklikler ve Chiari I malformasyonu ile juguler foramen füzyonunu içerebilir; bu durum venöz hipertansiyon ve artmış intrakraniyal basınç (ICH) riskini artırır. Chiari I malformasyonu, serebellar tonsillerin foramen magnumdan aşağıya doğru yer değiştirmesiyle karakterize bir anomalidir. Juguler foramen füzyonu ise kranial taban gelişimindeki bozukluk sonucu juguler venin geçtiği foramenin daralması veya kapanmasıdır; bu durum serebral venöz dönüşü bozarak intrakraniyal basıncı artırabilmektedir (Tamburrini vd., 2012). Cerrahi tedavi genellikle parietal ve oksipital bölgenin hacmini artırmayı ve lambdoid sütürleri serbest bırakmayı hedefler; yoğun venöz drenaj nedeniyle kademeli posterior distraksiyon teknikleri tercih edilerek kanama ve transfüzyon riskleri azaltılır.



Şekil 2.3.1. Farklı tek sütür kraniosinostoz tiplerinin karakteristik klinik ve radyolojik bulguları (Ghizoni vd., 2016)

- (A) Sagittal sütür füzyonu olan hastanın önden ve yandan görünümü. (B) Sağ koronal sütür füzyonu olan hastanın önden görünümü, 3B BT harlequin orbit. (C) Metopik sütür füzyonu olan hastanın önden görünümü. (D) Lambdoid sütür füzyonu olan hastanın yandan görünümü.

Sendromik kraniosinostozlar, genellikle çoklu sütürlerin erken kapanması ile karakterizedir ve tipik olarak Crouzon, Apert, Pfeiffer, Saethre-Chotzen gibi genetik sendromlarla ilişkilidir (Matushita vd., 2014; Tamburrini vd., 2012). Bu tiplerde, yalnızca kafatası değil, yüzün orta bölgesi ve kraniofasiyal yapıların da belirgin deformiteleri görülür; örneğin orbitaların asimetrisi, orta yüz hipoplazisi, nazal ve maksillar anomali yaygındır. Sendromik tipler genellikle nörolojik komplikasyon riski taşır ve tedavi planlaması daha karmaşıktır.

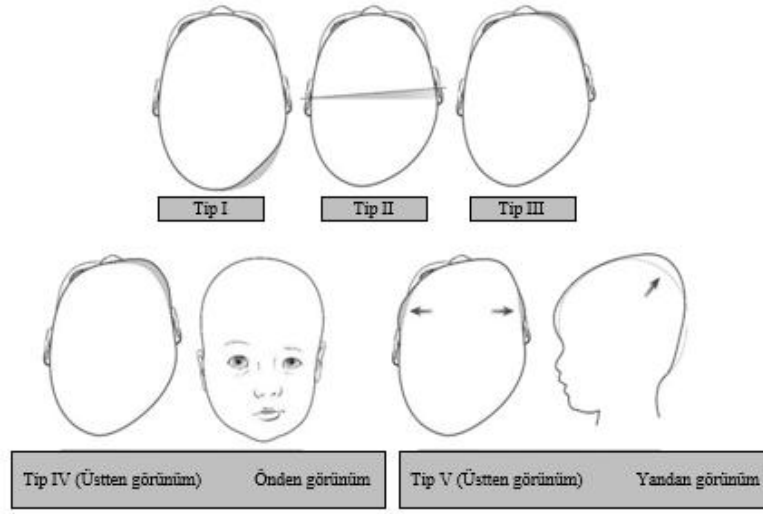
Cerrahi yönetim çoğunlukla çok aşamalıdır:

- Kafa tabanı ve ön kranial boşluk düzeltmeleri genellikle 6–12 aylık bebeklerde yapılır; bu, intrakraniyal basıncı azaltmak ve beyin büyümesine alan açmak için kritik bir dönemdir.
- Orta yüz cerrahisi (Le Fort III osteotomi, üst çenenin ve orta yüzün ileriye taşınmasını sağlayan bir cerrahi işlem) genellikle 8–12 yaş civarında, yüz gelişimi ve dişlenme durumu göz önüne alınarak planlanır.
- Bazı vakalarda, yüzün ileri düzeltme cerrahileri ergenlik çağında tamamlanır.

Cerrahi müdahaleler, hem kozmetik hem de fonksiyonel amaçlıdır; hava yolu açıklığı, göz koruması ve nörolojik fonksiyonların korunması önceliklidir. Bu nedenle, multidisipliner yaklaşım (nöroşirürji, plastik cerrahi, ortodonti, göz hastalıkları vb.) çoğu merkezde standarttır (Tamburrini vd., 2012). Üst çenenin ve orta yüzün ileriye taşınmasını sağlayan bir cerrahi işlem.

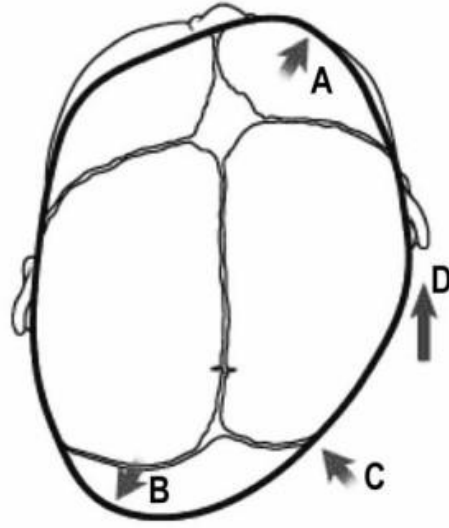
2.3.2. Pozisyonel Kranial Deformiteler

Plagiosefali gelişimi beş evreye ayrılabilir: şiddet derecesine bağlı olarak, tip I sadece oksiputun tek taraflı düzleşmesi ile hafif deformite olarak tanımlanır. Sonraki tip II, III ve IV’de kafatasında artan bir deformasyon gösterir. Tip V’te oksiputun tek taraflı düzleşmesi ile birlikte kulak yer değiştirmesi, yüz tutulumu, lateral ve apikal çıkıntılı kafatası en şiddetli deformite olarak tanımlanır (Kropla, 2023).



Şekil 2.3.2. Plagiosefalinin sınıflandırılması (Kropla, 2023)

Pozisyonel plagiosefali (PP), kranyuma yönlendirilmiş sürekli dış basınç sonucu gelişen ve kraniyal suturelerle ilişkili olmayan deformiteler arasında en yaygın görülen formudur (Freudlsperger vd., 2015). Anterior ve posterior plagiosefali olarak ikiye ayrılabilir. İntrauterin yaşamda kranyumun uzun süre tek yönlü bası altında kalarak düzleşmesine anterior pozisyonel deformite denir. Anterior pozisyonel plagiosefalide, aynı taraf (ipsilateral) oksipital ve karşı taraf (kontralateral) frontal bölgede belirgin şekil değişiklikleri gözlenir ve çoğu olguda spontan olarak düzelme eğilimindedir. Posterior pozisyonel deformitede ise supin pozisyonunda yatışa sekonder olarak ipsilateral parietooksipital bölge düzleşir. Buna ek olarak ipsilateral frontal bölge belirginleşir ve ipsilateral kulak anteriora doğru yer değiştirir. Tek taraflı parietooksipital düzleşme, ipsilateral frontal ve biparietal bölgelerde hacimsel kompensasyon yaratır; bu durum maksillofasiyal yapıların belirginleşmesine ve kulak konumunun anteriora kaymasına neden olur (Etus ve Goker, 2017).



Şekil 2.3.3. Pozisyonel posterior plagiosefali (Etus ve Goker, 2017).

A) İpsiateral frontalde şişlik. **B)** Kontralateral oksipitalde şişlik.

C) İpsiateral parietookipitalde düzleşme. **D)** İpsiateral kulağın anteriora kayması.

Posterior pozisyonel plagiosefali olgularında en sık risk faktörü uzun süreli sırtüstü pozisyonda yatmak olarak kabul edilse de prematürite, anne karnındaki bebek pozisyonu, birden fazla fetüsle gerçekleşen gebelik, uterus basısı ile birlikte tortikollis, makrosefali ve omurga yapısal farklılıkları gibi faktörler de etkili olabilir (Martinez-Lage vd., 2006; Mortenson vd., 2012).

Pozisyonel Brakisefali (PB), başın posteriordaki simetrik düzleşmesidir. Temporal bölgenin belirginleşmesi, yüzün anterior genişlik kazanmasına yol açabilir (Etus ve Goker, 2017).



Şekil 2.3.4. Pozisyonel brakisefali (Raposo-do-Amaral vd., 2011)

Asimetrik Brakisefali, plagiosefali ve brakisefalinin özelliklerini birleştirir (Wen, 2020). Bu nedenle, asimetrik brakisefali, oksiputun posterior düzleşmesinin yanı sıra kontralateral olarak kompansatuar posterior baskı ile karakterizedir (Graham vd., 2020).



Şekil 2.3.5. Asimetrik brakisefalinin üstten görünümü (Raposo-do-Amaral vd., 2011)

Pozisyonel Skafosefali (PS), bebeğin uzun süre lateral (yan) pozisyonda yatırılması ile oluşan bir deformitedir. Sıklıkla prematüre bebeklerde görülür. Oksipital bölgedeki simetri korunurken, temporal ve parietal bölgelerde düzleşme gözlenir (Etus ve Goker, 2017).



Şekil 2.3.6. Pozisyonel skafosefali (Rogers, 2011)

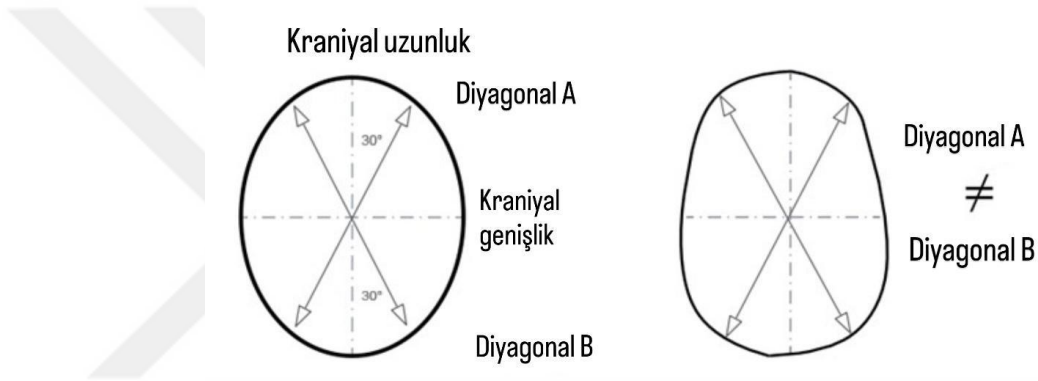
A) PS üstten görünümü B) PS lateral görünümü

2.4. Pozisyonel Kraniyal Deformitelerin Teşhisi

PP tanısı koymak ve bu deformitenin ciddiyetini hesaplamak için en sık kullanılan teknik, CVAI değerinin hesaplanmasıdır. Alından kafatasının arkasına kadar olan en uzun ve en kısa diyagonal mesafe ölçülür. Ölçümler burun merkezinden (kaşın dış kenarı) 30° uzaklıkta milimetre (mm) cinsinden yapılmalıdır (Keshtgar, 2015).

Bu değer, $CVAI = \frac{\text{Diyagonal A} - \text{Diyagonal B}}{\text{Diyagonal A}} \times 100\%$ kullanılarak hesaplanır (Hinken vd., 2019).

Diyagonal A or B (Hangisi daha küçük değer ise)



Şekil 2.4.1. CVAI'nın hesaplanması (Kropla, 2023)

CVAI olarak bilinen kraniyal asimetri skalası Children Hospital of Atlanta (CHOA) araştırma ekibinin 224 bebekle yürüttüğü çalışma sonrası ortaya konulmuştur (Holowka, 2017). CVAI skalasında asimetri hesaplanarak şiddeti belirlenir. CVAI, beş seviyede ele alınır. 1. seviye normal limitler içindedir. 2. seviye hafif şiddetli, 3. seviye orta şiddetli, 4. seviye şiddetli ve 5. seviye çok aşırı şiddetli bozukluk olarak tanımlanır. CVAI indeksi 1.seviyede ise tedavi gerekmez. 2. Seviyede sadece kafanın arkasında etkilenmiş lokal bir bölge bulunur, asimetrinin pozisyon değiştirme, egzersiz, yüzüstü aktiviteler ile düzelmesi beklenir, kask tavsiye edilmez. 3. Seviyede kafatasında orta şiddetli asimetri mevcuttur. Bu asimetri erken dönemde fark edilmiş ise önce pozisyon değiştirerek cevap alınmaya çalışılır. Ancak kontroller sırasında yanıt alınmaz ise veya bebek için erken müdahale zamanı geçmiş ise kask tedavisine başlanması önerilir. 4. Seviyedeki bozukluk, yaşa bakılmadan kask tedavisinin başlatılması gereken bir seviyededir. Bu seviyede kulakta kayma, kafanın arkasındaki düzlük ve gözde asimetri, ölçüm yapılmaya ihtiyaç duymadan gözlemlenebilmektedir. 5. Seviyedeki

bozuklukta ise 3. ayına giren bebeklerde brakisefali ve plagiosefali bulunan vakalarda beklenmeden ve pozisyon değişimi denenmeden kask tedavisine başlanması tavsiye edilir (Holowka, 2017).

Deformite şiddeti	Klinik Bulgular	Öneriler	CVAI
1. Derece (Normal)	Tüm simetri normal sınırlar içinde	Tedavi yok	< 3.5%
2. Derece (Hafif)	- Tek posterior kadranda minimal asimetri - İkincil değişiklik yok	- Yeniden pozisyonlama programı - Eğer 2 ay yeniden pozisyonlamaya rağmen düzelme sağlanamazsa, ebeveynin kozmetik amaçlı talebi üzerine kranial ortez	3.5 %-6.25 %
3. Derece (Orta)	- İki kadranın tutulumu - Orta ila şiddetli posterior kadranda düzeşmesi - Minimal kulak kayması ve/veya anterior tutulum	- Yeniden pozisyonlama programı veya - Yaş ve öyküye göre kranial ortez	6.25 %-8.75 %
4. Derece (şiddetli)	- İki veya üç kadranın tutulumu - şiddetli posterior kadranda düzeşmesi - Orta derecede kulak kayması - Anterior tutulum, belirgin orbital asimetri dahil	Kranial ortez	8.75 %-11.0 %
5. Derece (Çok şiddetli)	- Üç veya dört kadranın tutulumu - şiddetli posterior kadranda düzeşmesi - şiddetli kulak kayması - Anterior tutulum, orbital	Kranial ortez	> 11.0 %

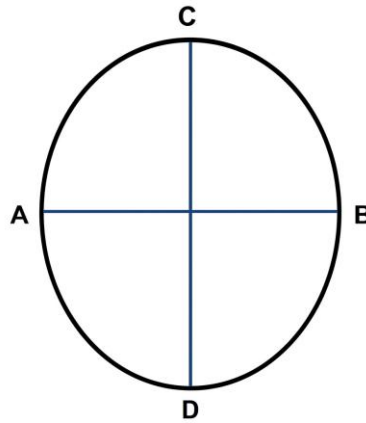
şekil 2.4.2. Children's Healthcare of Atlanta Plagiocefali şiddet Skalası (Holowka, 2017)

Pozisyonel kranial deformite klinik şiddetinin sınıflandırması, CVA (Diag A-Diag B) olarak tanımlanan kafatası asimetrisi yöntemi ile de belirlenebilir. CVA, kafatası orta eksenine (kafatası longitudinal eksen) 30° açı yapan iki diyagonal değer arasındaki fark ölçülerek hesaplanır (Kropla, 2023). Hutchison ve ark. (2005), hafif pozisyonel kafa deformitesini 3 ila 10 mm arasındaki CVA olarak, orta dereceyi 10 ila 12 mm arasındaki CVA olarak ve şiddetli CVA'yı > 12 mm olarak tanımlamıştır (Wen, 2020).



Şekil 2.4.3. CVA'nın hesaplanması (Visse vd., 2020)

Brakisefali, kraniyal genişliğin kraniyal uzunluğa oranının yüzde olarak ifade edildiği CI ile ölçülür. Plagiosefalinin aksine, CI şiddetini kategorize etmek için yaygın olarak kabul gören bir ölçek yoktur (Weigand vd., 2024). Anders Adolph Retzius, en büyük kafatası genişliğinin şakakların hemen arkasında olduğunu, en büyük uzunluğun ise glabelladan oksipital bölgenin en çıkıntılı kısmına kadar olduğunu kaydetti ve bu iki ölçümün oranını sağlamak için kraniyal genişliğin kraniyal uzunluğa bölünmesi ve ardından 100 ile çarpılmasından oluşan CI denklemini bulmuştur (Larsell, 1924).



Sefalik İndeks (CI)

$$\frac{AB \text{ (GENİŞLİK)}}{CD \text{ (UZUNLUK)}} \times 100$$

Şekil 2.4.4. CI'nın hesaplanması (Hersh vd., 2021)

Bu çalışmada kullanılan Sefalik İndeks (CI) için literatürde evrensel kabul edilmiş bir sınıflandırma bulunmamaktadır. 1987’de Bass, brakisefalik kafa şeklini CI’sı %80’in üzerinde olan herhangi bir kafa olarak tanımlamıştır (Bass, 1987). Ancak “uykuya dönüş” kampanyasının uygulanması ve kraniyal ortezlerin daha yaygın kullanılması ile ortalama CI değerlerinin zaman içinde yükseldiği bildirilmektedir (Hutchison vd., 2005). Birçok kaynak, bu kampanya sonrasında normal kafa şeklinin üst sınırının %90 civarında olduğuna işaret etmektedir (Kelly vd., 2018; Van vd., 2012; Hinken vd., 2019).

Şekil 2.4.5.’teki tablo incelendiğinde, Choi, Graham, Kelly, Lin, Looman ve Flannery, ile Yang ve ark. tarafından bildirilen sınıflandırmalar arasında belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir. Örneğin, Graham ve Kelly CI <%90’ı normal kabul ederken, Yang ve ark. %91–95 aralığını hafif brakisefali olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde Lin, Looman ve Flannery %82–90 aralığını hafif olarak değerlendirirken, Choi bu sınırı %88–90 olarak vermiştir. Bu durum, özellikle normal ve hafif gruplar arasında eşik değerlerde farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Weigand vd. (2024) ise, evrensel bir ölçek olmaması nedeniyle kendi şiddet kategorilerini önermiştir: Normal <%90, hafif %90–93, orta %93–97, şiddetli %97–100 ve çok şiddetli >%100. Dolayısıyla CI indeksinde genel bir standardizasyon olmadığı, farklı araştırmacıların kendi klinik gözlemleri ve popülasyon ortalamalarına göre farklı eşik değerler belirlediği anlaşılmaktadır. Bu çeşitlilik, farklı çalışmaların sonuçlarının doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Bu çalışmada, CI değerlerinin sınıflandırılmasında literatürde önerilen farklı ölçekler dikkate alınmıştır. Özellikle Choi vd. (2020) sınıflamasına yakın bir tablo tercih edilmiş, ancak normal değer aralığı %80’in altına genişletilmiştir. Bu yaklaşım, çalışmamızda yerel (Türk) popülasyon verileriyle uyumunu sağlamak ve ölçüm yöntemi ile örneklem özelliklerinden kaynaklanan farklılıkları dikkate almak amacıyla benimsenmiştir. Ayrıca, brakisefali şiddet dereceleri daha düşük aralıklardan itibaren tanımlanarak, olguların klinik değerlendirmesinde daha hassas bir sınıflandırma yapılmasına olanak sağlanmıştır (Bakırcı ve Öner, 2022; Neyzi vd., 2008).

<u>Choi ve ark.</u>	<u>Graham ve ark.</u>	<u>Kelly ve ark.</u>	<u>Lin ve ark.</u>	<u>Looman ve Flannery</u>	<u>Yang ve ark.</u>
<u>Brakisefali</u>	<u>Brakisefali</u>	<u>Brakisefali</u>	<u>Brakisefali</u>	<u>Brakisefali</u>	<u>Brakisefali</u>
Hafif 88-90%	Normal <90%	Normal <88%	Hafif 82-90%	Hafif 82-90%	Hafif 91-95%
Orta 90-93%	Hafif 90-93%	Hafif 88-90%	Orta 90-100%	Orta 90-100%	Orta 95-99%
Şiddetli >93%	Orta 93-97%	Orta 90-93%	Şiddetli >100%	Şiddetli >100%	Şiddetli >99%
Çok Şiddetli >96%	Şiddetli >97%	Şiddetli >93%			<u>Skafosefali</u>
					Hafif 79-82%
					Orta 76-79%
					Şiddetli <76%

Şekil 2.4.5. CI değerlerine göre şiddet kategorileri (Fish vd., 2024)

Pozisyonel Kraniyal deformitelerin tanısı için diğer muayene yöntemleri arasında baş çevresinin ölçülmesi, ön fontanel ve her bir sütürün palpe edilmesi, boyun hareket açıklığının değerlendirilmesi (çeneden göğse, çeneden omuza ve kulaktan omuza esneklik) ve alt çene, kulaklar, gözler ve alın dahil olmak üzere yüz simetrisinin incelenmesi yer almaktadır (Block, 2014).

2.5. İnfantta Pozisyonel Kraniyal Deformiteleri Önleyici Yaklaşımlar

Pozisyonel kraniyal deformitelerde tedavinin temel hedefi kozmetik iyileşmeyi sağlamaktır (Etus ve Goker, 2017). PKD olgularında tedavi seçenekleri arasında takip, aktif baş pozisyonlandırması, fizik tedavi, kraniyal kask uygulaması ve aşırı şiddetli deformite vakaları için cerrahi müdahale yer alır (Couture vd., 2013). Hafif kraniyal asimetriye sahip veya deformite gelişimi açısından yüksek risk taşıyan bebeklerde, baş kontrolünün henüz kazanılmadığı ilk birkaç ayda (≤ 4 . ay), başın uygun şekilde pozisyonlandırılması etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Ancak bebeğin motor kontrolü geliştikçe pozisyonlama yaklaşımlarına yanıt verme ihtimali azalmaktadır (Rogers, 2011). Diğer bir konservatif yaklaşım ise bebeğin kucakta geçirdiği süreyi mümkün olduğunca arttırarak sırtüstü pozisyonda geçirilen süreyi azaltmaktır (Etus ve Goker, 2017). Pozisyonlama yastıkları, sırtüstü pozisyonda uyurken bebeğin başının arkasındaki kraniyal basıncı hafifletmek için tasarlanmıştır (Durigneux vd., 2014; Coats ve Margulies, 2006). Ebeveynler erken tedaviler sırasında bu yastıkların kullanımını genellikle avantajlı bulsa ve kraniyal asimetride iyileşmeler bildirirse de bu yöntemin şiddetli deformiteleri düzeltmek için tedavi olarak etkinliği henüz analiz edilmemiş veya kanıtlanmamıştır (Kluba vd., 2011; Coats ve Margulies, 2006). Bu nedenle yalnızca erken tedavi olarak kabul edilirler. Tüm bu önleyici yöntemlere bebek doğar doğmaz başlanmalı ve iyileşme elde etmek için yeterli bir şekilde devam edilmelidir (Durigneux vd., 2014). Ancak kafatası şeklinde yeterli iyileşme

sağlanamazsa kraniyal deformitelerin etkili bir şekilde düzeltilmesi için kask tedavisine başlanmalıdır (Kluba vd., 2011; Durigneux vd., 2014).



Şekil 2.5.1. Pozisyonel kraniyal deformiteyi önlemek için tasarlanmış yatak yastığı [54]

PKD’li bebeklerde kask tedavisinin konservatif tedaviden daha iyi sonuçlar verdiği fikrini destekleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, toplam kask tedavi süresinin bir kısmında yeniden konumlandırmaya kıyasla eşdeğer veya daha üstün tedavi sonuçları alınabileceğine dair kanıtlar sunmaktadır (Tamber, 2016). Loveday ve ark. tarafından yapılan araştırmada, tedavinin sonunda hem yeniden konumlandırma hem de kask gruplarının CVAI değerlerinde benzer değişiklikler gözlemlenmiştir. Bununla birlikte kaskla tedavi gruplarındaki değişiklik daha kısa sürede tamamlanmıştır. [11] Kim vd. (2013) tarafından yapılan yeni bir çalışmada, ciddi deformiteye sahip bebeklerde kask tedavisinin yeniden konumlandırma tedavisine göre daha büyük bir etkiye sahip olduğunu vurgulanmaktadır (Tamber, 2016). Benzer olarak Plank vd. (2006) tarafından büyük bir kısmı kask tedavisi ile tedavi edilen orta ve şiddetli pozisyonel plagiosefalili 224 bebeği inceleyen bu çalışma, kask (n=207) ile yeniden pozisyonlama (n=17) gruplarında tedavi sonuçlarının daha iyi olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, orta ve şiddetli pozisyonel plagiosefali ile başvuran bebeklerin alt grubunda, kask tedavisinin yeniden konumlandırma tedavisine tercih edilebileceğini desteklemektedir (Tamber, 2016). Biri Clarren (1981) diğeri Wilbrand vd. (2014) tarafından yapılan iki çalışmada, kask tedavisini fizik tedavi ile karşılaştırarak kask tedavisinin pozisyonel plagiosefalili bebekler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Clarren (1981) tarafından yapılan çalışma, öznel bir sonuç ölçütüne dayalı olarak kaskla tedavi edilen bebeklerde sonuçların iyileştiğini gösterebilirken Wilbrand vd. (2014) tarafından yapılan çalışma 3B fotogrametriye dayanan daha objektif bir sonuç değerlendirme yaklaşımı içermektedir ve kask

kullanan bebeklerde asimetride iyileşme olduğunu ancak tedavinin sonunda kask kullanan ve kullanmayan bebekler arasında asimetri derecesinde önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Ancak farklı tedavi teknikleri, farklı tedaviye başlama yaşı, farklı tedavi süreleri, farklı dahil edilme kriterleri ve pozisyonel kraniyal deformitenin değişen şiddet düzeyi gibi faktörlerden dolayı bu tedavilerin etkinliğiyle ilgili kesin sonuçlara ulaşılamamıştır (Wen, 2020). Hafif pozisyonel kraniyal deformitesi olan daha küçük bebeklerde çoğunlukla kask tedavisi yerine pozisyonlama eğitimi tercih edilmiştir. Bu yüzden kask tedavisi grubunda orta veya şiddetli pozisyonel kraniyal deformitesi olan daha büyük bebeklerin sayısının daha fazla olması ile sonuçlanmıştır. Bazı bebeklerde pozisyonlama eğitimi ile istenilen sonuç alınamadığında kask tedavisine başlanmıştır. Pozisyonlama eğitimini hafif pozisyonel kraniyal deformitelerde rolü vardır ancak orta ve şiddetli deformiteleri düzeltmede etkisi daha azdır (Graham vd., 2005).

2.6. Pozisyonel Kraniyal Deformitelerin Tedavisinde Yaş Faktörü

Yeniden konumlandırma (repositioning), fizyoterapi ve kraniyal kask kabul edilmiş tedavi yöntemleridir. Yeniden konumlandırma ve fizyoterapi, hafif ve orta şiddetli deformiteler için ilk tedavi seçenekleridir. Kask tedavisi genellikle şiddetli pozisyonel kraniyal deformitesi olan bebeklerde etkili kabul edilmektedir. Kask tedavisine erken yaşta başlanması kraniyal asimetrisinin düzeltilmesinde daha iyi ve hızlı sonuç alınmasını sağlar (Çevik vd., 2020). Kask tedavisine geç yaşta başlamanın asimetri düzeltme oranını düşürebileceği ve belirli bir yaştan sonra kask tedavisi ile yeterli düzeltmenin mümkün olmadığı düşünülmektedir (Kluba vd., 2011; Thompson vd., 2009). Kluba vd. (2011) 62 hasta üzerinde yaptıkları prospektif bir çalışmada, başlangıç ve son CVAI'lerin benzer olduğunu ancak kask tedavisine 6 aylıktan önce başladığında tedavi sonunda düzeltme oranlarının daha iyi olduğunu göstermişlerdir. Tedaviye başlama yaşı ve kask tedavi süresi arasındaki pozitif ilişki gibi, başlangıç yaşı ve asimetri oranları arasında da pozitif bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Seruya vd., 2013). Lee vd. (2015) tedavi başlangıç yaşı <6 ay olan bebeklerde ideal CVAI'ye ulaşma süresinin, tedavi başlangıç yaşı 6-12 ay olan bebeklere göre daha kısa olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da tedaviye başlama yaşı <6 ay olduğunda tedavi süresi daha az olmuştur. Veriler bebeklik döneminde pozisyonel kraniyal deformitelerin kask tedavisi için en uygun zaman aralığını kesin olarak belirleyecek kadar sağlam olmasa da bir bebek kaskı ne kadar erken kullanırsa tedavi sonucunun o kadar iyi olduğu görülmektedir (Tamber, 2016). Weigand vd. (2024) tedavi başlangıcındaki yaştan tek başına önemli bir faktör olmadığını ancak tedavi başlangıcındaki CI ile birleştirildiğinde anlamlı hale geldiğini bildirmişlerdir. Başlangıçtaki CI ile başlangıçtaki yaş arasında negatif istatistiksel bir ilişki bulunmuştur. Bu çalışma, daha yüksek CI'ya sahip bebeklerin tedaviye daha erken başlama olasılığının daha

yüksek olduğunu göstermiştir (Weigand vd., 2024). Grigsby, kraniyal kask tedavisinin daha büyük yaş grubundaki bebeklerde etkili olduğunu ve daha büyük yaş grubundaki bebeklerin küçük yaş grubundaki bebeklere kıyasla kraniyal asimetrideki düzelme miktarında önemli bir fark olmadığını göstermiştir (Grigsby, 2009). Bununla birlikte tedavi süresinde önemli bir fark bulunmaktadır. Daha büyük yaş grubundaki bebeklerde küçük yaş grubundaki bebeklere benzer miktarda düzeltmenin gerçekleşmesi için tedavi süresi neredeyse iki katına çıktığı belirtilmiştir. Hekimleri, bebekleri tedaviye mümkün olduğunca erken başlamaya teşvik etmenin önemi konusunda eğitmek, birkaç ay erken başlamakla tedavi süresi neredeyse yarıya indiğinden, ebeveyn uyumunu artırmak etkinliği artırmaya yardımcı olabilir (Grigsby, 2009).

2.7. Kraniyal Kask Tedavisinin Tarihsel Süreci

Kraniyal kask tedavisi modern anlamda ilk kez 1979 yılında Clarren vd. (1979) tarafından, pozisyonel kraniyal deformitelerin düzeltilmesine yönelik olarak tanımlanmıştır. Bu dönemde kasklar, bebek başının alçı kalıpları kullanılarak elde edilen ölçüler üzerinden termoform plastik materyallerle üretilmekteydi. 1990'lı yıllarda, pozisyonel deformitelerin “Uykuya Dönüş” kampanyası sonrası artmasıyla birlikte kraniyal kask kullanımı yaygınlaşmış, bu süreçte ABD’de ticari üretim başlamış ve DOC Band 1992’de patentlenmiş, 1998’de FDA onayı almıştır (Mulliken vd., 1999). İlk yıllarda tedavi prensipleri daha çok deneyime dayalı iken, zamanla tedavi protokolleri, endikasyonlar ve yaşa göre etkinlik üzerine klinik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

2010’lu yıllardan itibaren ölçüm ve üretim tekniklerinde dijitalleşme ön plana çıkmıştır. Önceleri manuel ölçümler ve alçı kalıplar kullanılırken, kısa sürede 3B tarama sistemleri (lazer veya yapılandırılmış ışık tarayıcılar) klinik uygulamalara girmiştir (McGarry vd., 2008). Bu sayede kafa geometrisinin daha hassas kaydı ve tedaviye alınan deformitenin objektif takibi mümkün hale gelmiştir. 2017–2018 yıllarında, ilk kez literatürde 3B baskı teknolojisi ile üretilen kraniyal kask prototipleri rapor edilmiştir. Örneğin, 3B tarama ve topolojik optimizasyon kullanarak tasarlanmış bir kraniyal kask çalışması, klasik yöntemlere alternatif hafifletilmiş tasarımları göstermiştir (Geoffroy vd., 2018).

Günümüzde ise kişiye özel kask üretiminde CAD/CAM ve 3B baskı teknikleri giderek artan şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemler yalnızca ölçüm ve üretim kolaylığı değil, aynı zamanda havalandırma, hafiflik ve estetik avantajlar da sunmaktadır. Yakın tarihli çalışmalar, deformational plagiosefali ve diğer kraniyal deformitelerde 3B baskılı kaskların klinik etkinliğini değerlendirmeye başlamıştır (Atallah vd., 2025; Trebilcock vd., 2025). Böylece

kraniyal kask tedavisi, 1970'lerde başlayan ilk uygulamalardan günümüze ileri üretim teknolojileriyle desteklenen kişiye özel çözümler sunacak şekilde ilerleme göstermiştir.

2.8. Kraniyal Kask Tedavisi

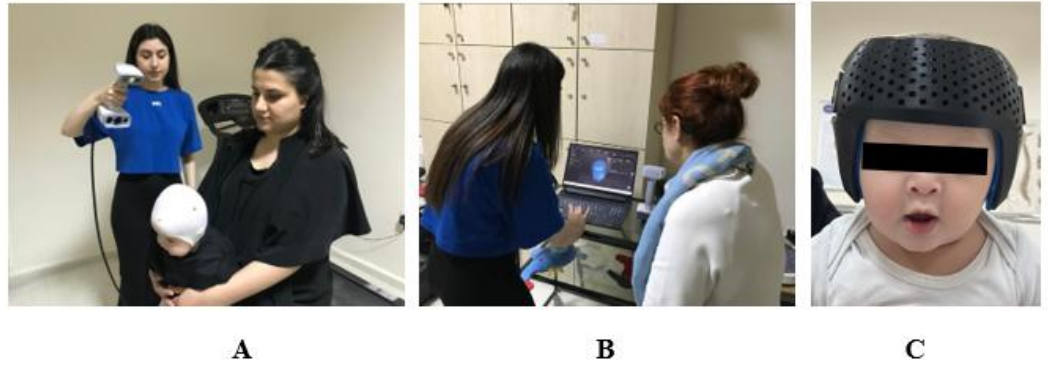
Kask tedavisinin aktif yeniden konumlandırmaya göre üstünlüğü, çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Kim vd., 2013; Kluba vd., 2011). Ancak bugüne kadar uzun vadeli sonuçları inceleyen 3B baskı yöntemi ile üretilmiş kraniyal kask çalışmaları sınırlıdır (Kunz, 2019). Kraniyal kask ortezi, asimetrisinin düzeltilmesi için başın büyümesi referans alınır. Kraniyal kask, başın hassas bölgelerindeki büyümeyi baskılamak ve aynı zamanda düzleşmiş bölgelerde ideal şekle doğru büyümeye izin vermeyi amaçlar. Kask tedavi süreci, birbirini takip eden her ziyaret sırasında ilerlemeyi takip etmek için bebeğin başının ölçülmesini içerir. Bazı ortotistler kask yapımında kullanılmak üzere bebeğin kafasının alçı kalıbını oluşturmakta ve her ziyaret sırasında bebeğin kafa şeklini fotoğrafik olarak kaydetmektedir. (Şekil 2.8.1.) Ancak günümüzde daha modern teknikler, bebeğin kafa geometrisinin 3B bilgisayar modelini oluşturmak için bir 3B lazer tarayıcı (Şekil 2.8.2.) kullanmayı içerir. Bu tarayıcı ile alınan, her ziyaret sırasında bebeğin ilerlemesini kaydetmenin yanı sıra computer aided design (CAD) yazılımı ve computer aided manufacturing (CAM) ekipmanı kullanılarak kaskın tasarlanması, üretilmesi ve değişiminde kullanılabilir (Keshtgar, 2015).

Kaskın başarılı olması için günde 23 saat takılması gerektiğinden, rahatlık, uyum, ağırlık ve kullanım kolaylığı etkili bir kask için belirleyici kriterler olarak tanımlanır. Bununla birlikte kaskın tasarımında; onarım olasılığı, üretim maliyeti ve estetik kriterleri de dikkate alınır (Kropla, 2023).

Çalışmaya dahil edilen bebeklerde kraniyal kask tedavisine başlama yaşı ortalama 7,3 ay olup, tedaviye en erken 5,0 aylıkken, en geç 10,1 aylıkken başlanmıştır. Kask kullanım süresi ortalama 5,2 ay olarak belirlenmiş; en kısa tedavi süresi 2,7 ay, en uzun tedavi süresi ise 7,8 ay olmuştur. Tedavi sürecinin sonlanması çoğunlukla bebeklerin 12. ayı civarına denk gelmiştir. Tedavi süresi ve sonlandırma zamanı, düzenli klinik değerlendirmeler ve kraniyal ölçümler doğrultusunda bireysel olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.8.1. Alçı sargı ile negatif ölçü süreci; A. Bebeğin cildini korumak için başa stakinet giydirilir. B. Kulak, kaşlar ve orta hat işaretlenir. C. Başın arkasına bir parça alçı yerleştirilir. D. Üstüne birbirine kenetlenen ikinci bir parça yerleştirilir. E. Alçı parçaları birkaç dakika içinde sertleşir ve ardından kafatasının tam bir şeklini oluşturmak için hemen çıkarılır ve tekrar bir araya getirilir. F. Kafatasının negatif alçı kalıbı daha sonra kraniyal kaskı üretmek için pozitifte dönüştürülecek ve gerekli rektifikasyon işlemini takiben plastik çekim sürecine geçilecektir (Keshtgar, 2015)



Şekil 2.8.2. 3B Lazer teknolojisinin kullanımı; A. Hastanın kafa geometrisinin 3B bilgisayar görüntüsünün oluşturulması. B. 3B dosyaları kaydetmek ve değiştirmek için CAD yazılımının kullanılması. C. CAD dosyaları ve CAM teknolojileri kullanılarak oluşturulan özel kraniyal kask (Keshtgar, 2015)

3. BİREY VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu çalışmaya doktor tarafından pozisyonel kraniyal deformite tanısı koyulmuş ve kraniyal kask kullanımı uygun görülmüş 4 ila 9 ay aralığındaki 9 bebek ve aynı aylardaki 9 sağlıklı bebek olmak üzere toplam 18 bebek gönüllülük esası ile dahil edildi. Çalışma, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nin Ortez ve Protez Laboratuvarında gerçekleştirildi. Çalışmaya dahil edilen bebeklerin ailelerine araştırmanın amacı, süresi ve uygulama sırasında gerçekleştirilecek değerlendirmeler hakkında bilgi verildi. Ayrıca, ebeveynlerden, standartlara uygun şekilde hazırlanan bilgilendirilmiş onam formu okunarak imzaları alındı. Ayrıca kaskla birlikte bebeğe yapacakları egzersizler ve baş ve boyuna yönelik verecekleri pozisyonlamalar konusunda hazırlanan broşür elden verildi ve bilgilendirme yüz yüze yapıldı.

3.2. Bireylerin Seçimi

Çalışmaya pozisyonel kraniyal deformite tanısı konan 9 bebek ve aynı aylarda olan sağlıklı 9 bebek dahil edildi.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 4-9 aylık olan bebekler
- Pozisyonlamaya bağlı kraniyal deformitesi olan bebekler
- CVA değeri 10 mm'den fazla (orta/şiddetli düzeyde) pozisyonel kraniyal deformitesi olan bebekler
- CI değeri %80'nin üzerinde pozisyonel kraniyal deformitesi olan bebekler

Kontrol Grubu

- 4-9 aylık olan bebekler
- Kraniyal yapısı sağlıklı, herhangi bir pozisyonel kraniyal deformitesi olmayan bebekler
- CVA değeri, 10 mm'den az (hafif düzeyde) olan bebekler
- CI değeri %80'nin altında olan ve pozisyonel kraniyal deformitesi olmayan bebekler

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

- Kraniosinostozu olan bebekler
- Metabolik hastalıkları olan bebekler
- Nörogelişimsel bozuklukları olan bebekler
- Hasta tarafından tedavinin erken kesilmesi

3.3. Değerlendirme Yöntemleri

3.3.1. Hasta Değerlendirme ve Takip Formu

Ankara Üniversitesi Ortez ve Protez Bölümü Laboratuvarına Craniowell Medikal Teknoloji Arge San.Tic.Ltd.Şti'den kraniyal kask uygulaması talebiyle başvuran (kurum izni alınmış) PKD'si olan bebeklere çalışma dahilinde yapılacak olan ön değerlendirmeler uygulanmadan önce bebeklerin demografik bilgileri ve pozisyonel kraniyal deformiteye ait klinik bilgileri Hasta Değerlendirme ve Takip Formu'na (Ek-4) kaydedildi. Bu işlemlerden sonra kraniyal deformitenin şiddetini belirlemek için antropometrik kumpas kullanılarak kraniyal indeks değerlerinin manuel ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde , uzunluk, genişlik ve frontotemporal alandan (ft) başın her iki tarafındaki lambdoid suture kadar olan oblik mesafe (ld) alındı. [80] Ayrıca manuel değerlendirme kapsamında, otobasion superior noktasının yaklaşık 1 cm üzerinden anterior-posterior (AP) doğrultuda glabella ile opistokranion arasındaki kraniyal uzunluk da ölçülmüştür. Bu ölçüm, sefalik indeksin hesaplanmasında kullanılan temel uzunluk parametrelerinden biri olarak kaydedilmiştir.

Demografik Bilgiler: Kişisel bilgileri olarak bebeklerin yaşı, cinsiyeti kaydedildi.

Klinik Bilgiler: PKD' ye ait bilgiler ölçümler ve sorular ile kaydedildi.

Kraniyal ölçümler, çalışma ve kontrol grubundaki tüm bebeklerde çalışmanın başlangıcında uygulanmıştır. Bu değerlendirme ile kontrol grubuna dahil edilen bebeklerin kraniyal yapılarının sağlıklı olduğu ve pozisyonel kraniyal deformitelerinin bulunmadığı doğrulanmıştır. Çalışma grubunda kraniyal ölçümler tedavi süreci boyunca belirli aralıklarla tekrarlanarak tedavi öncesi ve tedavi bitiminde karşılaştırılmıştır. Kontrol grubunda ise herhangi bir tedavi uygulanmadığından, takip sürecinde yalnızca kafa çevresi ölçümleri alınmış ve kraniyal büyümenin yaşa uygun ve fizyolojik sınırlar içerisinde seyrettiği izlenmiştir.

CVA ve CVAI Değeri ile Kraniyal Eğriliğin Hesaplanması: Kafatası longitudinal eksenine 30° açı yapan iki değer arasındaki farkın ölçülmesi ile CVA değeri, bu farkın küçük olan uzunluğa bölünüp 100 ile çarpılması ile CVAI değeri hesaplanır. Çalışmamızda CVA ve CVAI değerleri plagiosefalisi olan bebeklerde kraniyal eğriliğin şiddetini hesaplamak için kullanıldı.

CI Değeri ile Kraniyal Eğriliğin Hesaplanması: Transvers kraniyal ölçüm, anteroposterior kraniyal ölçüme bölünüp 100 ile çarpılarak hesaplanır. Çalışmamızda bu değer, brakisefalisi olan bebeklerde kraniyal eğriliğin şiddetini hesaplamak için kullanıldı.

Asimetrik brakisefalisi olan bebeklerde CVAI ve CI değerleri eğriliğin şiddetini hesaplamak için kullanıldı.

Kafa Çevresi Ölçümünün Belirlenmesi: Bebeğin oksipito-frontal çevresi (OFC) mezuro ile ölçülür. Kafatası büyüme hızını ve yaşa uygun gelişimini izlemek için kaydedilir. Tedavi uygulanan bebeklerle sağlıklı kontrol grubunun kafa çevresi gelişimini karşılaştırmak için kullanıldı.



A

B

C

Şekil 3.3.1.1. Antropometrik kumpas ile kraniyal değerlerin ölçülmesi; A. Kumpas ile oblik ölçümlerin alınması. B. Kumpas ile kraniyal genişliğin ölçülmesi. C. Kumpas ile kraniyal uzunluğun ölçülmesi (Wilbrand vd., 2011)

Plagiosefali ve brakisefali deformitelerinin şiddetine göre yapılan sınıflandırmalar, çizelge 3.3.1.1 ve 3.3.1.2’de yer almaktadır.

Çizelge 3.3.1.1. Plagiosefali şiddet ölçümünün sınıflandırılması (Holowka, 2017)

CVAI Değeri	Plagiosefali Şiddeti
< 3.5	Normal
3.5-6.25	Hafif Plagiosefali
6.25-8.75	Orta Derecede Plagiosefali
8.75-11.0	Şiddetli Plagiosefali
>11.0	Çok Şiddetli Plagiosefali

Çizelge 3.3.1.2. Brakisefali şiddet ölçümünün sınıflandırılması (Argenta, 2004)

CI Değeri	Brakisefali Şiddeti
< 80	Normal
80 – 84	Hafif Brakisefali
85 – 89	Orta Derecede Brakisefali
90 – 94	Şiddetli Brakisefali
≥ 95	Çok Şiddetli Brakisefali

3.4. 3B Tarama

Tasarım sürecinin temelini bireysel olarak bebekten alınan 3B tarama oluşturur. 3B tarama teknolojisi, bilgisayarlı tomografi (CT) taramasına kıyasla tehlikeli radyasyon yaymayan, temassız bir dijitalleştirme işlemidir. Ayrıca alçıya uygun bir alternatiftir (Kropla, 2023).

3B tarama teknolojisi, ortez geliştirmede kendini kanıtlamıştır (Hale vd., 2020; Brognara vd., 2022; Dessery ve Pallari, 2018). Tarama işleminin doğruluğunun önemli rol oynadığı kraniyal kaskın geliştirilmesinde de 3B tarama teknolojisi kullanılmıştır. Başın 3B tarama görüntüleri Einscan H2 optik tarayıcısı ile alınmıştır. [Şekil 3.4.1.]

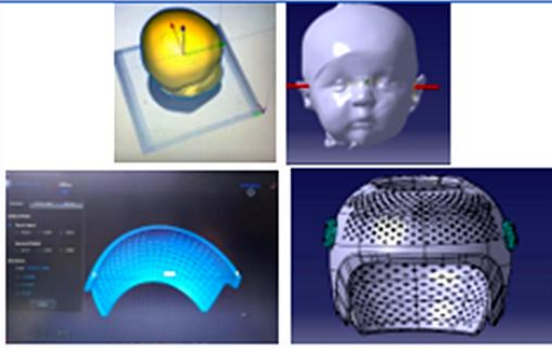
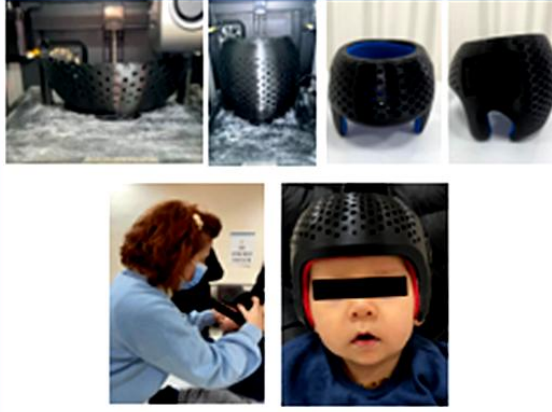


Şekil 3.4.1. EinScan H2 3B Tarayıcı1; 1. 3 adet VCSEL projektör 2. 5 MP doku kamerası 3. Cihaz ölçüm hassasiyeti (0,05 mm'ye kadar) 4. Geniş açılı görüş alanı (FOV) ve ayarlanabilir odak uzaklığı 5. Hibrit ışık kaynağı 6. Ergonomik dizayn (EinScan, n.d.)

EinScan H2, 5 MP çözünürlüklü doku kamerasına sahip olup, gelişmiş doğruluk, daha fotogerçekçi doku görüntülemesi ve yüksek kaliteli veri elde etmek amacıyla üç kızılötesi VCSEL projektör kullanılarak geliştirilmiştir. Geniş tarama alanı ve ayarlanabilir çalışma mesafesi, cihazın dar veya geniş alanlarda farklı boyutlardaki nesnelerle uyumlu şekilde çalışmasını sağlar. Kızılötesi VCSEL ve LED ışık olmak üzere çift ışık kaynağı kullanarak taramanın verimliliğini artırır (EinScan, n.d.).

Başın 3B taraması alınır ve Çek Cumhuriyeti'nden Invent Medical'in geliştirdiği Talee programına yüklenir. Kranial deformitenin şiddetinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla, tarama sonrasında elde edilen 3B görüntüler üzerinde referans noktalarının tanımlanması ve analiz işlemleri gerçekleştirildi. Bu doğrultuda, Talee yazılımı içerisinde sellion ve tragion noktaları işaretlenerek başın referans düzlemi oluşturuldu. Referans düzleminin belirlenmesinin ardından yazılım, kafa geometrisine ilişkin kranial indeks, CVA ve CVAI değerlerini otomatik olarak hesapladı ve deformite şiddetini nicel olarak belirledi. Böylece manuel antropometrik ölçümlerle desteklenen 3B dijital analiz süreci, her bebeğin başlangıç deformite düzeyinin yüksek doğrulukla ortaya konmasına olanak sağladı (Invent Medical, n.d.).

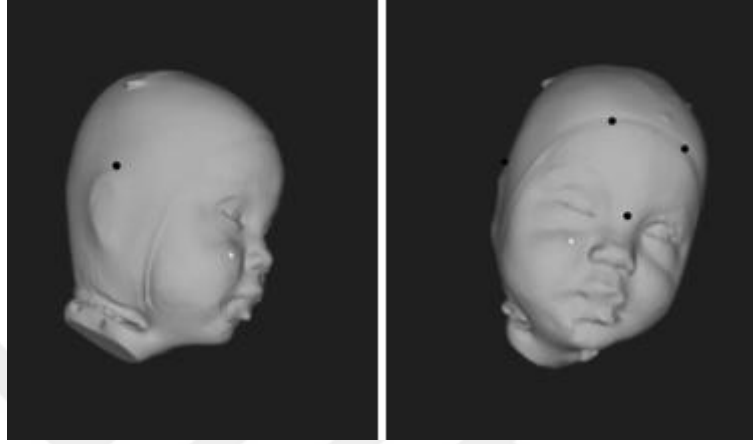
Başın 3B tarama görüntüleri daha sonra tasarım programlarında custom made üretim için 3B model olarak kullanılacaktır.

VERİ TOPLAMA	
3B TASARIM SÜRECİ	
ÜRETİM ve FITTING	

Şekil 3.4.2. Kraniyal kaskın bireysel üretimi için genel süreç (Kropla, 2023)

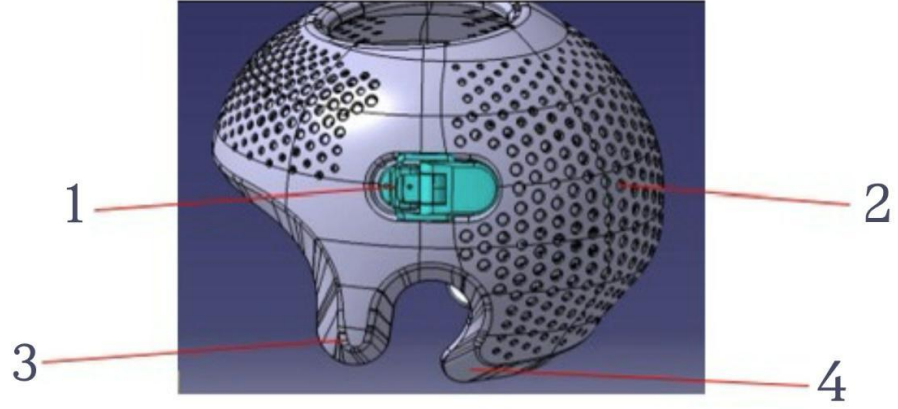
3.5. 3B Tasarım

Bebeklerin başının 3B tarama görüntüleri Einscan H2 tarayıcısı ile alındı ve bu veriler STL formatında Meshmixer programına aktarıldı. Meshmixer programında taranan veriler üzerinde geometrik düzenlemeler yapıldı.



Şekil 3.5.1. Kafanın 3B tarama görüntüsü.

Kafatasının asimetrik bölgeleri işaretlenerek düzeltilmesi gereken alanlar belirlendi. Program üzerinde düzenlemeler yapılarak kaskın ergonomik tasarımı oluşturuldu. Kask tasarımı, kraniyal büyümeyi yönlendirme (growth guidance) prensibine dayanmaktadır. Bu prensip doğrultusunda, kafatasının düzleşmiş bölgelerinde kontrollü büyümeye izin verecek boşluklar oluşturulurken, çıkıntılı ve fazla büyüme gösteren bölgelerde büyümeyi sınırlayan temas alanları tasarlanmıştır. Böylece kraniyal büyüme, kask içerisindeki boşluklara doğru yönlendirilerek asimetrinin zamanla azalması hedeflenmiştir. Tasarım sürecinde her bebeğin kraniyal anatomisine özgü asimetrik alanlar dikkate alınarak bireyselleştirilmiş düzenlemeler yapılmıştır. Tasarıma hava delikleri ve kilit mekanizmasının bağlantı noktaları dahil edildi. Kilit mekanizması, basınca duyarlı olarak tasarlanmış ve kolay açılma-kapanma işlevine sahip bir yapıdadır. Kullanıcı güvenliği için çift taraflı kilitleme sistemi uygulanmıştır. Bu sistem, bebeğin aktif hareketleri sırasında kilidin açılmasını önlemek amacıyla özel olarak geliştirilmiştir. [Şekil 3.5.2] 3B Tasarım, üretim öncesi kontrollerden geçirilerek 3B yazıcıya uyumluluğu sağlandı.



Şekil 3.5.2. 3B Kask tasarımı; 1. Kilit mekanizması, 2. Havalandırma delikleri, 3. Kaskın anteriorunda temporomandibular temas noktası, 4. Kaskın posteriorunda mastoid temas noktası.

3.6. 3B Baskı ile Üretim

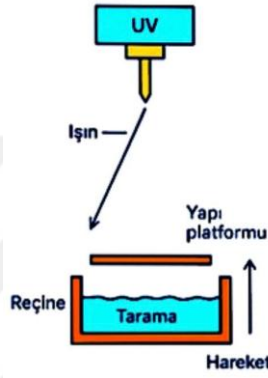
Tıbbi uygulamalarda en yaygın kullanılan yöntemler arasında Stereolitografi (SLA), Selektif Lazer Sinterleme (SLS) ve Fused Deposition Modeling (FDM) öne çıkmaktadır.

3B baskı teknolojileri, geleneksel üretim yöntemlerinden farklı olarak katmanlı imalat (additive manufacturing) prensibine dayanan yenilikçi üretim teknikleridir. Bu yöntem, CAD yazılımlarında oluşturulan üç boyutlu modellerin, uygun üretim yöntemleriyle fiziksel nesnelere dönüştürülmesini sağlar. Hızlı prototipleme, düşük maliyet, kişiselleştirme ve karmaşık geometrilerin üretilebilmesi gibi avantajlar nedeniyle tıpta giderek daha fazla kullanılmaktadır (Alsancak vd., 2024). Cerrahi planlama, kişiye özel implant üretimi, ortotik ve protetik uygulamalar, eğitim amaçlı anatomik modeller ve kraniyal kask gibi rehabilitasyon amaçlı cihazlar, bu teknolojilerin en sık kullanıldığı alanlardır (Jin vd., 2015).

American Society for Testing and Materials (ASTM) uluslararası sınıflandırmasına göre 3B baskı teknolojileri; fotopolimerizasyon, malzeme ekstrüzyonu, toz yatağı füzyonu, malzeme püskürtme ve yapıştırıcı katkılı imalat gibi temel başlıklar altında toplanmaktadır (Kumar ve Sarangi, 2021).

Stereolitografi (SLA)

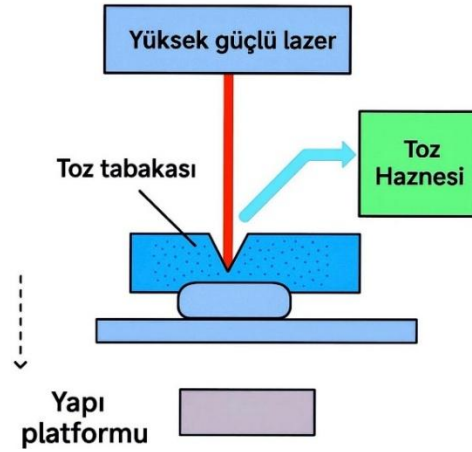
1986 yılında Chuck Hull tarafından geliştirilen SLA, fotopolimer reçinelerin ultraviyole (UV) lazer ışını ile katman katman sertleştirilmesi prensibine dayanır. Yüksek çözünürlüklü ve pürüzsüz yüzeyli ürünler elde edilmesini sağlar. Bununla birlikte, kullanılan reçinelerin maliyetli olması ve mekanik dayanımlarının sınırlı olması dezavantajdır (Alsancak vd., 2024). SLA yöntemi özellikle diş hekimliğinde, implant planlamasında ve detaylı anatomik modellerin hazırlanmasında tercih edilmektedir.



Şekil 3.6.1. SLA yazıcı şeması.

Selektif Lazer Sinterleme (SLS)

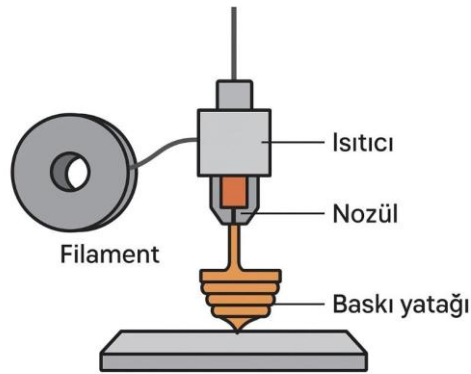
1990'larda Carl Deckard ve Joe Beaman tarafından geliştirilen SLS, polimer veya metal tozların yüksek güçlü lazer ile seçici olarak sinterlenmesi prensibiyle çalışır. Dayanıklı parçaların üretimini sağlar, farklı malzeme seçenekleri sunar ve kalıp gerektirmez. Ancak yüksek ekipman maliyeti ve üretim süresinin uzunluğu sınırlayıcıdır (Kumar ve Sarangi, 2021). Tıbbi alanda özellikle kişiselleştirilmiş protezler ve ortopedik implantların üretiminde kullanılmaktadır.



Şekil 3.6.2. SLS yazıcı şeması.

Fused Deposition Modeling (FDM)

Fused Deposition Modeling (FDM), 3B baskıda kullanılan yöntemlerden biridir. 1989'da Scott ve Lisa Crump tarafından geliştirildi. FDM üretim sürecinin temel prensibi ham maddeyi eritmek ve yeni şekiller oluşturmak için şekillendirmektir. Malzeme, bir ruloya yerleştirilen, bir tahrik tekerleği tarafından çekilen ve daha sonra sıcaklık kontrollü nozul kafasına yerleştirilen ve yarı sıvıya kadar ısıtılan bir filamenttir. Nozul, katman katman yapısal elemanlar üretmek için malzemeleri ultra ince bir katman halinde hassas şekilde ekstrüde eder ve yönlendirir. Bu, FDM çalışma sistemine yerleştirilmiş olan (genellikle CAD) program tarafından belirlenen katmanın konturlarını takip eder (Alsancak vd., 2024; Jin vd., 2015).



Şekil 3.6.3. FDM yazıcı şeması.

Bu çalışmada FDM yazıcı kullanıldı ve PLA filamenti tercih edilmiştir. PLA, metabolik olarak zararlı olmayan biyoyumluluğu nedeniyle tıbbi uygulamalarda kullanılabilir (Argenta, 2004; Wilbrand vd., 2011).

PLA, biyobozunur bir polimer olarak, mısır nişastası veya şeker kamışı gibi doğal ve yenilenebilir materyallerden elde edilir. Biyoyumlu olması, metabolik olarak zararlı olmaması ve işlenmesinin kolaylığı nedeniyle tıbbi uygulamalarda önemli bir yere sahiptir (Kumar ve Sarangi, 2021). PLA, ortotik cihazlar, kraniyal kasklar, cerrahi planlama rehberleri ve anatomik modellerin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, düşük erime sıcaklığı sayesinde sterilizasyon işlemleri açısından da avantaj sunmaktadır. Bunun yanında, FDM’de kullanılan diğer malzemeler arasında **Akrilonitril Bütadien Stiren (ABS)**, yüksek dayanım gerektiren protezlerde; **Termoplastik Poliüretan (TPU)**, esnekliği sayesinde ortezlerde tercih edilmektedir. Son yıllarda biyobozunur ve biyoyumlu yeni polimerlerin geliştirilmesiyle tıbbi uygulamalarda kullanım yelpazesi genişlemektedir (Alsancak vd., 2024).

3B baskı teknolojileri tıpta çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Ortez ve protezler, hastanın anatomisine tam uyum sağlayacak şekilde kişiselleştirilebilir. Kraniyal kasklar, pozisyonel kraniyal deformitelerin tedavisinde kullanılmakta ve FDM yöntemiyle düşük maliyetli, biyoyumlu seçenekler üretilebilmektedir (Ghizoni vd., 2016). Ayrıca cerrahi planlama için hastaya özgü anatomik modeller ve rehabilitasyon cihazları da 3B baskı teknolojileri ile üretilebilmektedir. Literatürde 3B baskının, özellikle ortotik ve prostetik rehabilitasyona; konfor, fonksiyon ve üretim hızında önemli katkılar sunduğu vurgulanmaktadır (Alsancak vd., 2024).

3B baskı teknolojileri, tıp alanında kişiye özel ve yenilikçi çözümler sunarak klinik uygulamalarda giderek daha önemli bir rol üstlenmektedir. SLA ve SLS yöntemleri yüksek çözünürlük ve dayanıklılık sunarken, FDM yöntemi düşük maliyeti, kolay uygulanabilirliği ve biyoyumlu malzeme seçenekleri sayesinde en yaygın tercih edilen tekniktir. Özellikle PLA’nın biyoyumlu özellikleri, ortez, protez ve kraniyal kask gibi uygulamalarda FDM’i ön plana çıkarmaktadır. Gelecek yıllarda, yeni biyomalzemelerin geliştirilmesi ve baskı teknolojilerinin ilerlemesi ile 3B baskının tıbbi uygulamalarda çok daha geniş bir yelpazede kullanılacağı öngörülmektedir (Alsancak vd., 2024; Jin vd., 2015; Kumar ve Sarangi, 2021).

Meshmixer programında tasarlanan 3B kask tasarımı, STL dosyası halinde kaydedilerek Creality K1 yazıcısına gönderilmeden önce Ultimaker Cura uygulamasında açılır. Burada malzeme PLA olarak değiştirilir. Ultimaker Cura yazılımında baskı ayarları,

kaskın hafif, dayanıklı ve bebeğin uzun süreli kullanımına uygun olması amacıyla optimize edilmiştir. Baskılar, 0,4 mm nozul çapı kullanılarak, 0,2 mm katman kalınlığında ve %20–30 doluluk oranı ile gerçekleştirilmiştir. Baskı sırasında PLA filament için üretici önerilerine uygun sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Bu ayarlar sayesinde kaskın yeterli mekanik dayanımı sağlanırken, ağırlığının düşük tutulması ve havalandırma özelliklerinin korunması hedeflenmiştir. Dilimlediğimiz modeli USB diske kaydederek bu işlem tamamlanır. USB disk yazıcıya takıldıktan sonra yazıcıdan kask tasarımı seçilir ve basım başlatılır. Creality K1 yazıcısında tek bir kaskın basım süresi yaklaşık 12 saat sürmektedir. Bu süre kullanılan yazıcı modeline ve katman kalınlığına göre değişiklik gösterebilmektedir. 3B baskı yazıcısıyla üretilen kaskların ağırlığı bebeklerin kraniyal çaplarına bağlı olarak 180-200 gram arasında değişmektedir.



Şekil 3.6.4. Creality K1 yazıcı ve PLA filamenti (Children’s Healthcare of Atlanta, n.d.)

Kraniyal kask tedavisi planlanan bebeklerin ebeveynlerine, kaskın uygulama süreci ve kullanım süresiyle ilgili bilgilendirmeler yapılır. Ebeveyn bilgilendirmeleri, süreci açıklayıcı broşür ve yazılı materyallerle desteklenmektedir. Bebeklerin alışması ve temasa bağlı kızarıklık gösteren bölgelerini değerlendirebilmek için kask kullanım süresi aşamalı olarak artırılmakta ve takip sürecinin sonunda 23 saatlik günlük kullanım düzeyine ulaşılmaktadır. Hanger Clinic, Children’s Healthcare of Atlanta ve Michigan Medicine gibi saygın sağlık kuruluşları, kraniyal kask tedavilerinde aşamalı kask kullanımına dair benzer yönergeler sunmaktadır. Nitekim proje kapsamında benzeri bir yönerge bölümümüz tarafından oluşturulmuş ve başvuru sahipleri ailelerine kraniyal tarama esnasında verilmiştir. Bu kılavuzlarda, kaskın ilk günlerde kısa sürelerle başlanarak bebeğin cildinin ve davranışlarının

gözlemlenmesi ardından tam gün kullanım süresine aşamalı geçiş yapılması önerilmektedir (Hanger Clinic, n.d.; Children’s Healthcare of Atlanta, n.d.; Michigan Medicine, n.d.).

Çizelge 3.6.1. Kraniyal kask kullanım süresi.

1.GÜN	Günde 3 kez, her seferinde 1 saat kask giydirilir. Cilt 30 dakikayı geçmeyen kızarıklıklar açısından kontrol edilir.
2.GÜN	Günde 3 Kez, her seferinde 2 saat kask giydirilir.
3.GÜN	Günde 3 kez, her seferinde 3 saat kask giydirilir.
Tam Zamanlı Kullanım (4. günden sonra)	Günde 3 kez 4 saatten sonra, gece boyunca takmaya başlanır ve günde 23 saatlik hedefe ulaşılır.

Kraniyal kask tedavi sürecinin etkinliği, yalnızca kaskın uygulanmasına değil, aynı zamanda süreci izleyen düzenli ve planlı kontrollerin sağlanmasına da bağlıdır. Kask uygulamasının ardından ilk kontrolün genellikle 7 ila 10 gün içerisinde yapılması önerilmektedir. Bu erken dönemdeki kontrolün amacı, kaskın cilt ile uyumunu değerlendirmek, olası temas noktalarını tespit etmek ve aileye kullanım süreci hakkında detaylı rehberlik sağlamaktır (Robinson ve Procter, 2009; Kelly vd., 2019). İlk kontrolün ardından yapılan takiplerin sıklığı ise hastanın yaşına, kraniyal deformitenin başlangıç şiddetine ve tedaviye verilen yanıtı göre değişiklik gösterebilmekle birlikte yaklaşık 4 ila 5 hafta aralıklarla planlanmaktadır (Neyzi vd., 2008; Graham vd., 2024). Bu kontrollerde kafa deformitesinin düzelme süreci düzenli ölçümlerle takip edilmekte ve kaskta gerekli ayarlamalar yapılmaktadır.

Çalışmamızda da benzer bir yaklaşım izlenmiş; kask uygulamasını takiben ilk kontrol 10 gün içerisinde yapılmış, sonrasında ise kontroller 4 haftalık aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Her kontrolde kraniyal ölçümler yeniden değerlendirilmiş, kaskın bası alanları gözden geçirilmiş ve gerekli ayarlamalar yapılmıştır.

3.7. İstatiksel Analiz

Veri analizi IBM SPSS Statistics 25.0 yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Normal dağılım varsayımları Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Sonuçlara göre, vaka grubunda CVA ve CVAI değerleri ile kafa çevresi ölçümlerinin normal dağılım göstermediği belirlenmiş ve bu değişkenler için non-parametrik testler tercih edilmiştir. CI değerinde ise normal dağılım varsayımı sağlanmıştır. Elde edilen veriler Çizelge 3.7.1.'de yer almaktadır.

Çizelge 3.7.1. Shapiro-Wilk Normal Dağılım Testi Sonuçları.

Değişken	Shapiro-Wilk p	Dağılım
CVA	0.030	Normal değil
CVAI	0.020	Normal değil
Kafa Çevresi	0.031	Normal değil
CI	0.120	Normal

Not: $p < 0.05$ olduğunda normal dağılım varsayımı reddedilir.

Vaka ve kontrol gruplarının tedavi öncesi ölçümlerindeki olası farkları değerlendirmek amacıyla Mann-Whitney U testi uygulanmıştır; başlangıç medyan değerleri, IQR, U ve p değerleri ise Çizelge 3.7.2'de sunulmaktadır.

Çizelge 3.7.2. Vaka ve Kontrol Gruplarının Başlangıç Ölçümlerinin Karşılaştırılması (Mann-Whitney U)

Ölçüm	Vaka Medyan (IQR)	Kontrol Medyan (IQR)	U	p
CVA (mm)	9.5 (8.0–11.2)	5.2 (4.8–5.9)	819.0	0.316
CVAI (%)	6.9 (5.8–8.5)	3.2 (2.8–3.9)	750.5	0.284
CI (%)	86.9 (85.2–87.5)	85.5 (84.5–86.5)	802.0	0.305

Not: Mann-Whitney U testi için $p < 0.05$ anlamlı farkı gösterir.

Vaka grubunda tedavi öncesi ve tedavi sonrası ölçümler arasındaki değişimi değerlendirmek için Wilcoxon eşleştirilmiş çiftler testi kullanılmıştır. Ayrıca tedavinin etkinliğini göstermek için etki büyüklüğü (r) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.7.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.7.3. Vaka Grubu Tedavi Öncesi ve Sonrası Ölçüm Karşılaştırması (Wilcoxon Testi)

Ölçüm	Tedavi Öncesi Medyan (IQR)	Tedavi Sonrası Medyan (IQR)	Z	p	Etki Büyüklüğü (r)
CVA (mm)	9.5 (8.0–11.2)	6.5 (5.5–8.0)	-2.54	0.011	0.65
CVAI (%)	6.9 (5.8–8.5)	4.5 (3.8–5.5)	-2.54	0.011	0.65
CI (%)	86.9 (85.2–87.5)	84.2 (83.0–85.5)	-2.64	0.008	0.68

Not: Wilcoxon testi için $p < 0.05$ anlamlı farkı gösterir.

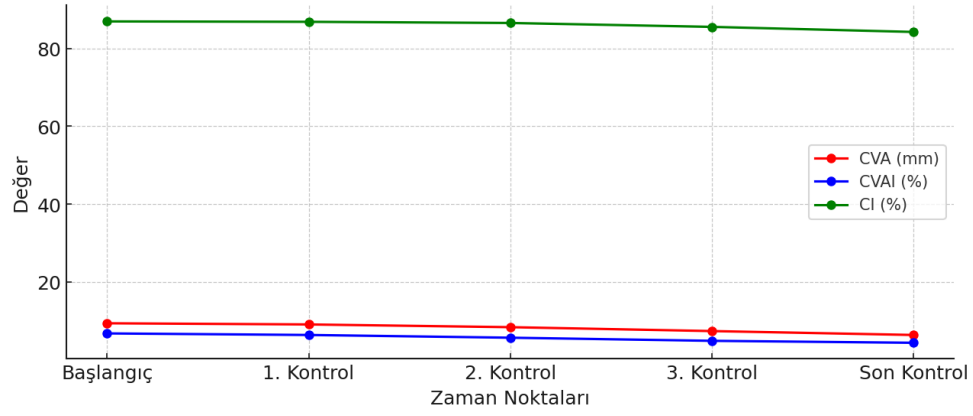
Tedavi süresince, beş farklı zaman noktasında alınan ölçümlere ait medyan, IQR ve %95 güven aralıkları Çizelge 3.7.4.'te gösterilmektedir. Bu çizelge, tedavinin ilerleyen süreçte ölçüm değerlerinde nasıl bir değişim olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 3.7.4. Tedavi Süresince Ölçümlerin Medyan, IQR ve %95 Güven Aralıkları.

Ölçüm	Başlangıç	1. Kontrol	2. Kontrol	3. Kontrol	Son Kontrol
CVA (mm)	9.5 (8.0–11.2)	9.2 (8.0–10.5)	8.5 (7.8–9.2)	7.5 (6.5–8.5)	6.5 (5.5–8.0)
CVAI (%)	6.9 (5.8–8.5)	6.5 (5.5–7.8)	5.8 (5.0–6.5)	5.0 (4.5–5.8)	4.5 (3.8–5.5)
CI (%)	86.9 (85.2–87.5)	86.8 (85.5–87.2)	86.5 (85.2–87.0)	85.5 (84.5–86.5)	84.2 (83.0–85.5)

Not: Veriler medyan (IQR) olarak sunulmuştur.

Vaka ve kontrol gruplarının baş çevresi ölçümleri, Mann–Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir farklılık olmadığını göstermiştir ($p > 0,05$). Sonuçlar Çizelge 3.7.5.'te yer almaktadır.



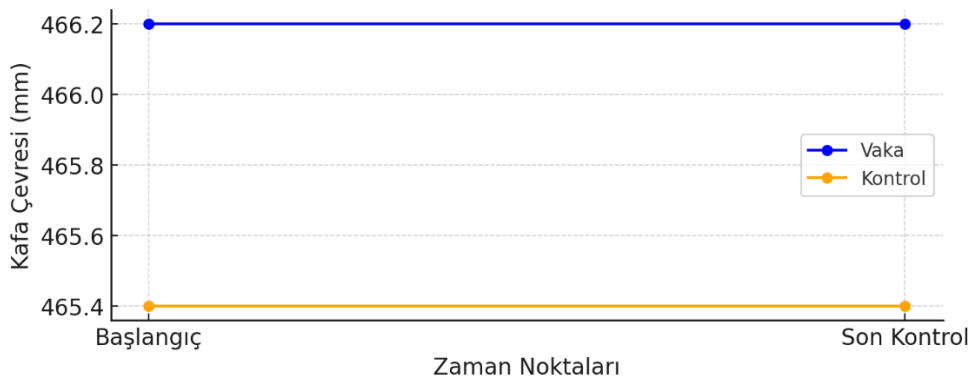
Şekil 3.7.1. CVA, CVAI ve CI değerlerinin tedavi süresince değişimi.

Tedavi ilerledikçe CVA ve CVAI değerlerinde düzenli bir azalma, CI değerinde ise hafif bir düşüş gözlenmiştir.

Çizelge 3.7.5. Kafa Çevresi Ölçümlerinin Grup Karşılaştırması.

Grup	Ortalama $\pm$ SS (mm)	Medyan (mm)	p
Vaka	449.6 $\pm$ 9.1	448.5	0.316
Kontrol	454.7 $\pm$ 11.2	454.5	-

Not: $p < 0.05$ anlamlı farkı gösterir. Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. p değeri vaka ve kontrol grupları arasındaki farkı göstermektedir. Tek grupta iç karşılaştırma yapılmadığı için “-” ile gösterilmiştir.



Şekil 3.7.2. Vaka ve kontrol gruplarının kafa çevresi büyümesi.

Vaka ve kontrol gruplarının kafa çevresi değerleri arasında tedavi süresi boyunca istatistiksel olarak kayda değer bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 3.7.6. Kask Tedavisi Uygulanan Bebeklerde, Tedavi Öncesi ve Tedavi Kontrol Ölçümlerinin Karşılaştırılması.

Değişken	Karşılaştırma	Örneklem Sayısı (n)	Medyan (Kask Öncesi)	Medyan (Kontrol)	Asimptotik Anlamlılık (Çift Yönlü)
CI	Kask Öncesi vs 1. Kontrol	9	86.9	86.9	0.231
CI	Kask Öncesi vs 2. Kontrol	9	86.9	86.0	0.055
CI	Kask Öncesi vs 3. Kontrol	8	88.8	84.5	0.008
CI	Kask Öncesi vs Son Kontrol	9	86.9	84.2	0.008

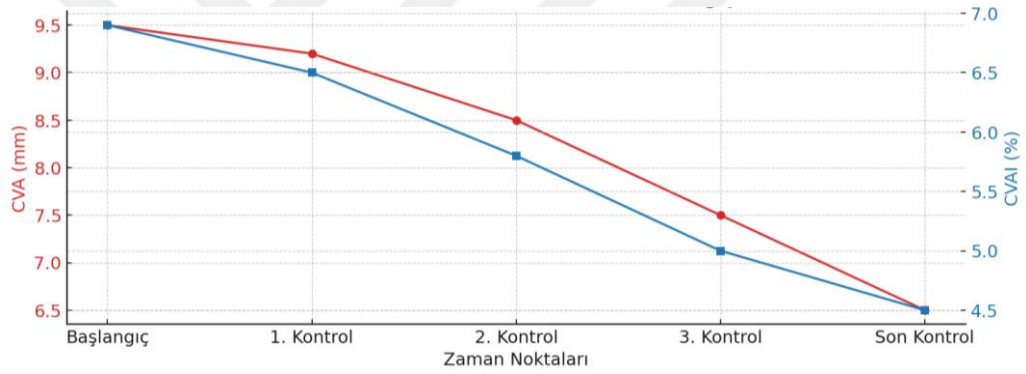
CVA	Kask Öncesi vs 1. Kontrol	9	9.5	10.0	0.359
CVA	Kask Öncesi vs 2. Kontrol	9	9.5	7.9	0.004
CVA	Kask Öncesi vs 3. Kontrol	8	9.95	8.0	0.016
CVA	Kask Öncesi vs Son Kontrol	9	9.5	6.5	0.011

CVAI	Kask Öncesi vs 1. Kontrol	9	6.9	6.6	0.164
CVAI	Kask Öncesi vs 2. Kontrol	9	6.9	5.1	0.004
CVAI	Kask Öncesi vs 3. Kontrol	8	6.9	5.45	0.016
CVAI	Kask Öncesi vs Son Kontrol	9	6.9	4.5	0.011

Kask tedavisi grubundaki bebeklerin tedavi sürecindeki değişimlerini değerlendirdikten sonra, tedavi gören bebekler ile sağlıklı kontrol grubunun kraniyal ölçümleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, vaka ve kontrol gruplarının tanımlayıcı istatistikleri ile gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel anlamlılığı ayrı tablolar halinde sunulmuştur.

Wilcoxon eşleştirilmiş çiftler testi ile yapılan analizlerde, kask tedavisi öncesi ve takip kontrolleri arasındaki değişimler değerlendirildi. CI değerlerinde ilk iki kontrolde anlamlı bir farklılık gözlenmezken ($p=0.231$ ve $p=0.055$), üçüncü kontrolde kask öncesine kıyasla anlamlı

bir azalma saptandı ($p=0.008$). Bu düşüş tedavi sonunda da devam etti ve son kontrol değerleri kask uygulanmadan önceki değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir (medyan %86,9 → %84,2; $p=0.008$). Benzer şekilde, CVA ölçümlerinde ilk kontrolde anlamlı değişiklik izlenmezken ($p=0.359$), ikinci ve üçüncü kontrollerde anlamlı azalma kaydedildi ($p=0.004$ ve $p=0.016$). Son kontrol değerleri de kask öncesine göre anlamlı şekilde daha düşük bulundu (medyan 9,5 mm → 6,5 mm; $p=0.011$). CVAI açısından da benzer bir eğilim gözlemlendi; ilk kontrolde anlamlı fark bulunmazken ($p=0.164$), ikinci ve üçüncü kontrollerde belirgin azalma saptandı ($p=0.004$ ve $p=0.016$). Son kontrolde de kask öncesine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş görüldü (medyan %6,9 → %4,5; $p=0.011$). Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, kask tedavisinin özellikle ikinci kontrolden itibaren etkili olmaya başladığı, üçüncü kontrol ve tedavi sonunda ise CI, CVA ve CVAI değerlerinde anlamlı iyileşme sağladığı görülmektedir.



Şekil 3.7.3. Vaka grubunda CVA ve CVAI değerindeki düşüş.

Vaka grubunda CVA ve CVAI değerleri tedavi süresi boyunca birlikte düşüş göstermiştir. CVA düşüşü mm cinsinden, CVAI düşüşü ise yüzde cinsinden ifade edilmiştir.

Çizelge 3.7.7. Vaka ve Kontrol Gruplarının Kraniyal Çevre Ölçümlerinin Dağılım Özellikleri.

Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	Medyan	Q1	Q3
Vaka	28	449.6	9.1	448.5	443.5	458.0
Kontrol	28	454.7	11.2	454.5	447.0	463.5

Vaka ve kontrol gruplarının çevre ölçüm değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3.7.2’de sunulmuştur. Vaka grubunda ölçüm ortalaması 449.6 ± 9.1 mm, medyan değeri 448.5 mm iken; kontrol grubunda ortalama 454.7 ± 11.2 mm, medyan değeri ise 454.5 mm olarak bulunmuştur. Her iki grupta Q1 ve Q3 değerlerinin yakın aralıklarda olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 3.7.8. Vaka ve kontrol gruplarının ölçümlerinin Mann–Whitney U testi ile karşılaştırılması.

Test	U Değeri	P-değeri (2-tailed)	Anlamlılık ($p < 0.05$)
Mann–Whitney U	819.0	0.316	Anlamlı değil

Gruplar arasındaki farklılıkların anlamlılığı Mann–Whitney U testi ile incelenmiştir. Analiz bulgularına göre, vaka ve kontrol grupları karşılaştırıldığında ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak kayda değer bir farklılık tespit edilmemiştir ($U=819.0$, $p=0.316$; Tablo 2). Bu bulgu, kask tedavisi gören bebeklerin kraniyal gelişiminin, sağlıklı kontrol grubundaki bebeklerle benzer düzeyde seyrettiğini göstermektedir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmaya katılan vaka grubundaki bebeklerin demografik özellikleri çizelge 4.1.1.'de yer almaktadır.

Çizelge 4.1.1. Vaka Grubunun Demografik Verileri.

Vaka No	Cinsiyet	Kask Öncesi Yaş (Ay)	Deformite Tipi	Deformite Şiddeti
Vaka 1	Erkek	5,5 aylık	Asimetrik Brakisefali	Şiddetli
Vaka 2	Kız	5,2 aylık	Brakisefali	Şiddetli
Vaka 3	Erkek	6,1 aylık	Brakisefali	Çok Şiddetli
Vaka 4	Erkek	9,3 aylık	Asimetrik Brakisefali	Orta Şiddetli
Vaka 5	Erkek	8,9 aylık	Asimetrik Brakisefali	Orta Şiddetli
Vaka 6	Kız	5,1 aylık	Asimetrik Brakisefali	Şiddetli
Vaka 7	Erkek	7,6 aylık	Asimetrik Brakisefali	Şiddetli
Vaka 8	Erkek	4,5 aylık	Plagiosefali	Çok Şiddetli
Vaka 9	Erkek	4,6 aylık	Plagiosefali	Orta Şiddetli

Bu çalışmada toplam 9 vaka ve 9 kontrol bebek değerlendirmeye alınmıştır. Vaka grubunun %77,8'i erkek (n=7) ve %22,2'si kız (n=2) iken, kontrol grubunda da %77,8 erkek (n=7) ve %22,2 kız (n=2) bebek yer almaktadır. Kontrol grubundaki bebekler sağlıklı olup kraniyal deformite saptanmamıştır. Vaka grubundaki deformite tipi dağılım incelendiğinde, vakaların %55,6'sında asimetrik brakisefali (n=5), %22,2'sinde brakisefali (n=2), %22,2'sinde plagiosefali (n=2) tespit edilmiştir. Kask uygulaması, bebeklerde ortalama olarak $7,46 \pm 1,64$ ay iken başlatılmıştır.

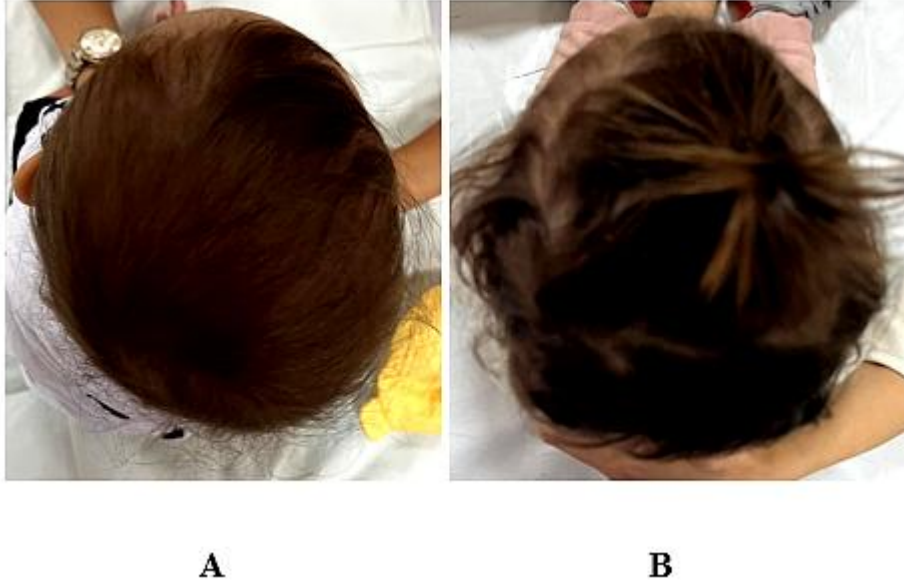
Çizelge 4.1.2. Vaka bazında başlangıç ve bitiş değerleri.

Vaka No	CVA Başlangıç (mm)	CVA Bitiş (mm)	CVAI Başlangıç (%)	CVAI Bitiş (%)	CI Başlangıç (%)	CI Bitiş (%)
Vaka 1	12,8	6,5	9,5	4,3	86,9	82,3
Vaka 2	7,3	3,5	5,4	2,4	94,2	87,0
Vaka 3	9,5	3,9	6,7	2,6	96,4	91,6
Vaka 4	10,4	7,2	6,9	4,5	85,0	79,6
Vaka 5	9,4	5,7	6,3	3,7	86,1	84,2
Vaka 6	9,2	7,5	7,1	5,2	90,6	81,0
Vaka 7	10,4	7,5	6,9	4,8	91,8	84,4
Vaka 8	16,6	9,0	12,1	5,9	82,9	79,7
Vaka 9	9,1	6,0	7,1	4,2	77,7	80,6

Kask tedavisi öncesi bebeklerde ortalama CVA değeri $10,12 \pm 2,56$ mm, CVAI değeri $7,00 \pm 1,84\%$ CI değeri ise $87,96 \pm 5,54\%$ olarak hesaplanmıştır. Tedavi sonunda bu değerler sırasıyla $5,94 \pm 1,77$ mm, $3,67 \pm 1,35\%$ ve $83,38 \pm 3,87\%$ 'ye düşmüştür. Ortalama azalma CVA için 4,18 mm, CVAI için %3,33, CI azalması ise %4,58 olarak bulunmuştur. CVAI değerindeki değişim, kraniyal asimetri oranında belirgin bir azalma olduğunu göstermektedir. CI değerindeki değişim ise başın genişlik-uzunluk oranında dengelenmeye işaret ederek kafa şeklinin daha simetrik bir form kazandığını göstermektedir. Bu analizde kontrol grubu yer almamakta olup değerlendirmeler yalnızca vaka grubunun tedavi öncesi ve sonrası ölçümlerine dayanmaktadır. Kontrol grubuna herhangi bir tedavi uygulanmamış olup bu grup, kraniyal gelişimin doğal seyrini izlemek amacıyla değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 4.1.2., bireysel düzeyde kraniyal asimetrideki düzeltilmeleri detaylı şekilde göstermektedir. Tüm vakalarda hem CVA hem de CVAI değerlerinde tedavi sonrası azalma gözlemlenmiş, bu da bireysel tedaviye olumlu yanıt alındığını göstermektedir. Özellikle başlangıçta yüksek CVA ve CVAI değerlerine sahip bebeklerde düzeltilmenin daha belirgin olduğu görülmektedir. Örneğin, Vaka 8'de CVAI değeri %12,1'den %5,9'a, CVA değeri ise 16,6 mm'den 9,0 mm'ye düşerek dikkat çekici bir iyileşme sağlamıştır. Benzer şekilde, Vaka 1'de başlangıçta 12,8 mm olan CVA değeri 6,5 mm'ye, CVAI ise %9,5'ten %4,3'e gerilemiştir. Vaka 4 ve Vaka 5 gibi asimmetrik brakisefali tanısı almış bireylerde, CI

değerlerinde sırasıyla %85,0'dan %79,6'ya ve %86,1'den %84,2'ye düşüş gözlenmiştir. Her iki olguda da tedaviye geç dönemde (sırasıyla 10,1 ve 9,7 aylıkken) başlanmış olmasına rağmen başın genişlik-uzunluk oranında anlamlı düzeyde azalma sağlanmıştır. Bu durum, baş formunun simetrik olma eğilimini ortaya koymakta ve kask tedavisinin daha ileri yaşta başlanması durumunda da etkili olabileceğini göstermektedir. Bu veriler, CI değerinin tedaviyle birlikte iyileşebileceğini; ancak bu iyileşmenin, asimetri indekslerine (CVA/CVAI) kıyasla daha sınırlı kalabildiğini ortaya koymaktadır. Kask tedavisinin bireysel deformite tipine ve başlangıç yaşına bağlı olarak değişen oranlarda etki gösterdiği, özellikle brakisefali tipi deformitelerde CI oranı üzerinde de olumlu sonuçlar yarattığı görülmektedir. Son vakada CI değerinde gözlenen hafif artışın, tedavi süresinin kısa olması ve tedavinin 8,5 aylıkken sonlandırılmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.1.1. Vaka 1'in kask tedavisi öncesi ve sonrası kafanın tepeden görünümü; A. Kask tedavisi öncesi tepe görüntüsü, B. Kask tedavisi sonrası tepe görüntüsü.

Vaka 1'de başlangıçta şiddetli asimetrik brakisefali tanısı mevcuttur. Kask tedavisine 6,9 aylıkken başlanmış ve toplam 6,9 ay sürmüştür. Tedavi sonunda CVAI değeri %9,5'ten %4,3'e, CI değeri ise %86,9'dan %82,3'e düşmüştür. Tedavi sonrası görsel değerlendirmede, oksipital bölgede simetrinin artışı ve kraniyal yapının daha dengeli bir görünüme yaklaştığı gözlemlenmiştir.



A

B

Şekil 4.1.2. Vaka 2'nin kask tedavisi öncesi ve sonrası kafanın tepeden görünümü, A. Kask tedavisi öncesi tepe görüntüsü, B. Kask tedavisi sonrası tepe görüntüsü.

Vaka 2'de başlangıçta şiddetli brakisefali tanısı mevcuttur. Kask tedavisine 6,7 aylıkken başlanmış ve toplam 5,7 ay sürmüştür. Tedavi sonunda CI değeri %94,2'den %87,0'a düşmüştür. Görsel olarak değerlendirildiğinde oksipital bölgede mevcut düzleşmenin azaldığı ve başın genişlik-uzunluk oranında belirgin bir iyileşme sağlandığı gözlemlenmiştir.



A

B

Şekil 4.1.3. Vaka 8'in kask tedavisi öncesi ve sonrası kafanın tepeden görünümü; A. Kask tedavisi öncesi tepe görüntüsü, B. Kask tedavisi sonrası tepe görüntüsü.

Vaka 8’de başlangıçta çok şiddetli plagiosefali tanısı mevcuttur. Kask tedavisine 4,8 aylıkken başlanmış ve toplam 7,8 ay sürmüştür. Tedavi sonunda CVAI değeri %12,1’den %5,9’a düşmüştür. Başın sol tarafında gözlenen çıkıntı görünümünde belirgin azalma sağlanmış ve daha simetrik bir kafa şekli elde edilmiştir.

Çizelge 4.1.3. Vaka ve Kontrol grubuna ait bebeklerin baş çevresi ölçümlerinin karşılaştırılması.

Grup	n	Ortalama Baş Çevresi (mm)	Standart Sapma (mm)	Min (mm)	Maks (mm)
Vaka Grubu	9	466,2	19,7	435	490
Kontrol Grubu	9	465,3	14,6	435	480

Çalışmada, vaka ve kontrol grubu bebeklerin takip süreci boyunca ölçülen baş çevresi değerleri karşılaştırılmıştır. Vaka grubunun ortalama kafa çevresi $466,2 \pm 19,7$ mm, kontrol grubunun ortalaması ise $465,3 \pm 14,6$ mm olarak saptanmıştır. Her iki grubun minimum değeri 435 mm iken maksimum değer vaka grubunda 490 mm, kontrol grubunda 480 mm olarak kaydedilmiştir.

Bu bulgular, kafa çevresi gelişimi açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir. Deformiteye sahip bebeklerde kraniyal şekil farklılıkları bulunsa da kafa çevresi gelişiminin yaşa özgü referans değerlerle uyumlu şekilde sürdüğü gözlemlenmiştir (Neyzi vd., 2008).

Bu durum, kask tedavisinin kafa çevresi büyümesini sınırlamadan etkili bir biçimde kraniyal şekil bozukluklarını düzeltebildiğini ve deformitenin sadece morfolojik düzeyde sınırlı kalıp kafa hacmi artışını engellemediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, kraniyal deformite ile ilişkili anatomik şekil farklılıklarının, genel kafa büyümesi açısından klinik olarak anlamlı bir geriliğe yol açmadığı da bu verilerle desteklenmektedir.

5. TARTIŞMA

Pozisyonel kraniyal deformitelerde uygulanan kask tedavisinin etkinliği, son yıllarda artan vaka sayılarıyla birlikte giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bu çalışma, 3B tarama teknolojisiyle tasarlanan ve 3B baskı yöntemiyle üretilen kraniyal kaskların, PKD'li bebeklerde düzelme üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Tedavi süreci sonunda CVA, CVAI ve CI gibi önemli ölçütlerde gözlenen düşüşler hem genel hem de bireysel düzeyde anlamlı klinik iyileşmeler sağlandığını göstermektedir. Kafa çevresi büyümesinde ise kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık saptanmamış olması, kask tedavisinin kafa hacmi gelişimini olumsuz yönde etkilemediğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, özellikle başlangıç düzeyi şiddetli olan vakalarda tedaviye yanıtın daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur. Graham vd. (2024) yaptığı çalışmada, deformite şiddeti arttıkça kask tedavisine verilen yanıtın daha hızlı ve etkili olduğu vurgulanmış; pozisyonlama tedavisine kıyasla kask tedavisinin, özellikle orta ve şiddetli olgularda daha başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, bu çalışmada da çok şiddetli plagiosefali tanısı almış bir olguda tedavi sonunda CVAI değerinde yaklaşık %6,2'lik bir azalma sağlanmış ve kraniyal simetrisinin görsel olarak da dikkat çekici biçimde düzeldiği gözlenmiştir. Ayrıca, kask tedavisinin ardından elde edilen kazanımların zamanla korunduğuna dair bulgular da dikkate değerdir. Kato vd. (2025) yaptığı prospektif çalışmada, tedavi bitiminden 12 aya kadar olan takipte deformitenin şiddetinde belirgin bir kötüleşme gözlenmemiştir. Bu durum, kask tedavisinin yalnızca kısa vadede değil, uzun vadede de etkili ve kalıcı sonuçlar sağlayabileceğini göstermektedir. Bizim çalışmamızda da bebekler ortalama 7,3 ay civarında tedaviye başlamış ve yaklaşık 5,2 ay süreyle kask kullanmış, tedavi bitişi çoğunlukla 12. aya denk gelmiştir. Tedavi sonunda CVA, CVAI ve CI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeltilmeler saptanmış, kafa çevresi gelişiminde ise kontrol grubuna kıyasla olumsuz bir fark görülmemiştir. Bu sonuçlar, Kato ve arkadaşlarının bulgularını destekler nitelikte olup, 3B baskı teknolojisiyle üretilen kişiye özel kaskların uzun vadede de etkili ve güvenli bir tedavi seçeneği olabileceğini göstermektedir.

Tedaviye başlama yaşı ile tedavi başarısı arasındaki ilişki, bu çalışmanın dikkat çeken bulgularından biridir. Literatürde genel eğilim, kask tedavisine 6. aydan önce başlanmasının daha kısa sürede ve daha başarılı sonuçlara yol açtığı yönündedir. Bu

çalışmada ise 8. ve 9. aylarda tedaviye başlanan olgularda da anlamlı düzeyde morfolojik iyileşmeler gözlenmiş; bu durum kask tedavisinin yalnızca erken döneme özgü bir müdahale olmadığını, geç dönemde de belirli ölçüde etkili olabileceğini göstermektedir. Ancak geç dönemde düzelmenin daha uzun sürede gerçekleştiği ve tam düzeltme oranlarının düşük olduğu da görülmektedir. Nitekim Kim vd. (2024), 9 aydan önce başlanan tedavilerde CVA/CVAI değerlerinde anlamlı azalmalar olduğunu; 9 aydan sonra ise bu etkinin belirgin biçimde azaldığını vurgulamışlardır. Thompson vd. (2009) da 3B tarama yöntemiyle değerlendirdikleri çalışmada, erken başlayan gruplarda hem tedavi süresinin daha kısa olduğunu hem de kraniyal simetriye ulaşma oranlarının daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Deformite şiddeti de tedavi başarısında belirleyici faktörlerden biridir. Bu çalışmada olduğu gibi, literatürde de kask tedavisinin özellikle orta ve şiddetli deformitelerde konservatif yaklaşımlara kıyasla daha başarılı sonuçlar sağladığı bildirilmektedir. Brakisefali olgularında yaygın olarak kullanılan CI değerinde kask tedavisiyle elde edilen iyileşme de bu bulguları desteklemektedir. Kelly vd. (2018), izole PB tanısı almış bebeklerde yürüttükleri prospektif çalışmada, kask tedavisi sonucunda CI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlemlendiğini ve tedavinin özellikle erken başladığında daha etkili olduğunu bildirmiştir. Graham vd. (2020) ise asimetrik brakisefali olgularında yaptıkları çalışmada, başlangıç CI değeri 95'in üzerinde olan bebeklerde tedavi süresinin uzadığını ve sonuçların daha sınırlı kaldığını, aynı zamanda yaş ilerledikçe bu etkinin azaldığını göstermiştir. Dolayısıyla hem kask tedavisine başlama yaşı hem de deformitenin başlangıç şiddeti, tedavi süresi ve başarısını doğrudan etkileyen anahtar değişkenler olarak öne çıkmaktadır. Benzer şekilde, çalışmamızda da bu eğilim gözlenmiştir. Başlangıç CI değeri 95 ve üzerinde olan üç olguda ortalama kullanım süresi 5,5 ay iken, daha düşük başlangıç CI değerine sahip altı olguda bu süre 5,0 ay olarak bulunmuştur. Bu bulgu, deformitenin şiddetinin tedavi süresini uzattığını göstermekte ve bildirilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Çalışmada kullanılan 3B tarama ve baskı teknolojileri, kraniyal kaskın bebeklerin anatomik yapılarına tam uyum sağlamasına olanak tanımış, konforlu kullanım ve etkin sonuçlar elde edilmesinde belirleyici rol oynamıştır. Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında 3B teknolojilerin ölçüm doğruluğu, tasarım esnekliği ve üretim hızındaki üstünlükleri, bu tedavi modelini daha uygulanabilir kılmaktadır. Kropla (2023), bireyselleştirilmiş kraniyal kask üretiminde 3B tarama verilerine dayalı dijital

tasarımın hem tedavi etkinliğini artırdığını hem de üretim süresini kısaltarak daha ergonomik ve hafif kaskların elde edilmesini sağladığını belirtmiştir. Bu teknoloji sayesinde elde edilen kaskların bebeklerin kafa yapısına yüksek düzeyde uyum gösterdiği, bu durumun da hem konforu hem de tedaviye uyumu olumlu etkilediği bildirilmiştir. Kaskların hafifliği, ergonomik tasarımı ve hava sirkülasyonunu artıran yapısal özellikleri, bebeklerin kullanım konforunu artırmış ve ebeveynlerin tedavi sürecine etkin katılımını kolaylaştırmıştır.

Baş çevresi gelişimiyle ilgili elde edilen bulgular da dikkat çekicidir. Vaka grubunda, deformiteye sahip olmayan kontrol grubuna kıyasla kafa çevresinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu durum, kask uygulamasının yalnızca morfolojik şekil üzerinde etkili olduğunu, fizyolojik büyümeyi ise baskılamadığını desteklemektedir. Literatürde bazı çalışmalarda kask tedavisinin baş çevresi büyümesini sınırlayabileceğine dair görüşler yer almakla birlikte (Kelly vd., 1999; Ghenbot vd., 2015), örneğin Kelly vd. (1999), kask tedavisinin deformiteyi düzelttiğini ancak tedavi süresince kafa çevresi büyümesinde belirli kısıtlamalar olabileceğini bildirmiştir. Benzer şekilde, Ghenbot vd. (2015), kask tedavisinin beyin hacmi üzerinde olumsuz etkisi olmadığını belirtirken, kafa çevresi büyümesinin tedavi sürecinde sınırlama oluşturabileceğini raporlamıştır. Öte yandan, Wen (2020) yürüttüğü çalışmada da benzer şekilde, kask tedavisi gören bebeklerde baş çevresi gelişiminin tedavi almayan gruplarla karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık göstermediği bildirilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar da bu bulguyu doğrulayarak, kask tedavisinin kafa hacmi büyümesini engellemediğini ve doğal büyümenin sağlıklı bir şekilde sürdüğünü göstermektedir. Bu farklılıklar, kullanılan kask tasarımındaki teknolojik gelişmeler, takip, takip sırasında kask içi modifikasyonlar, tedavi süresi ve bireysel hasta özellikleri gibi faktörlerden kaynaklanabilir. Klinik uygulamada, baş çevresi gelişiminin dikkatle izlenmesi ve gerektiğinde kask kullanımının uyarlanması, tedavi başarısını ve güvenliğini artıracaktır.

Bununla birlikte çalışmanın bazı sınırlılıkları mevcuttur. Öncelikle örneklem sayısının düşük olması, sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Ayrıca vaka grubunu oluşturan bebeklerin farklı deformite tiplerine (plagiosefali, brakisefali, asimetrik brakisefali) sahip olması, tedavi yanıtlarının hangi deformite tipinde kask tedavisinin daha etkili olduğuna dair net bir değerlendirme yapılmasını güçleştirmiştir. Tedavi sonrası elde edilen düzelmenin uzun vadede korunup korunmadığı ise

değerlendirilememiştir; bu nedenle ileriye dönük uzun süreli takip çalışmaları gereklidir. Ek olarak, tedavi süresince günlük kask kullanım süresi, tedaviye uyum düzeyi ve ebeveyn katılımı gibi tedavi başarısını etkileyebilecek faktörler bu çalışmada nesnel ölçütlerle değerlendirilmemiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu tür değişkenlerin sistematik biçimde izlenmesi, elde edilen bulguların geçerliliğini ve yorumlanabilirliğini artıracaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, 3B baskı teknolojisi ile kişiye özel olarak üretilen kraniyal kaskların pozisyonel kraniyal deformitelerin tedavisinde etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle orta ve şiddetli deformiteye sahip olgularda sağlanan belirgin morfolojik düzelme, bu yöntemin klinik değerini artırmaktadır. Gelecekte daha geniş örneklemlemlerle gerçekleştirilecek randomize kontrollü çalışmalar, bu yöntemin etkinliğini daha güçlü düzeyde kanıtlayarak, tedavi protokollerine dahil edilmesini kolaylaştırabilir.

6. SONUÇ

Bu çalışma, pozisyonel kraniyal deformitesi (PKD) olan bebeklerde, **3B tarama ve 3B baskı teknolojisi kullanılarak üretilen bireysel kraniyal kaskların** etkinliğini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, kask tedavisinin kraniyal asimetriyi düzeltmede etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Tedavi sonunda **CVA, CVAI ve CI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma** saptanmıştır. Bu azalmalar, kafa şeklinin daha simetrik bir form kazandığını ortaya koymaktadır. Özellikle ikinci kontrol sonrasında itibaren düzelmenin belirginleştiği ve tedavi bitiminde en yüksek düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca, tedavi süresince **baş çevresi büyümesinde vaka ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak kayda değer bir farkın saptanmaması**, kask tedavisinin kafa hacmi gelişimini olumsuz etkilemeden yalnızca kafa şekil bozukluklarını düzeltmeye yönelik etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular, başlangıç deformite şiddeti yüksek olan bebeklerde tedavi sonrasında daha belirgin iyileşme eğilimi olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, kask tedavisinin özellikle orta ve şiddetli PKD olgularında potansiyel olarak daha faydalı olabileceğine işaret etmektedir.

Ayrıca, tedaviye daha erken dönemde (özellikle 6. ay öncesinde) başlanmasının tedavi süresinin kısalmasına ve tedavi sonuçlarının daha olumlu olmasına katkı sağlayabileceği gözlenmiştir. Bu nedenle, erken tanı ve değerlendirmenin tedavi başarısını destekleyebilecek önemli bir unsur olduğu değerlendirilebilir.

Çalışmada kullanılan 3B baskı ile üretilmiş kraniyal kasklar, **bebeğe özel tasarım, hafiflik, uygun maliyet ve ergonomik yapı** gibi avantajlar sunmuştur. Bu teknolojinin, geleneksel yöntemlere kıyasla daha erişilebilir ve kişiselleştirilmiş bir tedavi imkânı sunabileceği düşünülmektedir.

Literatür taraması sonucunda, Türkiye'de **3B tarama ve baskı teknolojisi kullanılarak üretilen kraniyal kaskların etkinliğine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır**. Bu nedenle, bu araştırma ülkemizde bu alanda yapılan **ilk çalışmalardan biri** olma özelliği taşımaktadır. Çalışmanın bulguları, PKD tedavisinde modern teknolojilerin entegrasyonunun mümkün ve etkili olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda elde edilen bulgular, 3B baskı teknolojisi ile üretilen kişiye özel kraniyal kaskların PKD tedavisinde etkin olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte uygulama sürecinde terleme ve buna bağlı kötü koku en sık karşılaşılan sorun olmuştur. Kask tasarımında havalandırma delikleri eklenerek bu durum azaltılmaya çalışılmış, ayrıca ebeveynlere düzenli hijyen uygulamaları konusunda öneriler sunulmuştur. Ancak daha etkili çözümler geliştirilmesine ihtiyaç olduğu görülmüştür. Kask sınırlarının ciltte oluşturduğu bası hattı ve kızarıklıkların önlenmesi amacıyla pamuksu bir ara yüzey malzemesi kullanılmış, bu uygulamanın konforu artırdığı gözlenmiştir. Bununla birlikte, ülkemizde bu tür malzemelerin yaygınlaştırılması ve yerli üretim çalışmalarının desteklenmesi önem arz etmektedir. Gelecek araştırmalarda, söz konusu liner'ların farklı kalınlık ve katman özelliklerinin (tek kat, çok kat ya da çift kat) terleme ve koku kontrolü üzerindeki etkisi incelenmeli; ayrıca antimikrobiyal veya kokuyu maskeleyici katkılarla desteklenmiş alternatif malzeme ve kaplamalar (örneğin teri hızla dağıtan/kurutan kumaşlar, gümüş iyon katkılı kumaşlar veya sistemler) değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, bu çalışma kask tedavisinin PKD'li bebeklerde güvenli ve etkili bir tedavi yöntemi olduğunu ortaya koymaktadır. Erken tanı ve bireye özgü planlama ile tedavinin başarısının artırılabilceği görülmüştür. Bu bulgular, ülkemizde PKD tedavisinde modern teknolojilerin kullanımına yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adeyemo, A. A., & Omotade, O. O. (1999). Variation in fontanelle size with gestational age. *Early Human Development*, 54(3), 207–214.
- Alsancak, S., Acar, A. G., & Özgün, A. K. (2024). 3 boyutlu baskı teknolojilerinin ortotik ve prostetik rehabilitasyona katkıları. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1), 41–54. <https://doi.org/10.46971/ausbid.1399730>
- American Academy of Pediatrics Task Force on Infant Positioning and SIDS. (1992). Positioning and SIDS. *Pediatrics*, 89, 1120–1126.
- Argenta, L. (2004). Clinical classification of positional plagiocephaly. *Journal of Craniofacial Surgery*, 15(3), 368–372.
- Atallah, H., Elfarrar, M., Elsheikh, S., Elhawary, H., & Elsaid, A. (2025). 3-D-printed cranial helmet therapy for the treatment of deformational plagiocephaly. *Child's Nervous System*, 41(2), 345–356. <https://doi.org/10.1007/s00381-025-06217-9>
- Bakırcı, S., & Öner, S. (2022). Evaluation of skull morphometry in computed tomography images and calculation of the cephalic index. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 19(2), 382–387. <https://doi.org/10.35440/hutfd>
- Bass, W. M. (1987). *Human osteology: A laboratory and field manual* (3rd ed.). Missouri Archaeological Society.
- Block, S. L. (2014). ‘Skull-duggery’ and the management of positional plagiocephaly. *Pediatric Annals*, 43, 497–501.
- Bronfin, D. R. (2001). Misshapen heads in babies: Position or pathology? *Ochsner Journal*, 3(4), 191–199.
- Brognara, L., Fantini, M., Morellato, K., Graziani, G., Baldini, N., & Cauli, O. (2022). Foot orthosis and sensorized house slipper by 3D printing. *Materials*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/ma15124064>
- Children’s Healthcare of Atlanta. (n.d.). *Helmet 101: Wear and care*. <https://www.choa.org/parent-resources/orthopedics/helmet-wear-and-care>

- Choi, H., Lim, S. H., Kim, J. S., & Hong, B. Y. (2020). Outcome analysis of the effects of helmet therapy in infants with brachycephaly. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4), 1171. <https://doi.org/10.3390/jcm9041171>
- Clarren, S. K. (1981). Plagiocephaly and torticollis: Etiology, natural history, and helmet treatment. *Journal of Pediatrics*, 98(1), 92–95.
- Clarren, S. K., Smith, D. W., & Hanson, J. W. (1979). Helmet treatment for plagiocephaly and congenital muscular torticollis. *Journal of Pediatrics*, 94, 43–46.
- Coats, B., & Margulies, S. S. (2006). Material properties of human infant skull and suture at high rates. *Journal of Neurotrauma*, 23(8), 1222–1232.
- Couture, D. E., Cranford, J. C., Somasundaram, A., Sanger, C., Argenta, A. E., & David, L. R. (2013). Efficacy of passive helmet therapy for deformational plagiocephaly: Report of 1050 cases. *Neurosurgical Focus*, 35, E4.
- Çevik, S., Işık, S., & Özkılıç, A. (2020). The role of age on helmet therapy in deformational plagiocephaly and asymmetric brachycephaly. *Child's Nervous System*, 36, 803–810.
- D'Antoni, A. V., Donaldson, O. I., Schmidt, C., Macchi, V., De Caro, R., Oskouian, R. J., Loukas, M., & Tubbs, R. S. (2017). A comprehensive review of the anterior fontanelle: Embryology, anatomy, and clinical considerations. *Child's Nervous System*, 33(6), 909–914.
- Dessery, Y., & Pallari, J. (2018). Measurements agreement between low-cost and high-level handheld 3D scanners to scan the knee for designing a 3D printed knee brace. *PLOS ONE*, 13(1), e0190585. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190585>
- Durigneux, J., Dinomais, M., Chevalier, B., Marquois, L., Payneau, G., & Deries, X. (2014). Cervicocephalic correction mattress: A new therapy in plagiocephaly and torticollis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, E229.
- EinScan. (n.d.). *Homepage*. <https://www.einscan.com>
- Etus, V., & Göker, B. (2017). Ne zaman kask takılmalı? *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 27(3), 357–363.
- Fish, D., Hinton, C., & Barrios, A. (2024). Revisiting the cephalic index: The origin, purpose, and current applicability—A narrative review. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 36(2), e35–e48.
- Freudlsperger, C., Bodem, J. P., Kargus, S., Castrillon-Oberndorfer, G., Hoffman, J., & Engel, M. (2015). The incidence of complications associated with molding helmet therapy. *Journal of Craniofacial Surgery*, 26(4), e299–e302.

- Ghenbot, A., Smith, J., & Lee, R. (2015). Effects of cranial orthotic treatment on brain volume and head circumference in infants with plagiocephaly. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 35(4), 345–351. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000312>
- Geoffroy, M., Gardan, J., Goodnough, J., & Mattie, J. (2018). Cranial remodeling orthosis for infantile plagiocephaly created through a 3D scan, topological optimization, and 3D printing process. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 30(1), 247–258. <https://doi.org/10.1097/JPO.0000000000000186>
- Ghizoni, E., Denadai, R., Raposo-Amaral, C. A., Joaquim, A. F., Tedeschi, H., & Raposo-Amaral, C. E. (2016). Diagnosis of infant synostotic and nonsynostotic cranial deformities: A review for pediatricians. *Revista Paulista de Pediatria*, 34(4), 495–502.
- Graham, J. M., Jr., Gomez, M., Halberg, A., et al. (2005). Management of deformational plagiocephaly: Repositioning versus orthotic therapy. *Journal of Pediatrics*, 146, 258–262.
- Graham, T., Millay, K., Wang, J., Adams-Huet, B., O'Briant, E., Oldham, M., & Smith, S. (2020). Significant factors in cranial remolding orthotic treatment of asymmetrical brachycephaly. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4), 1027. <https://doi.org/10.3390/jcm9041027>
- Graham, T., Wang, J., Calderon, F. A., Moses, V., & Hallac, R. R. (2024). Two-dimensional and three-dimensional changes in deformational head shapes during repositioning therapy and cranial remolding treatment. *Journal of Clinical Medicine*, 13, 7689. <https://doi.org/10.3390/jcm13247689>
- Grigsby, K. (2009). Cranial remolding helmet treatment of plagiocephaly. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 21(1), 55–63.
- Hale, L., Linley, E., & Kalaskar, D. M. (2020). A digital workflow for design and fabrication of bespoke orthoses using 3D scanning and 3D printing. *Scientific Reports*, 10(1), 7028. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63937-1>
- Hanger Clinic. (n.d.). *Cranial helmet wear & care guide*. <https://hangerclinic.com/wp-content/uploads/cranial-helmet-wear-care-guide.pdf>
- Hegazy, A. A. M. (2021). Skull sutures as anatomical landmarks. In *The sutures of the skull* (pp. 129–146). Springer.
- Hersh, D. S., Bookland, M. J., & Hughes, C. D. (2021). Diagnosis and management of suture-related concerns of the infant skull. *Pediatric Clinics*, 68(4), 727–742.

- Hinken, L., Willenborg, H., Dávila, L. A., & Daentzer, D. (2019). Outcome analysis of molding helmet therapy. *Journal of Craniomaxillofacial Surgery*, 47, 720–725.
- Holowka, M. A., et al. (2017). Plagiocephaly severity scale. *Journal of Craniofacial Surgery*, 28(3), 717–722.
- Hutchison, B. L., Hutchison, L. A., Thompson, J. M., & Mitchell, E. A. (2004). Plagiocephaly and brachycephaly in the first two years of life. *Pediatrics*, 114, 970–980.
- Hutchison, B. L., Hutchison, L. A., Thompson, J. M., & Mitchell, E. A. (2005). Quantification of plagiocephaly and brachycephaly. *Cleft Palate–Craniofacial Journal*, 42(5), 539–547. <https://doi.org/10.1597/04-059r.1>
- Invent Medical. (n.d.). *Homepage*. <https://www.inventmedical.com/>
- Jin, Y.-A., Plott, J., Chen, R., Wensman, J., & Shih, A. (2015). Additive manufacturing of custom orthoses. *Procedia CIRP*, 36, 199–204. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.125>
- Kato, R., Nagano, N., Sasano, M., Sumi, K., & Morioka, I. (2025). Natural progression of cranial shape following helmet therapy. *Journal of Clinical Medicine*, 14, 357. <https://doi.org/10.3390/jcm14020357>
- Kelly, K. (1999). The impact of helmet therapy on cranial growth. *Pediatric Neurology*, 20(1), 55–60. [https://doi.org/10.1016/S0887-8994\(98\)00067-9](https://doi.org/10.1016/S0887-8994(98)00067-9)
- Kelly, K. M., Joganic, E. F., Beals, S. P., et al. (2018). Helmet treatment of infants with deformational brachycephaly. *Global Pediatric Health*, 5, 2333794X18805618. <https://doi.org/10.1177/2333794X18805618>
- Kelly, K. M., Littlefield, T. R., Pomatto, J. K., & Beals, S. P. (2019). Effects of initial age and severity. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1514.
- Keshtgar, M. (2015). *Evaluating the effectiveness of cranial molding* (Master's thesis). California Polytechnic State University.
- Kiesler, J., & Ricer, R. (2003). The abnormal fontanel. *American Family Physician*, 67(12), 2547–2552.
- Kim, J., Kim, J., & Chae, K. Y. (2024). Effectiveness of helmet therapy. *Clinical and Experimental Pediatrics*, 67(1), 46–53. <https://doi.org/10.3345/cep.2023.00626>
- Kim, S. Y., Park, M. S., Yang, J. I., & Yim, S. Y. (2013). Comparison of helmet therapy. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 37(6), 785–795.

- Kluba, S., Kraut, W., Reinert, S., & Krimmel, M. (2011). Optimal time to start helmet therapy. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 128, 492–498. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e31821b62d6>
- Koç, C. (2013). *Kulak burun boğaz hastalıkları ve baş-boyun cerrahisi* (ss. 655–671). Güneş Tıp Kitabevi.
- Kropla, F., et al. (2023). Development of an individual helmet orthosis for infants based on a 3D scan. *3D Printing in Medicine*, 9(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41205-023-00165-0>
- Kumar, R., & Sarangi, S. K. (2021). 3D-printed orthosis: A review on design process and material selection for fused deposition modeling process. In A. Patnaik et al. (Eds.), *Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 531–538). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0909-1_55
- Kunz, F., et al. (2019). Head orthosis therapy in positional plagiocephaly. *European Journal of Orthodontics*, 41(1), 29–37.
- Larsell, O. (1924). Anders Adolf Retzius. *Annals of Medical History*, 6(1), 16–24.
- Lee, M. C., Hwang, J., Kim, Y. O., Shim, K. W., Park, E. K., & Yun, I. S. (2015). Three-dimensional analysis of cranial and facial asymmetry after helmet therapy. *Child's Nervous System*, 31, 1113–1120. <https://doi.org/10.1007/s00381-015-2677-7>
- Lipsett, B. J., Vamsi, R., & Kim, S. (2019). Anatomy, head and neck, fontanelles. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537086/>
- Loveday, B. P., & de Chalain, T. B. (2001). Active counterpositioning or orthotic device to treat positional plagiocephaly? *Journal of Craniofacial Surgery*, 12, 308–313. <https://doi.org/10.1097/00001665-200107000-00003>
- Martinez-Lage, J. F., Ruiz-Espejo, A. M., Gilabert, A., Perez-Espejo, M. A., & Guillen-Navarro, E. (2006). Positional skull deformities in children. *Child's Nervous System*, 22, 368–374.
- Massimi, L., Caldarelli, M., Tamburrini, G., Paternoster, G., & Di Rocco, C. (2012). Isolated sagittal craniosynostosis. *Child's Nervous System*, 28(8), 1311–1317. <https://doi.org/10.1007/s00381-012-1762-5>
- Matushita, H., Alonso, N., Cardeal, D. D., & Andrade, F. G. (2014). Major clinical features of synostotic occipital plagiocephaly. *Child's Nervous System*, 30(7), 1217–1224. <https://doi.org/10.1007/s00381-014-2435-8>

- Mawji, A., Vollman, A. R., Hatfield, J., McNeil, D. A., & Sauve, R. (2013). The incidence of positional plagiocephaly: A cohort study. *Pediatrics*, 132, 298–304.
- McGarry, A., Morritt, D. G., Jayamohan, J., Richards, R., & Nishikawa, H. (2008). Computer-assisted laser shape analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(8), 568–574. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03017.x>
- Michigan Medicine. (n.d.). *Cranial molding helmet*. <https://www.med.umich.edu/1libr/PMR/HelmetCranialMolding.pdf>
- Mortenson, P., Steinbok, P., & Smith, D. (2012). Deformational plagiocephaly and orthotic treatment. *Child's Nervous System*, 28, 1407–1412.
- Mulliken, J. B., Vander Woude, D. L., Hansen, M., LaBrie, R. A., & Scott, M. R. (1999). Analysis of posterior plagiocephaly. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 103(2), 371–380. <https://doi.org/10.1097/00006534-199902000-00003>
- Neyzi, O., Günöz, H., Furman, A., et al. (2008). Türk çocuklarında referans değerleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 51(1), 1–14.
- Orhan, K. S. (2022). *Fonksiyonel boyun diseksiyonu sonrası internal juguler ven açıklığının değerlendirilmesi* (Uzmanlık tezi). İstanbul Üniversitesi.
- Özer, S., Kazancı, N., Karaaslan, E., & Yılmaz, R. (2013). Fontanel değerlendirmesi. *Pediatric Practice and Research*, 1(1), 4–9.
- Pedroso, F. S., Rotta, N., Quintal, A., & Giordani, G. (2008). Evolution of anterior fontanel size. *Journal of Child Neurology*, 23(14), 1419–1423.
- Plank, L. H., Giavedoni, B., Lombardo, J. R., Geil, M. D., & Reisner, A. (2006). Comparison of infant head shape changes. *Journal of Craniofacial Surgery*, 17(6), 1084–1091.
- Raposo-Amaral, C. E., Denadai, R., Ghizoni, E., et al. (2015). Facial changes after early treatment of unilateral coronal synostosis. *Journal of Craniofacial Surgery*, 26(1), 141–146. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000001341>
- Raposo-do-Amaral, C. E., Silva, M. P., Menon, D. N., et al. (2011). Estudo antropométrico das assimetrias craniofaciais. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, 26(1), 27–31.
- Robinson, S., & Procter, M. (2009). Management of positional skull deformities. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 21(1), 30–34.

- Rogers, G. F. (2011). Deformational plagiocephaly, brachycephaly, and scaphocephaly. Part I. *Journal of Craniofacial Surgery*, 22(1), 9–16.
- Rogers, G. F. (2011). Deformational plagiocephaly, brachycephaly, and scaphocephaly. Part II. *Journal of Craniofacial Surgery*, 22, 17–23.
- Seruya, M., Oh, A. K., Taylor, J. H., Sauerhammer, T. M., & Rogers, G. F. (2013). Helmet treatment and age at initiation. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 131, 55e–61e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3182729f11>
- Tamburrini, G., Caldarelli, M., Massimi, L., et al. (2012). Complex craniosynostoses. *Child's Nervous System*, 28(9), 1511–1523.
- Tamber, M. S., et al. (2016). Evidence-based guideline on cranial molding orthosis therapy. *Neurosurgery*, 79(5), E632–E633.
- Thompson, J. T., David, L. R., Wood, B., et al. (2009). Outcome analysis of helmet therapy. *Journal of Craniofacial Surgery*, 20, 362–365. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181992382>
- Trebilcock, A. L., Findley, J. L., Cherry, J. S., Kasperek, J. A., Gordon, M. M., Beals, S. P., & Littlefield, T. R. (2025). A 10-year review of the efficacy of cranial remolding orthosis treatment and factors that influence outcomes for infants with isolated deformational plagiocephaly. *Children*, 12(8), 1099. <https://doi.org/10.3390/children12081099>
- Van Der Meulen, J. (2012). Metopic synostosis. *Child's Nervous System*, 28(9), 1359–1367.
- Van Vlimmeren, L. A., van der Graaf, Y., Boere-Boonekamp, M. M., et al. (2007). Risk factors for deformational plagiocephaly. *Pediatrics*, 119, e408–e418.
- Van Wijk, R. M., Boere-Boonekamp, M. M., Groothuis-Oudshoorn, C. G., et al. (2012). Helmet therapy assessment (HEADS). *Trials*, 13, 108. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-13-108>
- Visse, H. S., Meyer, U., Runte, C., Maas, H., & Dirksen, D. (2020). Assessment of facial and cranial symmetry. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 48(6), 548–554.
- Weigand, K., Millay, K., Wang, J., & Graham, T. (2024). Effectiveness of cranial remolding orthoses. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 36(2), 69–79. <https://doi.org/10.1097/JPO.0000000000000416>
- Wen, J., et al. (2020). Effect of helmet therapy. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 56(5), 735–741. <https://doi.org/10.1111/jpc.14733>

- Wilbrand, J. F., Wilbrand, M., Pons-Kuehnemann, J., et al. (2011). Anthropometric measurements of cranial deformity. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 39(1), 24–29.
- Wilbrand, J. F., Hagemes, F., Wilbrand, M., et al. (2014). Nonsynostotic cranial deformity. *Cleft Palate–Craniofacial Journal*, 51(6), 632–638.
- Xia, J. J., Kennedy, K. A., Teichgraber, J. F., et al. (2008). Nonsurgical treatment of deformational plagiocephaly. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 162, 719–727.
<https://doi.org/10.1001/archpedi.162.8.719>



EKLER

EK 1: ETİK KURUL ONAYI

İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU	
ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA
TELEFON	0312 595 82 27
E-POSTA	tipinsanetik@ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANTIN AÇIK ADI	Başvuru No: 2023000743-3(2023/743) 3B Baskı Teknolojisi ile Üretilen Kranial Kaskın Pozisyonel Kranial Deformitelerde Etkinliğinin Araştırılması
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Serap ALSANCAK
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TUBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortez ve Protez
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ortez ve Protez Bölümü
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER		TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 002-119-24	Tarih: 15 Şubat 2024
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplanıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU				
ÇALIŞMA ESASI		İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu		
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Hakan ERGÜN		
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Araştırma ile ilgili	İmza
Prof. Dr. Hakan ERGÜN	Tıbbi Farmakoloji	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Berna ARDA	Tıp Tarihi ve Etik	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Hatice İLGİN RUHİ	Tıbbi Genetik	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Sevim AYDIN	Histoloji ve Embriyoloji	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Berna SAVAŞ	Tıbbi Patoloji	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Yüksel ÜRÜN	Tıbbi Onkoloji	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Cihangir AKYOL	Genel Cerrahi	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Başak Ceyda MEÇO	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Emel OKULU	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Zehide Çiler BÜYÜKATALAY YALDIZ	Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Rezzak YILMAZ	Nöroloji	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Serkan AKBULUT	Cerrahi Onkoloji	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Mürat YILDIRIM	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	
Dr. İrem KAR	Biyoistatistik	A.Ö. Tıp Fakültesi	E ☐ H ☒	

EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Araştırmanın adı: 3B Baskı Teknolojisi ile Üretilen Kraniyal Kaskın Pozisyonel Kraniyal Deformitelerde Etkinliğinin Araştırılması

Sorumlu Araştırmacı: Aslınur Uncu

Araştırmanın Yürütüleceği Yer: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ortez ve Protez Bölümü Laboratuvarı

Sayın gönüllü/ebeveyn,

Yukarıda adı yazılı araştırmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunuyorsunuz. Bu araştırmada yer almayı kabul etmeden önce, araştırmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme çerçevesinde özgürce vermeniz gerekmektedir. Aşağıdaki bilgileri lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınız olursa sorunuz ve açık yanıtlar isteyiniz.

Bu çalışmamızda pozisyonel kafa deformitesi olan bireylerde çocuk doktorunuzca önerilen kraniyal kaskın etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla çalışmaya bebeğinizin gönüllü katılımını teklif ediyoruz. Çalışmaya pozisyonel kafa deformitesi olan ve olmayan bebekler katılacaklardır. Bu bebeklerin Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ortez ve Protez Bölüm Laboratuvarında gerekli tarama yapılacak, ölçümleri alınacaktır. Kraniyal deformitesi olan veya olmayan 3-4 aylık bebeğinizin çalışmaya katılmasını kabul ederseniz demografik bilgileri alınacak, sonrasında bebeğinizin 3 boyutlu kafa taraması yapılacaktır. Taraması alınmış modelin bilgisayara aktarılmış görünümü üzerinden radyografik görüntülerin rehberliğinde ve bulgular eşliğinde kaskın tasarımı gerçekleştirilecek ve ardından üretimi yapılacaktır. Bu işlemler kraniyal kask uygulaması için başvurmuş bütün hastalara yapılan standart uygulamalardır. Sağlıklı bebeğinizde sadece tarama yapılacak ve ölçümler alınacak ve belirli aralıkları takip yapılacaktır. Bunların dışında bir test veya uygulama bebeğinize yapılmayacaktır. Tüm işlemler yaklaşık 30 dk sürecektir.

Bu araştırma toplam 12 ay sürecektir. Kask tesliminden sonra 1.,3., 7. ve 14. haftalarda tarama ve ölçümler tekrarlanacaktır. Siz ebeveynlere düzeltilmeler hakkında bilgi verilecektir.

Bu araştırmada yer almak tümüyle sizin isteğinize bağlıdır. Bu çalışma size ve bağlı olduğunuz Sosyal Güvenlik Kurumunuza herhangi mali bir yük getirmeyecektir. Size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırmanın sonuçları bilimsel amaçlarla kullanılacaktır. Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından araştırmadan çıkarılmanız halinde, sizle ilgili veriler kullanılmayacaktır. Ancak veriler bir kez anonimleştikten sonra araştırmadan

çekilmeniz mümkün olmayacaktır. Araştırmadan çekilmeniz tedavinizi hiçbir şekilde etkilemeyecektir. Sizden elde edilen tüm bilgiler gizli tutulacak, araştırma yayınlandığında da varsa kimlik bilgilerinizin gizliliği korunacaktır.

Merak ettiğiniz bir şey olursa veya bir yan etkiden şüphelendiğinizde mesai saatleri içinde ...ve günün 24 saatinde ...ve ... numaralı telefonlardan sorumlu araştırmacı ve araştırmacıyı arayabilir ve istediklerinizi sorabilirsiniz.

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllülere verilmesi gereken bilgileri içeren metni okudum (ya da sözlü olarak dinledim). Eksik kaldığını düşündüğüm konularda sorularımı araştırmacılara sordum ve doyurucu yanıtlar aldım. Yazılı ve sözlü olarak tarafıma sunulan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anladığım kanısındayım. Bebeğimin çalışmaya katılmasını isteyip istemediğim konusunda karar vermem için yeterince zaman tanındı. Bu çalışmada çocuğuma ne olacağını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak bebeğimi araştırmadan çıkarabileceğimi, imzaladığım bu formun bir kopyasının bana verileceğini biliyorum. Bu koşullar altında, araştırma kapsamında elde edilen bebeğime ait bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını, gizlilik kurallarına uyulmak kaydıyla sunulmasını ve yayınlanmasını, hiçbir baskı ve zorlama altında kalmaksızın, kendi özgür irademle kabul ettiğimi beyan ederim.

Bu bilgiler ışığında elde edilen örneğimin;

- ☐ Başka bilimsel çalışmalarda kullanılmamasını
- ☐ Kimliğimin gizli tutularak bilimsel amaçlı diğer çalışmalarda da kullanılmasına izin veriyorum.

Ebeveynin;

Adı- Soyadı:

Tarih:

İmza:

Araştırmacının;

Adı- Soyadı:

Tarih:

İmza

EK 3: KURUM İZNİ

Ankara Üniversitesi
Ortez ve Protez Anabilim Dalı Başkanlığına

Ortez ve Protez Biyomekanik ve Rehabilitasyonu Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Aslınur UNCU'nun tez çalışması kapsamında, Pozisyonel Kranial Deformitesi Olan bebeklerin Ankara Üniversitesi Ortez ve Protez Laboratuvarında değerlendirilmesi, taramalarının alınması ve takiplerinin yapılması tarafımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi saygı ile arz ederim.

15.12.2023



EK 4: HASTA TAKİP FORMU

AD-SOYAD:

CİNSİYET:

YAŞ:

KASK UYGULAMASI ÖNCESİ KAFATASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ

KAFATASI ÇAPI	
CRANIAL VAULT ASYMMETRY (CVA)	
CRANIAL VAULT ASYMMETRY INDEX (CVAI)	
CRANIAL INDEX (CI)	

KASK UYGULAMASI SONRASI KAFATASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ

	1.HAFTA	3.HAFTA	7.HAFTA	14.HAFTA	
KAFATASI ÇAPI					
CRANIAL VAULT ASYMMETRY (CVA)					
CRANIAL VAULT ASYMMETRY INDEX (CVAI)					
CRANIAL INDEX (CI)					

EK 5: KASK KULLANIM REHBERİ

ANKARA ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ORTEZ VE PROTİZ RÖLÜMÜ

KRANİYAL KAS KULLANIM REZİSİ

Hangi durumlarda gövde kasları kullanılır? Baştaçta veya Pnömojez ile bulaşmadan önce ellerinizi iyice yıkayarak başlayarak çocuk kaskı ile başlatılır. Başlatma işlemi kranial kasların kullanılması için uygun pozisyonlar kullanılarak yapılır: • Normal duruşta 3 farklı pozisyonlar; 1)Hafif Öne doğru 30 derece eğilim ile alınır. Pnömojez ile uygun pozisyon. 2)Öne doğru 60 Kask altına bulaştırılır. 3)Öne doğru 90 Kask altına bulaştırılır. • Çekilme pozisyonunda 3 farklı pozisyon; 1)Öne doğru 30 derece eğilim ile alınır. Pnömojez ile uygun pozisyon. 2)Öne doğru 60 Kask altına bulaştırılır. 3)Öne doğru 90 Kask altına bulaştırılır. • Çekilme pozisyonunda 3 farklı pozisyon; 1)Öne doğru 30 derece eğilim ile alınır. Pnömojez ile uygun pozisyon. 2)Öne doğru 60 Kask altına bulaştırılır. 3)Öne doğru 90 Kask altına bulaştırılır.	Kas kullanımları nasıl başlanılır ve nasıl bir kullanım programı izlenir? 1. a) Hafif: 1. 3. 5. 7. 9. 11. 13. 15. 17. 19. 21. 23. 25. 27. 29. 31. 33. 35. 37. 39. 41. 43. 45. 47. 49. 51. 53. 55. 57. 59. 61. 63. 65. 67. 69. 71. 73. 75. 77. 79. 81. 83. 85. 87. 89. 91. 93. 95. 97. 99. 101. 103. 105. 107. 109. 111. 113. 115. 117. 119. 121. 123. 125. 127. 129. 131. 133. 135. 137. 139. 141. 143. 145. 147. 149. 151. 153. 155. 157. 159. 161. 163. 165. 167. 169. 171. 173. 175. 177. 179. 181. 183. 185. 187. 189. 191. 193. 195. 197. 199. 201. 203. 205. 207. 209. 211. 213. 215. 217. 219. 221. 223. 225. 227. 229. 231. 233. 235. 237. 239. 241. 243. 245. 247. 249. 251. 253. 255. 257. 259. 261. 263. 265. 267. 269. 271. 273. 275. 277. 279. 281. 283. 285. 287. 289. 291. 293. 295. 297. 299. 301. 303. 305. 307. 309. 311. 313. 315. 317. 319. 321. 323. 325. 327. 329. 331. 333. 335. 337. 339. 341. 343. 345. 347. 349. 351. 353. 355. 357. 359. 361. 363. 365. 367. 369. 371. 373. 375. 377. 379. 381. 383. 385. 387. 389. 391. 393. 395. 397. 399. 401. 403. 405. 407. 409. 411. 413. 415. 417. 419. 421. 423. 425. 427. 429. 431. 433. 435. 437. 439. 441. 443. 445. 447. 449. 451. 453. 455. 457. 459. 461. 463. 465. 467. 469. 471. 473. 475. 477. 479. 481. 483. 485. 487. 489. 491. 493. 495. 497. 499. 501. 503. 505. 507. 509. 511. 513. 515. 517. 519. 521. 523. 525. 527. 529. 531. 533. 535. 537. 539. 541. 543. 545. 547. 549. 551. 553. 555. 557. 559. 561. 563. 565. 567. 569. 571. 573. 575. 577. 579. 581. 583. 585. 587. 589. 591. 593. 595. 597. 599. 601. 603. 605. 607. 609. 611. 613. 615. 617. 619. 621. 623. 625. 627. 629. 631. 633. 635. 637. 639. 641. 643. 645. 647. 649. 651. 653. 655. 657. 659. 661. 663. 665. 667. 669. 671. 673. 675. 677. 679. 681. 683. 685. 687. 689. 691. 693. 695. 697. 699. 701. 703. 705. 707. 709. 711. 713. 715. 717. 719. 721. 723. 725. 727. 729. 731. 733. 735. 737. 739. 741. 743. 745. 747. 749. 751. 753. 755. 757. 759. 761. 763. 765. 767. 769. 771. 773. 775. 777. 779. 781. 783. 785. 787. 789. 791. 793. 795. 797. 799. 801. 803. 805. 807. 809. 811. 813. 815. 817. 819. 821. 823. 825. 827. 829. 831. 833. 835. 837. 839. 841. 843. 845. 847. 849. 851. 853. 855. 857. 859. 861. 863. 865. 867. 869. 871. 873. 875. 877. 879. 881. 883. 885. 887. 889. 891. 893. 895. 897. 899. 901. 903. 905. 907. 909. 911. 913. 915. 917. 919. 921. 923. 925. 927. 929. 931. 933. 935. 937. 939. 941. 943. 945. 947. 949. 951. 953. 955. 957. 959. 961. 963. 965. 967. 969. 971. 973. 975. 977. 979. 981. 983. 985. 987. 989. 991. 993. 995. 997. 999. 1001. 1003. 1005. 1007. 1009. 1011. 1013. 1015. 1017. 1019. 1021. 1023. 1025. 1027. 1029. 1031. 1033. 1035. 1037. 1039. 1041. 1043. 1045. 1047. 1049. 1051. 1053. 1055. 1057. 1059. 1061. 1063. 1065. 1067. 1069. 1071. 1073. 1075. 1077. 1079. 1081. 1083. 1085. 1087. 1089. 1091. 1093. 1095. 1097. 1099. 1101. 1103. 1105. 1107. 1109. 1111. 1113. 1115. 1117. 1119. 1121. 1123. 1125. 1127. 1129. 1131. 1133. 1135. 1137. 1139. 1141. 1143. 1145. 1147. 1149. 1151. 1153. 1155. 1157. 1159. 1161. 1163. 1165. 1167. 1169. 1171. 1173. 1175. 1177. 1179. 1181. 1183. 1185. 1187. 1189. 1191. 1193. 1195. 1197. 1199. 1201. 1203. 1205. 1207. 1209. 1211. 1213. 1215. 1217. 1219. 1221. 1223. 1225. 1227. 1229. 1231. 1233. 1235. 1237. 1239. 1241. 1243. 1245. 1247. 1249. 1251. 1253. 1255. 1257. 1259. 1261. 1263. 1265. 1267. 1269. 1271. 1273. 1275. 1277. 1279. 1281. 1283. 1285. 1287. 1289. 1291. 1293. 1295. 1297. 1299. 1301. 1303. 1305. 1307. 1309. 1311. 1313. 1315. 1317. 1319. 1321. 1323. 1325. 1327. 1329. 1331. 1333. 1335. 1337. 1339. 1341. 1343. 1345. 1347. 1349. 1351. 1353. 1355. 1357. 1359. 1361. 1363. 1365. 1367. 1369. 1371. 1373. 1375. 1377. 1379. 1381. 1383. 1385. 1387. 1389. 1391. 1393. 1395. 1397. 1399. 1401. 1403. 1405. 1407. 1409. 1411. 1413. 1415. 1417. 1419. 1421. 1423. 1425. 1427. 1429. 1431. 1433. 1435. 1437. 1439. 1441. 1443. 1445. 1447. 1449. 1451. 1453. 1455. 1457. 1459. 1461. 1463. 1465. 1467. 1469. 1471. 1473. 1475. 1477. 1479. 1481. 1483. 1485. 1487. 1489. 1491. 1493. 1495. 1497. 1499. 1501. 1503. 1505. 1507. 1509. 1511. 1513. 1515. 1517. 1519. 1521. 1523. 1525. 1527. 1529. 1531. 1533. 1535. 1537. 1539. 1541. 1543. 1545. 1547. 1549. 1551. 1553. 1555. 1557. 1559. 1561. 1563. 1565. 1567. 1569. 1571. 1573. 1575. 1577. 1579. 1581. 1583. 1585. 1587. 1589. 1591. 1593. 1595. 1597. 1599. 1601. 1603. 1605. 1607. 1609. 1611. 1613. 1615. 1617. 1619. 1621. 1623. 1625. 1627. 1629. 1631. 1633. 1635. 1637. 1639. 1641. 1643. 1645. 1647. 1649. 1651. 1653. 1655. 1657. 1659. 1661. 1663. 1665. 1667. 1669. 1671. 1673. 1675. 1677. 1679. 1681. 1683. 1685. 1687. 1689. 1691. 1693. 1695. 1697. 1699. 1701. 1703. 1705. 1707. 1709. 1711. 1713. 1715. 1717. 1719. 1721. 1723. 1725. 1727. 1729. 1731. 1733. 1735. 1737. 1739. 1741. 1743. 1745. 1747. 1749. 1751. 1753. 1755. 1757. 1759. 1761. 1763. 1765. 1767. 1769. 1771. 1773. 1775. 1777. 1779. 1781. 1783. 1785. 1787. 1789. 1791. 1793. 1795. 1797. 1799. 1801. 1803. 1805. 1807. 1809. 1811. 1813. 1815. 1817. 1819. 1821. 1823. 1825. 1827. 1829. 1831. 1833. 1835. 1837. 1839. 1841. 1843. 1845. 1847. 1849. 1851. 1853. 1855. 1857. 1859. 1861. 1863. 1865. 1867. 1869. 1871. 1873. 1875. 1877. 1879. 1881. 1883. 1885. 1887. 1889. 1891. 1893. 1895. 1897. 1899. 1901. 1903. 1905. 1907. 1909. 1911. 1913. 1915. 1917. 1919. 1921. 1923. 1925. 1927. 1929. 1931. 1933. 1935. 1937. 1939. 1941. 1943. 1945. 1947. 1949. 1951. 1953. 1955. 1957. 1959. 1961. 1963. 1965. 1967. 1969. 1971. 1973. 1975. 1977. 1979. 1981. 1983. 1985. 1987. 1989. 1991. 1993. 1995. 1997. 1999. 2001. 2003. 2005. 2007. 2009. 2011. 2013. 2015. 2017. 2019. 2021. 2023. 2025. 2027. 2029. 2031. 2033. 2035. 2037. 2039. 2041. 2043. 2045. 2047. 2049. 2051. 2053. 2055. 2057. 2059. 2061. 2063. 2065. 2067. 2069. 2071. 2073. 2075. 2077. 2079. 2081. 2083. 2085. 2087. 2089. 2091. 2093. 2095. 2097. 2099. 2101. 2103. 2105. 2107. 2109. 2111. 2113. 2115. 2117. 2119. 2121. 2123. 2125. 2127. 2129. 2131. 2133. 2135. 2137. 2139. 2141. 2143. 2145. 2147. 2149. 2151. 2153. 2155. 2157. 2159. 2161. 2163. 2165. 2167. 2169. 2171. 2173. 2175. 2177. 2179. 2181. 2183. 2185. 2187. 2189. 2191. 2193. 2195. 2197. 2199. 2201. 2203. 2205. 2207. 2209. 2211. 2213. 2215. 2217. 2219. 2221. 2223. 2225. 2227. 2229. 2231. 2233. 2235. 2237. 2239. 2241. 2243. 2245. 2247. 2249. 2251. 2253. 2255. 2257. 2259. 2261. 2263. 2265. 2267. 2269. 2271. 2273. 2275. 2277. 2279. 2281. 2283. 2285. 2287. 2289. 2291. 2293. 2295. 2297. 2299. 2301. 2303. 2305. 2307. 2309. 2311. 2313. 2315. 2317. 2319. 2321. 2323. 2325. 2327. 2329. 2331. 2333. 2335. 2337. 2339. 2341. 2343. 2345. 2347. 2349. 2351. 2353. 2355. 2357. 2359. 2361. 2363. 2365. 2367. 2369. 2371. 2373. 2375. 2377. 2379. 2381. 2383. 2385. 2387. 2389. 2391. 2393. 2395. 2397. 2399. 2401. 2403. 2405. 2407. 2409. 2411. 2413. 2415. 2417. 2419. 2421. 2423. 2425. 2427. 2429. 2431. 2433. 2435. 2437. 2439. 2441. 2443. 2445. 2447. 2449. 2451. 2453. 2455. 2457. 2459. 2461. 2463. 2465. 2467. 2469. 2471. 2473. 2475. 2477. 2479. 2481. 2483. 2485. 2487. 2489. 2491. 2493. 2495. 2497. 2499. 2501. 2503. 2505. 2507. 2509. 2511. 2513. 2515. 2517. 2519. 2521. 2523. 2525. 2527. 2529. 2531. 2533. 2535. 2537. 2539. 2541. 2543. 2545. 2547. 2549. 2551. 2553. 2555. 2557. 2559. 2561. 2563. 2565. 2567. 2569. 2571. 2573. 2575. 2577. 2579. 2581. 2583. 2585. 2587. 2589. 2591. 2593. 2595. 2597. 2599. 2601. 2603. 2605. 2607. 2609. 2611. 2613. 2615. 2617. 2619. 2621. 2623. 2625. 2627. 2629. 2631. 2633. 2635. 2637. 2639. 2641. 2643. 2645. 2647. 2649. 2651. 2653. 2655. 2657. 2659. 2661. 2663. 2665. 2667. 2669. 2671. 2673. 2675. 2677. 2679. 2681. 2683. 2685. 2687. 2689. 2691. 2693. 2695. 2697. 2699. 2701. 2703. 2705. 2707. 2709. 2711. 2713. 2715. 2717. 2719. 2721. 2723. 2725. 2727. 2729. 2731. 2733. 2735. 2737. 2739. 2741. 2743. 2745. 2747. 2749. 2751. 2753. 2755. 2757. 2759. 2761. 2763. 2765. 2767. 2769. 2771. 2773. 2775. 2777. 2779. 2781. 2783. 2785. 2787. 2789. 2791. 2793. 2795. 2797. 2799. 2801. 2803. 2805. 2807. 2809. 2811. 2813. 2815. 2817. 2819. 2821. 2823. 2825. 2827. 2829. 2831. 2833. 2835. 2837. 2839. 2841. 2843. 2845. 2847. 2849. 2851. 2853. 2855. 2857. 2859. 2861. 2863. 2865. 2867. 2869. 2871. 2873. 2875. 2877. 2879. 2881. 2883. 2885. 2887. 2889. 2891. 2893. 2895. 2897. 2899. 2901. 2903. 2905. 2907. 2909. 2911. 2913. 2915. 2917. 2919. 2921. 2923. 2925. 2927. 2929. 2931. 2933. 2935. 2937. 2939. 2941. 2943. 2945. 2947. 2949. 2951. 2953. 2955. 2957. 2959. 2961. 2963. 2965. 2967. 2969. 2971. 2973. 2975. 2977. 2979. 2981. 2983. 2985. 2987. 2989. 2991. 2993. 2995. 2997. 2999. 3001. 3003. 3005. 3007. 3009. 3011. 3013. 3015. 3017. 3019. 3021. 3023. 3025. 3027. 3029. 3031. 3033. 3035. 3037. 3039. 3041. 3043. 3045. 3047. 3049. 3051. 3053. 3055. 3057. 3059. 3061. 3063. 3065. 3067. 3069. 3071. 3073. 3075. 3077. 3079. 3081. 3083. 3085. 3087. 3089. 3091. 3093. 3095. 3097. 3099. 3101. 3103. 3105. 3107. 3109. 3111. 3113. 3115. 3117. 3119. 3121. 3123. 3125. 3127. 3129. 3131. 3133. 3135. 3137. 3139. 3141. 3143. 3145. 3147. 3149. 3151. 3153. 3155. 3157. 3159. 3161. 3163. 3165. 3167. 3169. 3171. 3173. 3175. 3177. 3179. 3181. 3183. 3185. 3187. 3189. 3191. 3193. 3195. 3197. 3199. 3201. 3203. 3205. 3207. 3209. 3211. 3213. 3215. 3217. 3219. 3221. 3223. 3225. 3227. 3229. 3231. 3233. 3235. 3237. 3239. 3241. 3243. 3245. 3247. 3249. 3251. 3253. 3255. 3257. 3259. 3261. 3263. 3265. 3267. 3269. 3271. 3273. 3275. 3277. 3279. 3281. 3283. 3285. 3287. 3289. 3291. 3293. 3295. 3297. 3299. 3301. 3303. 3305. 3307. 3309. 3311. 3313. 3315. 3317. 3319. 3321. 3323. 3325. 3327. 3329. 3331. 3333. 3335. 3337. 3339. 3341. 3343. 3345. 3347. 3349. 3351. 3353. 3355. 3357. 3359. 3361. 3363. 3365. 3367. 3369. 3371. 3373. 3375. 3377. 3379. 3381. 3383. 3385. 3387. 3389. 3391. 3393. 3395. 3397. 3399. 3401. 3403. 3405. 3407. 3409. 3411. 3413. 3415. 3417. 3419. 3421. 3423. 3425. 3427. 3429. 3431. 3433. 3435. 3437. 3439. 3441. 3443. 3445. 3447. 3449. 3451. 3453. 3455. 3457. 3459. 3461. 3463. 3465. 3467. 3469. 3471. 3473. 3475. 3477. 3479. 3481. 3483. 3485. 3487. 3489. 3491. 3493. 3495. 3497. 3499. 3501. 3503. 3505. 3507. 3509. 3511. 3513. 3515. 3517. 3519. 3521. 3523. 3525. 3527. 3529. 3531. 3533. 3535. 3537. 3539. 3541. 3543. 3545. 3547. 3549. 3551. 3553. 3555. 3557. 3559. 3561. 3563. 3565. 3567. 3569. 3571. 3573. 3575. 3577. 3579. 3581. 3583. 3585. 3587. 3589. 3591. 3593. 3595. 3597. 3599. 3601. 3603. 3605. 3607. 3609. 3611. 3613. 3615. 3617. 3619. 3621. 3623. 3625. 3627. 3629. 3631. 3633. 3635. 3637. 3639. 3641. 3643. 3645. 3647. 3649. 3651. 3653. 3655. 3657. 3659. 3661. 3663. 3665. 3667. 3669. 3671. 3673. 3675. 3677. 3679. 3681. 3683. 3685. 3687. 3689. 3691. 3693. 3695. 3697. 3699. 3701. 3703. 3705. 3707. 3709. 3711. 3713. 3715. 3717. 3719. 3721. 3723. 3725. 3727. 3729. 3731. 3733. 3735. 3737. 3739. 3741. 3743. 3745. 3747. 3749. 3751. 3753. 3755. 3757. 3759. 3761. 3763. 3765. 3767. 3769. 3771. 3773. 3775. 3777. 3779. 3781. 3783. 3785. 3787. 3789. 3791. 3793. 3795. 3797. 3799. 3801. 3803. 3805. 3807. 3809. 3811. 3813. 3815. 3817. 3819. 3821. 3823. 3825. 3827. 3829. 3831. 3833. 3835. 3837. 3839. 3841. 3843. 3845. 3847. 3849. 3851. 3853. 3855. 3857. 3859. 3861. 3863. 3865. 3867. 3869. 3871. 3873. 3875. 3877. 3879. 3881. 3883. 3885. 3887. 3889. 3891. 3893. 3895. 3897. 3899. 3901. 3903. 3905. 3907. 3909. 3911. 3913. 3915. 3917. 3919. 3921. 3923. 3925. 3927. 3929. 3931. 3933. 3935. 3937. 3939. 3941. 3943. 3945. 3947. 3949. 3951. 3953. 3955. 3957. 3959. 3961. 3963. 3965. 3967. 3969. 3971. 3973. 3975. 3977. 3979. 3981. 3983. 3985. 3987. 3989. 3991. 3993. 3995. 3997. 3999. 4001. 4003. 4005. 4007. 4009. 4011. 4013. 4015. 4017. 4019. 4021. 4023. 4025. 4027. 4029. 4031. 4033. 4035. 4037. 4039. 4041. 4043. 4045. 4047. 4049. 4051. 4053. 4055. 4057. 4059. 4061. 4063. 4065. 4067. 4069. 4071. 4073. 4075. 4077. 4079. 4
---	--

[illegible]