

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**TEK TARAFLI DUDAK DAMAK YARIKLI HASTALARDA  
FARKLI MAKSİLLER İLERLETME YÖNTEMLERİNİN  
MAKSİLLOFASİYAL BÖLGEDE YARATTIĞI STRES  
DAĞILIMININ VE OLASI HAREKET MİKTARLARININ  
GELENEKSEL YÖNTEM OLAN DİŞ DEKTEKLİ YÜZMASKESİ  
TEDAVİSİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI: SONLU ELEMANLAR  
ANALİZİ**

**Dt. Güleser AKDEMİR**

**UZMANLIK TEZİ  
Olarak hazırlanmıştır.**

**ANKARA**

**2023**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**TEK TARAFLI DUDAK DAMAK YARIKLI HASTALARDA  
FARKLI MAKSİLLER İLERLETME YÖNTEMLERİNİN  
MAKSİLLOFASİYAL BÖLGEDE YARATTIĞI STRES  
DAĞILIMININ VE OLASI HAREKET MİKTARLARININ  
GELENEKSEL YÖNTEM OLAN DİŞ DEKTEKLİ YÜZMASKESİ  
TEDAVİSİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI: SONLU ELEMANLAR  
ANALİZİ**

**Dt. Güleser AKDEMİR**

**UZMANLIK TEZİ**

**Olarak hazırlanmıştır.**

**TEZ DANIŐMANI**

**Doç. Dr. Hande GÖRÜCÜ COŞKUNER**

**ANKARA**

**2023**

## ONAY SAYFASI

## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde büyük emekleri olan ve tez çalışmamda değerli bilgileri ile yol gösteren saygıdeğer tez danışmanım Doç. Dr. Hande GÖRÜCÜ COŞKUNER'e,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgilerini her zaman çekinmeden bizimle paylaşan, değerli hocam Ortodonti Anabilim Dalı Başkanımız ve Dekanımız Prof. Dr. Tülin Taner'e,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı ve destek olan, klinik deneyimlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Müge Aksu'ya, Doç. Dr. Hakan El'e, Doç. Dr. Banu Sağlam Aydınatay'a, Dr. Öğr. Üyesi. Cenk Ahmet Akcan'a, Doç. Dr. Bengisu Akarsu Güven'e, Doç. Dr. Ezgi Atik'e ve ve Öğr. Gör. Gediz Aksöz'e,

Uzmanlık sürecim boyunca hep yanımda olan, samimiyetleri ve destekleri ile bu süreci daha keyifli hale getiren, dostlarım Hazal Karagöz, Ezgi Gizem Ulutaş, İzel Gizem Adıgüzel Aras ve Büşra Gökalp Şahin'e,

Ortodonti kliniğinde beraber çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma, yardımcı personelimize ve teknisyenlerimize,

Hayatımın her anında beni destekleyen, kendilerinden çok beni düşünen, büyüten ve yetiştiren, bugünlere gelmemi sağlayan canım annem Fatma Akdemir'e ve canım babam Şeref Akdemir'e,

Beni yeri geldiğinde güldüren yeri geldiğinde sinirlendiren ama ne olursa olsun sırtımı yaslayabileceğim biri olduğunu hissettiren sevgili kardeşim Yusuf Akdemir'e,

Bu süreçte aramızda çok uzak mesafeler olsa dahi desteklerini esirgemeyen, her daim yanımda olduklarını hissettiğim ve öz kardeşlerim diyebileceğim Melek Koçak'a ve Ebru Meryem Aydın'a,

Dünyanın en iyi ev arkadaşları Fatma Güner'e ve Sonay Yaman'a,

En içten sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**AKDEMİR, G. Tek Taraflı Dudak Damak Yarıklı Hastalarda Farklı Maksiller İlerletme Yöntemlerinin Maksillofasiyal Bölgede Yarattığı Stres Dağılımının Ve Olası Hareket Miktarlarının Geleneksel Yöntem Olan Dış Destekli Yüz Maskesi Tedavisi İle Karşılaştırılması: Sonlu Elemanlar Analizi. Hacettepe Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2023.**

Bu çalışmanın amacı, sonlu elemanlar analizini kullanarak tek taraflı dudak damak yarıklı hastalarda farklı maksiller ilerletme yöntemlerinin maksillofasiyal bölgede yarattığı stres dağılımının ve olası hareket miktarlarının değerlendirilmesi ve geleneksel yöntemle karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla sonlu elemanlar analiz yönteminden faydalanılarak tek taraflı dudak ve damak yarıklı bir model (DDY model) ile yarıklı bulunmayan bir model (kontrol modeli) oluşturulmuştur. Oluşturulan DDY ve kontrol modellerinde 3 farklı mekanik kıyaslanmıştır. İlk mekanik; konvansiyonel akrilik plak üzerinden okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi kullanımınıdır. İkinci mekanik; infrazigomatik krest bölgesine yerleştirilen mini plaklar üzerinden okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi kullanımınıdır. Üçüncü mekanik; maksilladaki infrazigomatik plaklara ek olarak mandibulaya yerleştirilen mentonplak üzerinden elastik kullanımı şeklindedir. Her bir grupta taraf başına 500 gr'lık kuvvet uygulanmıştır. Elde edilen sonlu elemanlar modellerinde Von Mises, maksimum asal ve minimum asal gerilme ile yer değiştirme değerleri değerlendirilmiştir. Her üç modelde de maksiller protraksiyon sirkummaksiller suturlarda etki oluşturabilmiştir. Bu nedenle kıyaslanan 3 mekaniğin de tek taraflı dudak damak yarıklı, maksiller retrüzyona bağlı iskeletsel Sınıf III maloklüzyonu olan bireylerin tedavisinde kullanılabileceği düşünülmüştür. Geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde dental etkiler daha fazlayken diğer modellerde iskeletsel etkiler daha fazla bulunmuştur. İnfrazigomatik plakların kullanıldığı modellerde ankraj direkt olarak iskeletsel yapıdan alındığı için maksiller dental yapılarda neredeyse hiç etki oluşmamıştır. Maksillada protraksiyon sonucu saat yönünün tersine rotasyon miktarı en fazla geleneksel akrilik plak üzerinden kullanılan yüz maskesi modelinde, en az oranda ise infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren modelde gözlenmiştir. Bunun sonucunda yüz maskesi içeren modellerde mandibulada saat yönünde rotasyon gerçekleşirken infrazigomatik ve mentonplak kullanıldığı modelde saat yönünün tersine bir rotasyon gerçekleşmiştir. Tek taraflı dudak damak yarığı olan bireylerde yarıklı olan tarafta bulunan mini plak ve mini vidaların daha fazla strese maruz kaldığı görülmüştür. Goslon skoru 4 olan tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde iskeletsel destekli yüz maskesinin hem geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesine modeline hem de saf iskeletsel destekli maksiller protraksiyon modeline göre daha fazla iskeletseletki ve yer değiştirmeye neden olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Tek Taraflı Dudak Damak Yarığı, Sonlu Elemanlar Analizi, Maksiller İlerletme, Yüz Maskesi

Bu uzmanlık tezi Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından THD-2022-20022 kodlu projesi ile desteklenmiştir.

## ABSTRACT

**AKDEMIR, G. Comparison Of The Stress Distribution And Possible Amount Of Movement Created By Different Maxillary Protraction Methods In Maxillofacial Region Of The Patients With Unilateral Cleft Lip And Palate Compared To The Traditional Method Of Tooth Supported Face Mask Treatment: A Finite Element Analysis. Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Faculty of Orthodontics, Specialty Thesis, Ankara, 2023.** The aim of this study was to evaluate the stress distribution and possible amount of movement created by different maxillary protraction methods in the maxillofacial region of the patients with unilateral cleft lip and palate using a finite element analysis and to compare them with the traditional facemask method. Materials and Method: For this reason, a study model with unilateral cleft lip and palate (CLP model) and a group without cleft (control model) were formed by using the finite element analysis method. Three different mechanics were compared in the control and CLP groups. The first mechanic was usage of a facemask with elastics placed at a 30° angle to the occlusal plane over a conventional acrylic plate. The second mechanic was usage of a face mask with elastics placed at a 30° angle to the occlusal plane over miniplates placed in the zygomatic crest region. The third mechanic was the use of elastic over the mentoplate placed on the mandible in addition to the infrazygomatic plates in the maxilla. A force of 500 g at each side was applied in each group. Von Misses, maximum principal and minimum principal stress and displacement values were evaluated with the finite element models obtained. In all three models, maxillary protraction was able to produce an effect on the circummaxillary sutures. Therefore, it was thought that all 3 compared mechanics could be used in the treatment of individuals with unilateral cleft lip and palate and skeletal Class III malocclusion due to maxillary retrusion. In the maxillary protraction model with a facemask over a conventional acrylic plate, the dental effects were found to be greater, whereas skeletal effects were found to be greater in the other models. The maximum amount of counterclockwise rotation of the maxilla as a result of protraction was observed in the face mask model using traditional acrylic plates, and the minimum amount was observed in the model using infrazygomatic plates and elastic over mentoplate. As a result, while clockwise rotation of the mandible occurred in the models with face mask, a counterclockwise rotation occurred in the model with infrazygomatic and mentoplate plates. In individuals with unilateral cleft lip and palate, it was observed that the miniplates and screws on the cleft side were exposed to more stress. In individuals with unilateral cleft lip and palate with a Goslon score of 4, it was observed that the skeletally supported facemask caused more skeletal impact and displacement than both the traditional acrylic plate-on-facemask model and the pure skeletally supported maxillary protraction model.

**Key Words:** Unilateral Cleft Lip and Palate, Finite Element Analysis, Maxillary Advancement, Facemask

This speciality thesis was supported by Hacettepe University Scientific Research Unit with THD- 2022-20022 coded project.



## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLOLAR	xvi
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	3
2.1. Dudak ve Damak Yarıklı Bireyler	3
2.1.1. Tanımı ve Embriyolojik Gelişimi	3
2.1.2. Epidemiyolojisi	4
2.1.3. Etiyolojisi	4
2.1.4. Sınıflandırılması	5
2.1.5. Tek Taraflı Dudak Damak Yarıklı Bireylerin Sefalometrik Özellikleri	7
2.1.6. Tek Taraflı Dudak Damak Yarıklı Bireylerde Klinik Bulgular ve DentalArk İlişkilerinin Değerlendirilmesi	9
2.1.7. Dudak Damak Yarıklı Hastaların Ortodontik Yönetimi	9
2.2. Sonlu Elemanlar Analizi Yöntemi	13
2.2.1. Terminoloji	13
2.2.2. Sonlu Elemanlar Analizi Yönteminin Temel Aşamaları	15
2.2.3. Sonlu Elemanlar Analizi Yönteminin Ortodonti ve Dentofasiyal Ortopedide Kullanım Alanları	17
2.2.4. Sonlu Elemanlar Analizi Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları	18
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	19
3.1. Kortikal Kemik, Trabeküler Kemik, Dişler ve Periodontal Ligamentin Modellenmesi	20

3.2. İnfrazigomatik Plak, Akrilik Plak, Yüz Maskesi, Mentonplak ve Vidaların Modellenmesi ve Çalışma Modellerinin Oluşturulması	22
3.3. Modeller	23
3.4. Matematiksel Modellerin Elde Edilmesi	25
3.5. Malzeme Tanımları	26
3.6. Yükleme Senaryoları ve Sınır Koşulları	27
3.7. Kantitatif Model Bilgileri	28
3.8. Sistemlerin Birleştirilmesi ve Komponentler Arasındaki Bağlantı Durumu	29
<b>4. BULGULAR</b>	<b>30</b>
4.1. Nazomaksiller Kompleks ve Alveolar Kemikte Meydana Gelen Değişiklikler	31
4.2. Yarık Hattı Bölgesinde Meydana Gelen Değişiklikler	44
4.3. Nazomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	44
4.4. Frontomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	49
4.5. Frontonazal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	50
4.6. Zigomatikomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	50
4.7. Zigomatikotemporal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	51
4.8. Zigomatikofrontal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	52
4.9. Pterygomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	53
4.10. Maksiller Dentisyonda Meydana Gelen Değişiklikler	53
4.11. İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak ile Mini Vidalarda Meydana Gelen Değişiklikler	56
4.12. Temporomandibular Bölgede Meydana Gelen Değişiklikler	58
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>59</b>
5.1. Çalışmanın Amacı	59
5.2. Materyal ve Metod	60
5.2.1. Kortikal Kemik, Trabeküler Kemik, Dişler ve Periodontal Ligamentin Modellenmesi	61
5.2.2. Mini Plak ve Mini Vidaların Modellenmesi	62
5.2.3. Apareylerin Modellenmesi ve Çalışma Modellerinin Oluşturulması	62

5.3. Bulgular	64
5.3.1. Nazomaksiller Kompleks ve Alveoler Kemikte Meydana Gelen Değişiklikler	64
5.3.2. Yarık Hattı Bölgesinde Meydana Gelen Değişiklikler	66
5.3.3. Nazomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	67
5.3.4. Frontomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	67
5.3.5. Frontonazal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	68
5.3.6. Zigomatikomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	68
5.3.7. Zigomatikotemporal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	69
5.3.8. Zigomatikofrontal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	69
5.3.9. Pterygomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler	70
5.3.10. Maksiller Dentisyonda Meydana Gelen Değişiklikler	70
5.3.11. İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak ile Mini Vidalarda Meydana Gelen Değişiklikler	71
5.3.12. Temporomandibular Bölgede Meydana Gelen Değişiklikler	72
<b>6. SONUÇLAR</b>	73
<b>7. KAYNAKLAR</b>	75
<b>8. EKLER</b>	
EK 1. Etik Kurul Onayı	
EK 2. Orijinallik Raporu	
EK 3. Dijital Makbuz	

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>Ark</b>	: Arkadaşları
<b>Vb.</b>	: Ve benzeri
<b>M</b>	: Metre
<b>gr.</b>	: Gram
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>(MPa)</b>	: Megapaskal
<b>.stl</b>	: Stereolitografik
<b>DDY</b>	: Dudak damak yarığı
<b>(°)</b>	: Derece

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Elemanların yapısına ait görüntü.	14
3.1. Üç boyutlu modellerin ANSYS Spaceclaim yazılımına aktarımı.	19
3.2. Trabeküler kemik elde edilmesi.	20
3.3. Periodontal ligamentin modellenmesi.	21
3.4. Suturların modellenmesi.	21
3.5. a. akrilik plak, b. yüz maskesi, c. mentonplak, d. infrazigomatik plak ve e. paslanmaz çelik tel bağlantıları.	22
3.6. a. geleneksel akrilik plak üzerine okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (DDY modeli); b. geleneksel akrilik plak üzerine okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (kontrol modeli).	23
3.7. a. infrazigomatik krest bölgesine yerleştirilen mini plaklar üzerine okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (DDY modeli); b. infrazigomatik krest bölgesine yerleştirilen mini plaklar üzerine okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (kontrol modeli).	24
3.8. a. maksilladaki infrazigomatik plaklara ek olarak mandibulaya yerleştirilen mentonplak üzerinden elastik kullanımı (DDY modeli); b. maksilladaki infrazigomatik plaklara ek olarak mandibulaya yerleştirilen mentonplak üzerinden elastik kullanımı (kontrol modeli).	25
3.9. ANSYS Workbench yazılımında hazırlanan matematiksel modellerin LS- DYNA çözücüsüne aktarılması.	26
3.10. Kuvvetin uygulanma yönünün simülasyonu.	27
3.11. Modeller foramen magnum bölgesindeki düğüm noktalarından sabitlenmiştir.	28
4.1. Bu çalışmada incelenen suturlar ve bölgeler.	31
4.2. DDY modeli için a. Akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. İnfrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplaklar üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler.	32
4.3. DDY modeli için a. Akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. İnfrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplaklar üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait okluzal görüntüler.	32

- 4.4. DDY modeli için a. Akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler. 34
- 4.5. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal gerilme değerlerineait okluzal görüntüler. 34
- 4.6. Kontrol modeli için a. Akril plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerineait frontal görüntüler. 36
- 4.7. Kontrol modeli için a. Akril plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asalgerilme değerlerine ait frontal görüntüler. 36
- 4.8. DDYmodeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (X Ekseninde). 37
- 4.9. DDY modelinde a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Y Ekseninde) . 39
- 4.10. DDY modelinde a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Z Ekseninde). 41
- 4.11. DDY modelinde a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait sağ lateral görüntüler (Y Ekseninde). 43
- 4.12. a. DDY modeli ve b. kontrol modelinde infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon uygulananmodelin yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntü (Z Ekseninde). 44

- 4.13. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler. 45
- 4.14. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal değerlerine ait frontal görüntüler. 46
- 4.15. Kontrol modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asaldeğerlerine ait frontal görüntüler. 46
- 4.16. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal değerlerine ait frontal görüntüler. 47
- 4.17. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Y eksen). 47
- 4.18. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Z Eksen). 48
- 4.19. Kontrol modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirmedeğerlerine ait frontal görüntüler (Y Eksen). 48
- 4.20. Kontrol modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirmedeğerlerine ait frontal görüntüler (Z Eksen) 49
- 4.21. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerineait sağ profil görüntüler. 51

- 4.22. DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait sağ profil görüntüleri. 52
- 4.23. DDY modeli için a. maksimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü b. minimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü 54
- 4.24. Kontrol modeli için a. maksimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü b. minimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü 54
- 4.25. DDY ve kontrol modellerinde X, Y ve Z eksenlerindeki yer değiştirme değerlerine ait görüntüleri 55
- 4.26. DDY modelinde infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde kullanılan infrazigomatik plakların Von Misses gerilme görüntüsü. 56
- 4.27. DDY modelinde infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde kullanılan mini vidaların Von Misses gerilme görüntüsü. 57
- 4.28. DDY modelinde infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımıyla maksiller protraksiyon modelinde kullanılan mentonplakların Von Misses gerilme görüntüsü 57
- 4.29. DDY modelinde infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımıyla maksiller protraksiyon modelinde kullanılan mini vidaların Von Misses gerilme görüntüsü 58



**TABLolar**

<b>Tablo</b>		<b>Sayfa</b>
<b>3.1.</b>	Analizi yapılan modelin malzeme özellikleri.	26
<b>3.2.</b>	Çalışmada kullanılan farklı modeller için eleman ve düğüm sayıları.	28
<b>4.1.</b>	Maksimum asal gerilme değerleri (MPa)	33
<b>4.2.</b>	Minimum asal gerilme değerleri (MPa).	35
<b>4.3.</b>	Yer değiştirme değerleri (mm) (X eksen).	38
<b>4.4.</b>	Yer değiştirme değerleri (mm) (Y eksen).	40
<b>4.5.</b>	Yer değiştirme değerleri (mm) (Z eksen)	42

## 1. GİRİŞ

Tam dudak damak yarığı olan bireylerde, maksiller büyüme genellikle dudak ve damak onarımından kaynaklanan kısıtlayıcı kuvvetler nedeniyle tehlikeye girer [1]. Bunun sonucunda dudak damak yarıklı bireyler sıklıkla ön çapraz kapanışla ilişkili Sınıf III iskelet paterni gösterir.

Yıllar boyunca, tam dudak damak yarığı olan bireylerde hafif maksiller yetersizliğin en yaygın tedavisi, maksiller protraksiyon için yüz maskesi kullanımınıdır [2]. Orta düzeyde veya şiddetli maksiller yetersizliklerin tedavi protokolü ise büyüme periyodunun sonunda ortognatik cerrahi ile maksiller ilerletmedir [3]. Bu protokolün dezavantajı, genellikle yüz dismorfolojisi sergileyen tek taraflı dudak ve damak yarıklı hastaların, çocukluk ve ergenlik dönemini tedavi olamadan geçirmesidir [4]. Yüz maskesi tedavisi, tek taraflı dudak ve damak yarıklı bireylerde maksiller yetersizliğin şiddetine göre sınırlı ortopedik etkiler sağlar [5, 6]. Bunun yanı sıra maksiller dental arkta molar mezializasyonu ve maksiller kesici diş proklinasyonu gibi yan etkilere de neden olabilir [7].

Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, yüz maskesi tedavisi ile iskelet ankraj amaçlı modifiye cerrahi mini plakların kullanımının ortopedik etkileri en üst düzeye çıkardığını bildirmiştir [8-10]. Daha yakın zamanlarda, De Clerk ve arkadaşları [11] ve Nguyen ve arkadaşları [12] tarafından hem maksillaya hem de mandibulaya modifiye cerrahi mini plakların yerleştirilmesini ve bu plaklar üzerinden sınıf III intermaksiller elastiklerin kullanımını içeren kemik destekli maksiller protraksiyon (BAMP - *Bone Anchored Maxillary Protraction*) protokolü tanımlanmıştır. Bu protokolda mini plaklar üzerinden intermaksiller elastiklerle uygulanan saf kemik destekli ortopedik kuvvetler ile maksiller retrüzyonu olan hastalarda orta yüz büyümesini arttırmakla birlikte geleneksel akrilik plak üzerinden uygulanan yüz maskesi yönteminden farklı olarak mandibulada saat yönünde rotasyon yaparak bireylerin alt yüz bölgesinde istenmeyen vertikal büyümeleri de önleyebileceği savunulmuştur.

Goslon ölçeği skalasında 4 olan dudak damak yarıklı vakalar, iskeletsel bozukluğundüzeltilmesi için ortopedik olarak tedavi edilebilecek sınırdadır; fakat yüz büyümesi uygun değilse veya erken dönem tedavisi başarılı bir şekilde gerçekleştirilemezse erişkin dönemde ortognatik cerrahi tedavi gerekebilmektedir.

Literatürde Goslon skoru 4 olan tek taraflı dudak ve damak yarıklı bireylerde geleneksel ve iskeletsel yöntemlerinin ortognatik tedavi ihtiyacını azaltmada ne kadar etkili olduklarıyla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, sonlu elemanlar analizini kullanarak tek taraflı dudak damak yarıklı hastalarda farklı maksiller ilerletme yöntemlerinin maksillofasiyal bölgede yarattığı stres dağılımının ve olası hareket miktarlarının değerlendirilmesi ve geleneksel yöntemle karşılaştırılmasıdır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Dudak ve Damak Yarıklı Bireyler

#### 2.1.1. Tanımı ve Embriyolojik Gelişimi

Dudak damak yarıkları baş ve boyun bölgesinde en sık görülen malformasyonlar arasında bulunan, otozomal dominant geçişli, kemikleri ve dişleri etkileyen, konjenital bir anomalidir. Farklı biçimlerde ve şiddetlerde deformiteler gösterebilir. Konuşma, işitme, burun fonksiyonu, görünüm, yaşam kalitesi, psikososyal sorunlar gibi sorunlara neden olabilir ve ayrıca mortalitede artışa neden olabilir [13]. Dudak damak yarıklı bireylerin doğumdan itibaren takip ve tedavisi multidisipliner bir ekip tarafından yapılır. Bu ekipte plastik cerrah, ortodontist ve konuşma terapisti temel olmak üzere genetik uzmanı, yeni doğan uzmanı, pediatri, kulak burun boğaz uzmanı, psikiyatrist, anestezi uzmanı ve diş hekimi gibi çeşitli branşlardan kişiler yer alır. Dudak damak yarığı tedavisi; kapsamlı ve takım çalışması gerektiren uzun ve zorlu bir süreçtir. Bu interdisipliner yaklaşım içerisinde ortodontik tedavinin önemli bir yeri bulunmaktadır [14-17].

Yüzün gelişimindeki en önemli adımlar hamileliğin 5. ve 10. haftaları arasında gerçekleşir. 8. haftanın sonunda yüz oluşur ve 11. haftaya kadar damak kapanır. Yüzü oluşturan hücreler nöral krestten gelir ve gelişen baş ve boyuna göç ederek nöral, iskelet ve bağ dokularını oluşturur. Yüz, ilkel ağız-burun boşluğunu çevreleyen beş çıkıntının birleşmesiyle oluşur: frontonazal çıkıntı, mandibuler ve maksiller çıkıntılar. 5. haftanın başında frontonazal çıkıntı, nazal plakodların oluşumuyla alt kısımlarını lateral ve mediyal nazal çıkıntılara ayırır. Mediyal nazal çıkıntılar kaynaşır ve nazal septumun ön kısmı olan burnun kolumellasını oluşturur. 6. haftanın sonunda maksiller çıkıntılar orta hatta birbirleriyle ve frontonazal çıkıntılarla kaynaşarak dental ark ve üst dudacı oluşturur. Beş haftalık gebelikte bunlar arasındaki füzyonun başarısız olması yarık dudak ile sonuçlanır. Mandibular çıkıntılar (ilk brankial ark) ise mandibula ve alt dudaca dönüşür [18, 19].

Damak gelişimi iki aşamaya ayrılabilir: birincisi, damağın ön kısmının (premaksilla/birincil damak) frontonazal çıkıntılar ve maksiller çıkıntılarının ön kısımları tarafından oluşturulmasıdır. İkincisi, maksiller çıkıntılardan gelen damak raflarının orta hatta birleşerek premaksillanın arkasındaki damak bölgesini (ikincil

damak) oluşturmasıdır. Böylece 10. haftanın sonunda burun ve ağız boşlukları birbirinden ayrılır. Bu süreçte füzyona müdahale eden herhangi bir durum damak bölgesinde yarığaneden olabilir [18, 20].

### 2.1.2. Epidemiyolojisi

Dudak damak yarığı en sık görülen doğumsal malformasyonlar arasındadır. Dudak damak yarığı insidansının 1000 canlı doğumda 1–2,21 vaka arasında olduğu tahmin edilmektedir. lkeler, ırklar ve etnik gruplar arasında insidansta farklılıklar vardır [21,22].

Dudak damak yarığı insidansı; cinsiyete, etnik kökene ve sosyoekonomik duruma göre farklılık gösterir ve Moğollarda en yüksek, Kafkasyalılarda orta ve Afrika kökenli siyahilerde en düşük oranda grlmektedir. Dudak ve/veya damak yarıklarının insidansı 1000 doğumda; Asyalılarda 0,79-3,74, beyaz ırkta 0,91-2,69 ve siyah ırkta 0,18-1,67 aralığında değişmektedir.

Türkiye genelinde dudak damak yarığı insidansı ortalama 1000 doğumda 0,95 bulunmuşken, izole damak yarığı ise 1000 doğumda 0,77 olarak bulunmuştur [23]. Dudak damak yarığı ile izole damak yarığı arasında kabul edilen epidemiyolojik farklılıklar arasında, artık kabul gören erkeklerin dudak ve damak yarığı eğilimi ve kadınların izole damak yarığı eğilimi vardır. Cinsiyet oranı yarığın ciddiyetine, ek malformasyonların varlığına, bir ailedeki etkilenen kardeş sayısına, etnik kökene ve muhtemelen baba yaşına göre değişir. Beyaz popülasyonlarda dudak damak yarığı için kadın erkek oranı yaklaşık 2:1'dir. Sol taraftaki yarıklar, sağ tarafa göre daha yaygındır ve tek taraflı olguların çift taraflılara göre daha çok görüldüğü rapor edilmiştir [21, 24,25].

### 2.1.3. Etiyolojisi

Orofasiyal yarıklar dudak ve/veya damak yarıklarında yaklaşık %30 ve sadece damak yarıklarında yaklaşık %50 oranında diğer anomalilerle ilişkilidir [26]. Orofasiyal yarıklarla ilişkili 400'den fazla sendrom vardır. Sendromik yarıklar, kromozomal anormaliler, tek gen bozuklukları, teratojenik sendromlar veya nedeni bilinmeyen sendromik yarıklardan kaynaklanabilir. Dudak damak yarığı ile ilişkili bazı sendrom örnekleri şunlardır: Van der Woude Sendromu, Ektodermal Displazi

Sendromu, X Bağlantılı Yarık Damak ve Ankiloglossia, Goldenhar sendromu, Treacher Collins sendromu, Aperts sendromu, Stickler sendromu ve Velo-kardiyo-fasiyal sendromu [19,23, 27-29].

Dudak damak yarıklı vakalarının çoğu sendromik değildir ve multifaktöriyel etiyojolojiye sahiptir. Çevresel faktörler incelenmiş ve dudak damak yarığı gelişimi üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Molina-Solana [30] ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmaya göre dudak damak yarığı gelişiminde rol oynayan çevresel faktörlerden bazıları tütün, alkol, folik asit alımı, obezite, stresli olaylar, düşük kan çinko seviyeleri ve hamilelik sırasında ateş olarak sıralanmaktadır.

#### 2.1.4. Sınıflandırılması

Dudak damak yarıkları lokalizasyona ve yaygınlığa göre sınıflandırılır. Yarıklar kısmi veya tam, tek taraflı, çift taraflı veya orta hatta olabilir. Fogh-Anderson'a [31] göre üç yarık tipi vardır: (1) Yarık dudak, ayrıca yarık dudak ve insiziv foramene kadar olan yarık alveoller, (2) yarık dudak ve damak ve (3) insiziv foramenden daha geriye uzananyarıkları içeren yarık damak. Dudak yarığı ve dudak damak yarığı etiyojilerinin damak yarığı etiyojilerinden farklı olduğunu göstermiştir [31].

Yaygın olarak kullanılan bir diğer sınıflandırma, Kernahan ve Stark [32] tarafından önerilmiştir. Buna göre insiziv foramenin önündeki yarıklar primer damak yarıkları ve insiziv foramenin arkasındaki yarıklar sekonder damak yarıkları olarak sınıflandırılmaktadır. 1971 yılında Kernahan [33] “Bölmeli Y” sınıflandırma için sembolik bir yöntem önermiştir. Bu yöntemle göre Kernahan primer ve sekonder damağı insiziv foramene göre ikiye ayırmıştır. Bu sınıflandırma daha sonra bazı otörler tarafından [Smith ve diğerleri, [34]; Khan ve diğerleri, [35]] modifiye edilmiştir.

Tessier [36] ise daha nadir görülen kraniyofasiyal ve laterofasiyal yarıkları da içeren bir sınıflandırma yapmıştır.

Diş ark ilişkilerini değerlendirmek için de güvenilir bir yöntem kullanmak çok önemlidir. Ark ilişkilerinin ve diş düzensizliklerinin skorlanmasına yönelik geleneksel yöntemler, rutin malokluzyonlarda bile birtakım eksikliklere sahiptir ve dudak damak yarığı olan bireylerde değerlendirme için yeterli görülmemektedir. Bu

amaç için özel olarak çeşitli sınıflandırmalar tasarlanmıştır. Pruzansky ve Aduss [37] ve Matthews ve arkadaşları [38] esasen çapraz kapanış varlığına ve derecesine dayanan yöntemler önermişlerdir, ancak bu yöntemlerde açık kapanış gibi klinik açıdan önemli bir dizi değişken hesaba katılmamıştır. Buna ek olarak, güvenilirlik genellikle düşüktür.

Huddart ve Bodenham [39], her bir üst dişe alt ark ile oklüzyonuna göre bir puan tahsis edilen bir sistem tanımlamıştır. Bu, önceki yöntemlere göre bir avantajdır; ancak bu tür skorlama sistemlerinde, genel skorun maloklüzyonun ciddiyetini tam olarak temsil etmemesi mümkündür. Mars ve arkadaşları [40] tek taraflı dudak damak yarığı olan hastalarda tedavi sonuçlarını puanlamak için GOSLON (Great Ormond Street, London and Oslo) kıstası adı verilen basit bir yöntem yayınlamıştır. Olası tedavi sonuçları modeller üzerinde görüntülenir ve deneyimli değerlendiriciler tarafından puanlanır.

Hastalar aşağıdaki beş gruptan birine sınıflandırılır:

Grup 1: Pozitif overjet ve overbite'la beraber tedavi için en uygun iskeletsel ve dişsel ilişkiye sahip gruptur. Basit bir tedavi gerektirir veya gerektirmez. Opere edilen hastalarda bu kategorizasyon çok nadir görülmektedir.

Grup 2: Basit ortodontik tedaviyle düzeltilebilecek, uygun iskeletsel ve dişsel ilişkiyesahip gruptur.

Grup 3: Sınıf III maloklüzyonun veya diğer ark bozukluklarının düzeltimi için kompleks bir tedavi gerektiren anterior dişlerde başbaşa kapanışı bulunan hastaları içerir. Tedavi sonuçları olumludur.

Grup 4: Olumsuz yüz büyüme gelişimine rağmen ortodontik tedavi limitlerinde tedavi edilebilecek, bazen de ortognatik cerrahiye ihtiyaç duyulabilecek hastaları içerir.

Grup 5: Tedavi için mutlaka ortognatik cerrahi ihtiyacı duyulan ileri derecede Sınıf III hastaları içermektedir.

Çift taraflı dudak damak yarıklı hastalar ise, dudak damak yarıklı bireyler içinde daha düşük prevalansa sahip olduklarından oklüzal ilişkilerini değerlendiren metotlar daha azdır [41]. 2011 yılında Ozawa ve arkadaşları [42], GOSLON Yardstick skorlamasını çift taraflı dudak damak yarıklı bireylere göre modifiye

ederek Bauru BCLP Yardstick indeksini geliştirmişlerdir. Bireylerin okluzal ilişkilerini 1'den 5'e skorlamışlardır.

Değerlendirilen döneme göre süt dişlenme dönemi (6 yaş), karışık dişlenme dönemi (9yaş) ve daimi dişlenme dönemi (12 yaş) olmak üzere skorlamanın 3 farklı versiyonunubelirlemişlerdir.

### **2.1.5. Tek Taraflı Dudak Damak Yarıklı Bireylerin Sefalometrik Özellikleri**

Tek taraflı dudak damak yarığı olan hastalarda anormal anatomi nedeniyle maksiller yapı bozulmaları ile karşılaşılmakta, yarık bölgesinde azalan radyopasite nedeniyle sefalometrik radyografide belirli anatomik noktaların tespitinde zorluklar yaşanırken verilerin güvenilirliği de azalmaktadır [43].

#### **Ön Kafa Kaidesi Uzunluğu**

Ön kafa kaidesi uzunluğunun normal değerlerinin dışına çıkması durumunda SNA ve SNB açıları da dahil birçok sefalometrik ölçüm değerleri etkilenmektedir. Literatürde, tek taraflı dudak damak yarığı olan bireylerin ön kafa kaidesi uzunlukları konusunda fikir ayrılığı vardır. Normal değerlerde olduğunu [25], azaldığını [44] ve arttığını [45-47] gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Anormal kafa tabanı morfolojisi ile damak yarığı arasındaki ilişki hem anatomik hem de fonksiyonel olarak açıklanabilir.

Anatomik olarak, kafa tabanı, nörokranium ve yüz iskeleti arasında bir sınır yapısı olarak düşünülebilir. Bu nedenle, kafa tabanının gelişimi ve büyümesi, hem nörokranial hem de yüz iskelet gelişimi ile etkileşime girebilir [48]. Fonksiyonel olarak, solunum yolunun küçülmesinin neden olduğu uzamış baş duruşu (postürü) gibi faktörler, izole damak yarığı olan kişilerde kraniyal tabanın doğum sonrası büyüme modelini de etkileyebilir [49].

#### **Maksillanın Konumu**

Maksillanın gelişimi; tek taraflı dudak damak yarığının şiddeti, bireysel gelişimsel farklılıklar, genetik faktörler ve skar oluşumu gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir [50, 51]. Dudak ve/veya damak yarığı olan kişilerde nazomaksiller



kompleksin yetersiz büyümesi sonucu özellikle maksillada; sagittal, vertikal ve transversal olmak üzere üç düzlemde gelişim geriliği görüldüğü belirtilmiştir. Hayvan çalışmalarında gösterildiği gibi, maksiller dental arkın gelişimi nazomaksiller kompleksin gelişimi ile benzerdir [52].

Maksiller taban uzunluğundaki azalma ve pozisyonadaki posterior kayma, anteriorda dudak, dil ve yanak kaslarının oluşturduğu perioral fonksiyonel matriksin değişmesine ve cerrahi sonrası sert ve yumuşak damağın fibrozisinin yarattığı çekme etkisine bağlı olabilir [45, 53].

### **Mandibulanın Konumu**

Bebeklik döneminde cerrahi müdahale yapılmamış tek taraflı dudak damak yarığına sahip bireylerde SNB açısı normal bireylere kıyasla değişmemiş ya da azalmışken, cerrahi müdahale yapılmış bireylerde istatistiksel olarak anlamlı olan veya olmayan azalmalar görülebilmektedir. Bu durum maksiller anterior dişlerin dikleşmesine ve dairesel bir kas grubu olan orbicularis orisin skarlaşmasına bağlı olarak mandibula üzerinde baskılayıcı etkisine bağlanmaktadır [47, 53, 54].

### **Yüzün Büyüme Yönü**

Filho ve arkadaşları [55] dudak ve damak yarıklı hastaların büyüme yönü çeşitliliğinin yarık deformitesi olmayanlarla benzer olduğunu ve genel popülasyonu yansıttığını göstermişlerdir.

### **Kesici Diş Eğimleri**

Bebeklik döneminde opere edilmiş tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerin maksiller ve mandibuler kesici dişlerinde dikleşme meydana gelmektedir [56, 57]. Üst kesici dişlerdeki dikleşme palatal skar dokusuna, alt kesici dişlerdeki dikleşme ise alt dudağın konumuna, bazı hastalarda ise dik mandibuler düzlem etkisine bağlanmaktadır [58].

Ayrıca üst keserlerle teması olmayan alt keserlerde supraerüpsiyon gösterilmiştir [57].

### **2.1.6. Tek Taraflı Dudak Damak Yarıklı Bireylerde Klinik Bulgular ve Dental Ark İlişkilerinin Değerlendirilmesi**

Dudak damak yarıklı bireylerde maksillada ve nasomaksiller bölgedeki gelişimsel problemlere bağlı olarak dış bükey yüz profili ve orta yüz yetersizliği, yüzde asimetri ile birlikte açık kapanış, posterior bölgede çapraz kapanış görülmektedir [59]. Özellikle tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde küçük segmentin kollapsı ve buna bağlı olarak posterior çapraz kapanış sıklıkla izlenmektedir [59-62]. Dudak damak yarıklı bireylerde en yaygın görülen dental anomaliler arasında; diş eksiklikleri, mikrodonti, kron ve kök malformasyonları, süpernümerer dişler bulunmaktadır. Diş rotasyonları ve diş retansiyonu gibi erüptif problemler de sık görülür. Literatürde en sık bahsedilen dental anomali ise yarık hattında bulunan lateralkesici dişin konjenital eksikliğidir [63, 64].

Tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde, dudak operasyonundan sonra oluşan skar dokusuna bağlı olarak dudak basıncından dolayı santral kesici dişlerde palatine doğru bir eğilme gözlemlenebilmektedir. Bu eğilmeye maksillanın sagittal yöndeki gelişim yetersizliği de eklenince ön dişlerde çapraz kapanış gelişme olasılığı artmaktadır [65].

### **2.1.7. Dudak Damak Yarıklı Hastaların Ortodontik Yönetimi**

Dudak ve damak yarıklı bireylerin fiziksel rehabilitasyonları uzun yıllardır multidisipliner bir görev olarak kabul edilmektedir. Toplam tedavi süreci hatırı sayılırbüyükölçüde ve hem hasta hem de ailesi için ağır bir yük oluşturabilir. Tüm tedavi sürecinde ortodontik tedavinin payı çok büyüktür [66].

#### **Doğum Öncesi/Sonrası Aşama**

Doğum öncesi dönemde dudak ve/veya damak yarığı teşhis edildiği takdirde bebeğin doğumundan önce ortodontist süreçle ilgili aileyi bilgilendirmeye birlikte devreye girer. Beklenmedik gelişme ebeveynler için önemli bir psikolojik darbedir ve genellikle danışmanlık gereklidir. Yenidoğan döneminde ortodontist yer değiştirmiş yarık segmentleri dudak onarımı öncesi hizalamak amacıyla cerrahi öncesi ortopedik tedavi uygular [67]. Cerrahi öncesi ortopedik tedavi 1950'den beri kullanılmaktadır.

Daha önceki teknikler, yapışkan bant bağlama kullanılarak premaksilla'nın elastik retraksiyonuna odaklanmıştır. 1950 yılında McNeil, alveoler segmentleri istenen pozisyona aktif olarak yaklaştırmak için bir dizi plak kullanımını tanıtmış ve bu teknik Burston tarafından geliştirilerek popüler hale getirilmiştir [68]. Cerrahi öncesi nazoalveoler şekillendirmenin faydaları tartışılmaktadır; ancak Scott'ın kıkırdak teorisine [69] göre normal büyüme için normal işleyen bir ortam yaratmak; daha iyi besleme sağlar, segmentlerin gerginlik olmadan büyümesini sağlar, dili damak raflarından uzakta konumlandırır, dudak ve burun onarımının baskı olmadan iyileşmesini sağlar, daha iyi konuşmayı kolaylaştırır, boğulma olasılığını azaltır ve ebeveynler için psikolojik fayda sağlar. Nazoalveoler şekillendirme ile ilgili bildirilen dezavantajlar/komplikasyonlar ise şunlardır: Büyümeye müdahale edilmiş olması, ameliyatın ertelenmesi, enfeksiyon riski, hava yolunun tıkanması veya plağın altında ülserasyon/kandida enfeksiyonu riski ve banttan kaynaklanan cilt yaralarının gelişmesi olasılığı. Plaklarla cerrahi öncesi nazoalveolar şekillendirme tekniğinin yarık genişliğini azaltmada ve burun şeklini ve simetrisini iyileştirmede etkili olduğunu gösteren bazı çalışmalar bulunmasına rağmen sınırlı uzun vadeli sonuçları tartışmalıdır [69].

### **Erken Karma Dentisyon**

Tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde kesici dişler sürmeye başladığında anterior bölgede çapraz kapanış görülme sıklığı yüksektir. Eğer bu durum mandibulanın yer değiştirmesi, diş aşınması / karşıt dentisyonda fremitus ile ilişkiliyse, ortodontist üst kesici dişleri prokline etmek ve anterior çapraz kapanıştan kurtarmak için basit bir üsthareketli aparey uygulayabilir. Alternatif olarak, bölgesel bir sabit aparey de kullanılabilir. Yarık bölgesine yakın konumlanmış kesici dişlerin ortodontik tedavi sırasında alveoler kemiğin dışına taşınmamasına dikkat edilmelidir; çünkü yarık tarafında bu dişleri kaplayan kemik tipik olarak çok incedir.

Erken karma dentisyon döneminde tek diş çapraz kapanışı mandibuler kayma ile ilgili değilse, bu erken aşamada herhangi bir palatal ekspansiyon yapılmaması tavsiye edilir. Bunun nedeni ekspansiyon tedavisinin önceden var olan bir oro-nazal fistülü genişletme riski, palatal skar nedeniyle yüksek relaps olasılığı ve uzun dönem retansiyon gerekliliğidir [67].

Dudak damak yarıklı bireylerde mandibuler büyüme genellikle etkilenmez ve normal şekilde devam eder; ancak maksiller büyüme yarık olmayan bireylere kıyasla genellikle öne ve aşağı yönde kısıtlanır. Geçirilmiş damak operasyonundan kaynaklanan skar dokusunun maksilla büyümesini bozduğu ve kısa/hipoplastik maksillaya ve Sınıf III maloklüzyona yol açtığı düşünülmektedir [70].

7-9 yaşlarındaki erken karma dişlenme döneminde ortopedik düzeltim olarak yüz maskesi tedavisi düşünülebilir. Dudak damak yarıklı bir hastada kısa maksillanın ortopedik olarak düzeltilmesi, günde 10-12 saat boyunca her bir taraf için 300-500 gram aralığında kuvvetlerle protraksiyon yüz maskesinin kullanımını içerir.

### **Geç Karma Dentisyon**

Bu aşamada hasta otojen alveolar kemik greftine ihtiyaç duyabilir. Bu kemik greftinin avantajları şunlardır:

1. Sürmemiş dişler ve yarığa komşu dişler için periodontal desteklerini artıracak ekkemik desteği sağlanır.
2. Oronazal fistüllerin kapatılmasına yardımcıdır.
3. Yarık taraftaki alar tabanın desteklenmesi ve yükseltilmesi, burun ve dudaksimetrisinin sağlanmasına yardımcı olur.
4. Sürekli bir ark formu ve alveolar sırtın oluşturulması, ortodontistin dişleri kütleli olarak hareket ettirmesine ve yarık taraftaki kökleri dikleştirilmesine olanak tanır. Ayrıca, dişler eksik olduğunda protez uzmanı ve cerrahın daha estetik ve hijyenik bir restorasyon planlayabilmesine olanak tanır.
5. Çift taraflı dudak damak yarığı olan bireylerde premaksilla stabilizasyonu ve/veya yeniden konumlandırılmasına yardımcıdır.

İkincil alveolar kemik greftinin zamanlaması kronolojik yaştan ziyade büyük ölçüde diş gelişimine bağlıdır. En uygun zaman genellikle üst daimi kanin dişin sürmesinden önce, kökün yaklaşık üçte ikisi olduğundadır. Bu genellikle 9 ila 10 yaş arasında gerçekleşir [71].

Çoğu dudak damak yarığı hastası dar ve V-şekilli üst ark formu ile başvuracaktır. Bu nedenle alveolar kemik grefti yerleştirilmeden önce üst ark formunu oluşturan segmentlerin ortodontist tarafından maksimum kemik greftine

izin verecek şekilde genişletilmesi gerekebilir [71]. İkincil alveolar kemik grefti öncesinde maksiller ekspansiyon için evrensel bir protokol yoktur ve genişleme sağlamak için aşağıdakileriiçeren bir dizi yöntem kullanılabilir:

1. Hareketli apareyler- bunlar bir ön çapraz kapanışı düzeltmek ve aynı zamanda bir arka çapraz kapanışı arkı genişleterek düzeltmek için kullanılabilir, ancak çıkarılabilir apareyler mevcut konuşma sorunlarını artırabileceğinden yarı hastaları için daha az popülerdir;
2. Hızlı maksiller ekspansiyon apareyleri- gerekli olan genişletme türüne ve miktarına bağlı olarak bir dizi tasarım kullanılabilir. Hyrax apareyi paralel genişleme gerektiğinde kullanışlıdır. Anteriorda daha büyük genişleme gerektiğinde fan-type ekspansiyon vidaları kullanılabilir;
3. Sabit bir quad helix / tri helix aparatı- bu apareyler kontrollü kuvvet uygulanmasını sağlar ve dentisyonda ekspansiyon yapar.

Geç karma dentisyon döneminde sagittal yöndeki yetersizliklerin tedavisi için iseaşağıdaki yöntemler kullanılabilir:

1. Ortopedik yüz maskesi;
2. Hızlı maksiller genişletme ile birlikte yüz maskesi uygulanması;
3. İskeletsel ankraj uygulaması ile birlikte yüz maskesi uygulanması;4- Alt-RAMEC protokolü ile birlikte yüz maskesi uygulanması;
4. Tamamen iskeletsel ankrajlı maksiller protraksiyon [72].

### **Daimi Dentisyon**

Bu aşamada ortodontik tedavi şu amaçlarla yapılabilir:

1. Çapraşıklığı çözmek;
2. Alveolar kemik grefti sonrası sürmeyi başaramayan gömülü kalmış kanin dişinincerrahi olarak üzerinin açılması ve ataşman yapıştırılarak sürmesini kolaylaştırmak;
3. Dişleri hizalamak;
4. Dental orta hatların düzeltilmesi;
5. Boşluk kapatmak ve;
6. Gelişmekte olan bir iskelet Sınıf III ilişkisini düzeltme girişimi.

Hafif iskeletsel uyumsuzlukları olan, yüz estetiği konusunda minimal kaygıları bulunan ve ailesinde mandibuler prognati öyküsü olmayan hastaların ortodontik olarak tedavisi yapılabilir. Ancak, mandibula büyümeye devam ederse ortodontik tedavinin tehlikeye girebileceği konusunda hastalar uyarılmalıdır. Çoğu hasta, maksiller retrognati nedeniyle orta ila önemli derecede Sınıf III iskeletsel bozukluk ile başvuracaktır; ancak ortognatik cerrahi ihtiyacı, fonksiyon ve estetiğin yanı sıra hastanın isteklerine ve endişelerine bağlı olmalıdır. Ortognatik cerrahi ihtiyacı olan hastaların tedavisi, bir ağız, diş ve çene cerrahı veya plastik rekonstrüktif cerrah ile birlikte dikkatlice planlanmalıdır. Zamanlama çok önemlidir. Tedavi planının bir parçası olarak implant, kron veya köprü ihtiyacını incelemek için bir restoratif diş tedavisi uzmanı da planlamaya dahil olabilir.

## **2.2. Sonlu Elemanlar Analizi Yöntemi**

Sonlu elemanlar analizi, biyolojik araştırmalarda biyomekanik analizler için önemli bir araştırma aracıdır. Ayrıca karmaşık yapıları modellemek ve mekanik özelliklerini analiz etmek için nihai bir yöntemdir. Günümüzde sonlu elemanlar analizi biyomekanik ve mekanik kuvvetlerin biyolojik sistemler üzerindeki etkisini incelemek için girişimel olmayan ve mükemmel bir araç olarak yaygın bir şekilde kabul görmüştür. Üst üste binen yapıların görselleştirilmesini ve anatomik kraniyofasiyal yapıların özelliklerinin belirlenmesini sağlar [73].

### **2.2.1. Terminoloji**

Sonlu elemanlar analizi verilerinin daha iyi okunabilmesi ve uygun çıkarımların yapılabilmesi amacıyla bazı tanımlamaların bilinmesi gereklidir [74]. Bu tanımlamalara aşağıda listelenmiştir:

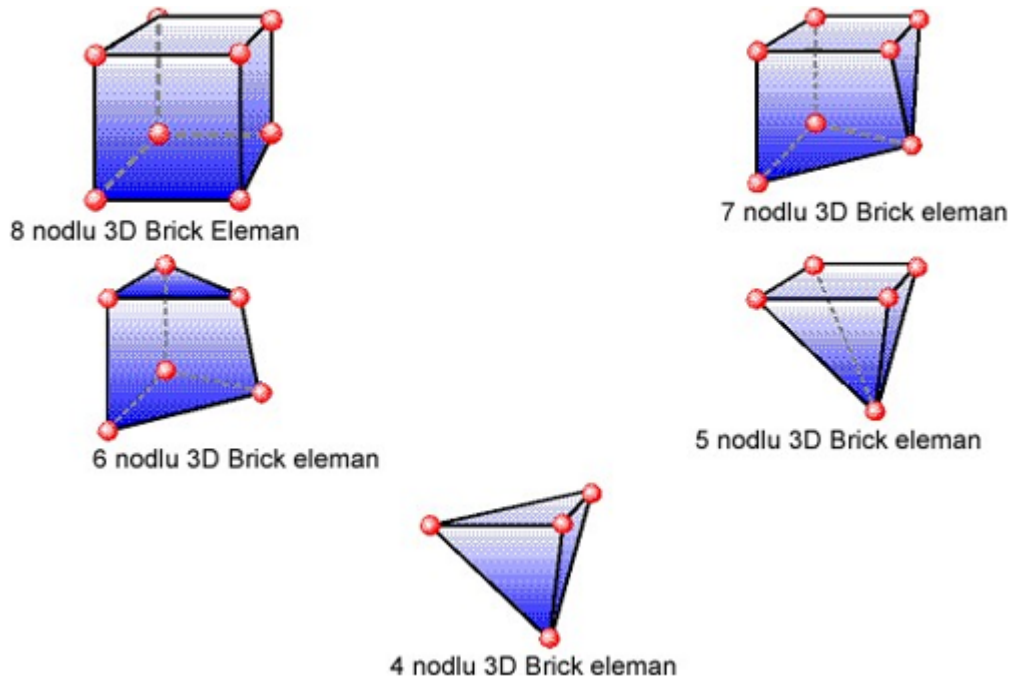
**Kuvvet:** Kuvvet, bir cismin hareketini ya da şeklini değiştiren eksternal etkiye denir. Hem yönü hem de büyüklüğü olan kuvvet vektörel bir niceliktir. Kuvvetin özellikleri arasında doğrultu, şiddet ve yön en önemlileridir.

**Stres:** Cisme eksternal bir kuvvet uygulandığında cismin birim yüzeyine düşen yük miktarı olarak tanımlanabilir.

**Sonlu Eleman-Element:** Sonlu elemanlar analizin temelinde yer alan unsur 'eleman (element)'dir. Eleman, bütünsel bir yapının içindeki temel birimdir. Farklı ihtiyaçlara göre farklı geometrilerde tasarlanırlar, seçimlerinde temel kriter bütünsel şekildir.

Elemanın şeklini belirleyen ise düğüm sayısıdır (Şekil 2.1). Elemanlar;

- Beş düğümlü eleman, 5 adet düğüm (node) içeren sonlu elemana verilen isimdir.
- Dört düğümlü eleman, 4 adet düğüm (node) içeren sonlu elemana verilen isimdir.



**Şekil 2.1.** Elemanların yapısına ait görüntü.

**Düğüm:** Eleman üzerinde yer alan bir çeşit denklemi tanımlamaktadır. Bir eleman üzerindeki şekli belirleyen temel unsurlardan birisidir.

Rijit Eleman: Sonlu elemanlar içerisinde kuvvet yüklenemeyen, gerinim yada gerilim oluşturmeyen elemanlardır. Köprü olarak kullanılır ve iki birim arasında sabitlemek için eklenirler. Düğümlerin arasında uzanırlar ve sistemde denklemsel sonuç vermezler.

Asal Stres – Principal İndeks: Üç boyutlu elemanın uzaydaki x,y ve z düzlemlerinde üç farklı stres etki eder. Üç boyutlu bir elemanda en büyük stres değeri, bütün makaslama streslerinin vektörlerinin sıfır olduğu durumda meydana gelir. Bu gerilme (stres) tipine ‘Asal gerilme’ denir. Üç çeşit asal gerilme vardır;

– Maksimum asal gerilme; En yüksek gerilme stresini ifade eder. Pozitif değerler görülür.

– Ara asal gerilme; Ara gerilme değerini ifade eder.

– Minimum asal gerilme; en yüksek sıkışma stresini ifade eder.

Von Mises Gerilme: Uzunluk olarak artış gösterebilen materyallerde izlenen deformasyon başlangıç değeri olarak tanımlanır. Materyallerin germe dayanıklılığını belirleyen değer Von Mises stres değeridir.

### **2.2.2. Sonlu Elemanlar Analizi Yönteminin Temel Aşamaları**

#### **Ön İşleme**

#### **Başlığın Belirtilmesi**

Problemin adını belirtmektedir. Bu aşama isteğe bağlıdır; ancak özellikle aynı temel model üzerinde bir dizi tasarım işlemleri tamamlanacaksa çok kullanışlıdır.



### **Analiz Türünün Belirlenmesi**

Burada, kullanılacak olan analiz türü belirlenir. Örneğin: Yapısal, akışkan, termal veya elektromanyetik vb.

### **Modelin Oluşturulması**

Model, uygun birimlerde (M, mm, inç vb.) 1 boyutlu (boyutsal), 2 boyutlu veya 3 boyutlu uzayda çizilir.

### **Eleman Türünün Tanımlanması**

Eleman türü 1 boyutlu, 2 boyutlu veya 3 boyutlu olabilir.

### **Ağ Uygulama**

Ağ oluşturma, analiz sürekliliğini bir dizi ayrık parçaya veya sonlu elemana bölme işlemidir. Ağ ne kadar ince olursa sonuç o kadar iyi olur ancak analiz süresi uzar.

### **Özelliklerin Atanması**

Malzeme özellikleri (Young modülü, Poisson oranı, yoğunluk ve varsa genişleme katsayısı, sürtünme, termal iletkenlik, sönümlenme etkisi, özgül ısı vb.) bu adımda tanımlanmalıdır. Ek olarak, eleman özelliklerinin de ayarlanması gerekebilir.

### **Yüklerin Uygulanması**

Genellikle analiz modeline bir tür yük uygulanır. Yükleme nokta yükü, basınç veya gerilme (yer değiştirme) analizinde bir yer değiştirme şeklinde olabilir. Yükler bir noktaya, bir kenara, bir yüzeye veya hatta tüm bir gövdeye uygulanabilir.

### **Sınır Koşullarının Uygulanması**

Modele bir yük uygularken, bilgisayarın sanal ortamında sonsuza kadar hızlanmayı durdurmak için en az bir kısıtlama veya sınır koşulu uygulanmalıdır. Bir sınır koşulu tüm yönlerde (x, y, z eksenleri) veya sadece belirli yönlerde hareket

edecek şekilde belirlenebilir. Düğümlere, kilit noktalara, alanlara veya çizgilere yerleştirilebilirler.

### **Çözümleme**

Birincil alan değişken(ler)inin bilinmeyen değerlerinin hesaplanması yapılır ve hesaplanan değerler daha sonra reaksiyon kuvvetleri, eleman gerilmeleri ve ısı akışı gibi, türetilmiş değişkenleri hesaplamak için geri ikame yoluyla kullanılır. Bu kısım tamamen otomatiktir ve mantıksal olarak üç ana bölüme ayrılabilir: ön çözücü, matematiksel motor ve son çözücü. Ön-çözücü, ön-işlemci tarafından oluşturulan modeli okur ve modelin matematiksel temsilini formüle eder. Sonuçlar çözücüye geri gönderilir ve son çözücü, bileşen veya süreklilik içindeki her düğüm için gerilmeleri vb.hesaplamak için kullanılır.

### **Son İşleme**

Burada analiz sonuçları okunur ve yorumlanır. Bunlar bir kontur grafiği, bir tablo, bileşenin deforme olmuş şekli veya frekans analizi söz konusuysa mod şekilleri ve doğal frekanslar şeklinde sunulabilir. Çoğu son işlemci, bir animasyon üreten ve modeli hayata geçiren bir animasyon hizmeti sağlar. Tüm son işlemciler artık x, y veya z eksenlerinden herhangi birinde veya koordinat eksenlerine açılı bir yönde gerilme ve gerilmelerin hesaplanmasını içermektedir.

### **2.2.3. Sonlu Elemanlar Analizi Yönteminin Ortodonti ve Dentofasiyal Ortopedide Kullanım Alanları**

Ortopedik kuvvet uygulayan apareylerin dentofasiyal yapılar üzerinde oluşturduğu stres dağılımlarının incelenmesi [75-77], ekspansiyon sonrası ark perimetresi artışının değerlendirilmesi [78], ortodontik tedavide yardımcı araç olarak kullanılan Mini vida ve mini plakların değerlendirilmesi [79], diş hareketi sonucu oluşan gerilmelerin ve yer değiştirmelerin incelenmesi [80] ve sabit tedavi tekniklerinin dentisyon üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması [81, 82] sonlu elemanlar analizi yöntemi kullanılarak yapılan araştırmalara örnek olarak verilebilir.

#### 2.2.4. Sonlu Elemanlar Analizi Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Sonlu elemanlar analizi yönteminin avantajları arasında; girişimsel olmaması, sonuçların fiziksel terimlerle kolayca yorumlanabildiği güçlü bir matematiksel temele de sahip olması, homojen olmayan yapıların da farklı elemanlara farklı özellikler atanarak ele alınabilmesi, laboratuvar testi gereksinimini en aza indirmesi, doğrusal ve doğrusal olmayan, katı ve akışkan yapısal etkileşimlere uygulanabilmesi, herhangi bir sorunun daha az sayıda soruna bölünebilmesi, daha doğru ve güvenilir sonuçlar için ameliyat öncesi, ameliyat sırası ve ameliyat sonrası aşamalarda herhangi bir biyolojik durumu simüle etmenin çok kolay olması, analizlerin tekrarlanmasının ilgili malzemelerin fiziksel özelliklerini etkilememesi, cerrahi öncesi planlama için stereolitografik (.stl) modellerin yerini alabilmesi, statik ve dinamik analizin mümkün olması, karmaşık yapılarda bile daha az zaman alıcı olması, kapsamlı bir enstrümantasyona gerek olmaması ve çalışmanın operatörün istediği kadar tekrarlanabilir olması bulunmaktadır. Sonlu elemanlar prosedürünün sistematik genelliği, onu çok çeşitli problemler için güçlü ve çok yönlü bir araç haline getirmektedir.

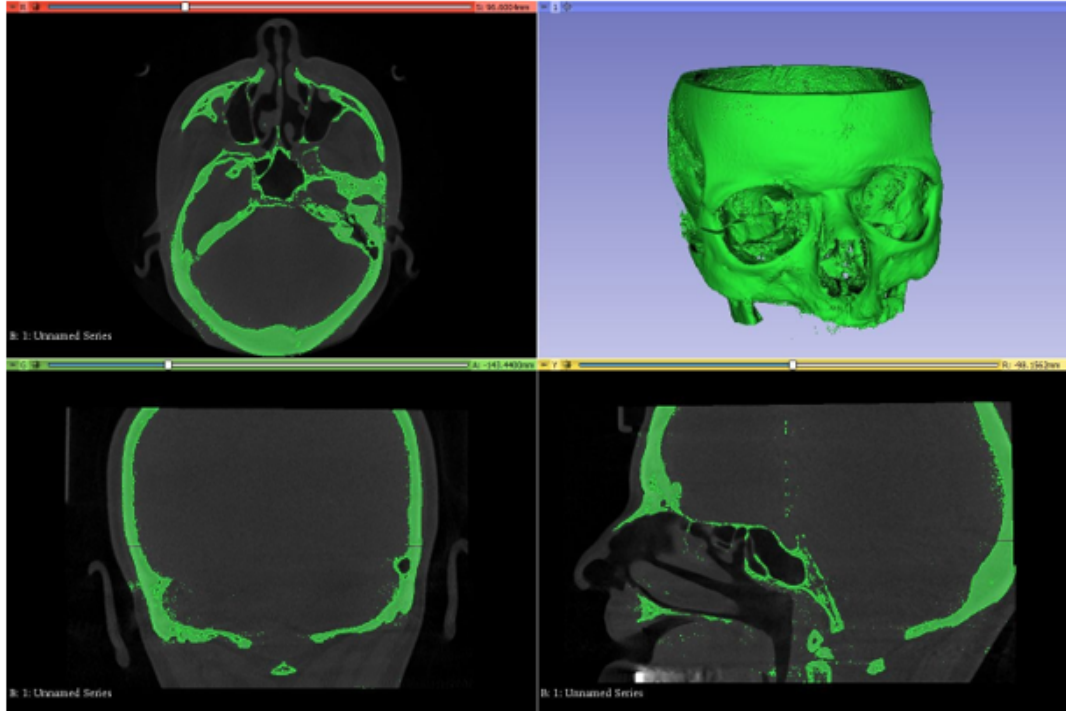
Sonlu elemanlar analizi yönteminin dezavantajları arasında; yöntemden elde edilen çözümün ancak malzeme özellikleri tam olarak biliniyorsa gerçekçi olabilmesi, çözümün kullanılan elemanın türü, boyutu, sayısı, şekli ve yönü gibi eleman geometrisine olan duyarlılığı, sonlu elemanlar analizi programlarının büyük miktarda sayısal veri üretmesi ve gerekli sonuçları sayı yığınından ayırmanın zor olması, dişin ve destek yapısının biyolojik dinamiklerinin doğru bir şekilde simüle edilememesi, yanlış veri, bilgi ya da yorumlama nedeniyle yanlış yönlendirilmiş sonuçların olabilmesi, karmaşık anatomileri ve mekanik davranışları hakkında bilgi eksikliği nedeniyle insan yapılarının modellenmesinin son derece zor olması ve sonuçların varsayımlar nedeniyle sürece dahil olan personele bağlı olması bulunmaktadır. Mine, dentin, periodontal ligament, süngerimsi ve kortikal kemiğin iyi tanımlanmış fiziksel özellikleri mevcut olana kadar, sonlu elemanlar analizi yönteminde ilerleme ve süreç sınırlı olacaktır [83- 86].

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Üç boyutlu ağ yapısının düzenlenmesi ve matematiksel anlamda uygun katı ağ yapısına dönüştürülmesi, üç boyutlu sonlu elemanlar analizi modellerinin oluşturulması ve sonlu elemanlar analizi işlemi; 2.40 GHz saat hızında INTEL Xeon E-2286 işlemcili, 64 GB ECC belleğe sahip HP iş istasyonlarında gerçekleştirilmiştir.

Tomografi verisinden .stl modelin elde edilmesi 3DSlicer yazılımında yapılmıştır.

Tersine mühendislik ve üç boyutlu CAD faaliyetleri ANSYS Spaceclaim yazılımı, katı modellerin analiz ortamına uygun hale getirilmesi ve optimize ağ örgüsünün oluşturulması faaliyetleri ANSYS Workbench yazılımı ile gerçekleştirilmiştir; oluşturulan sonlu elemanlar modellerinin çözümü için LS-DYNA çözücüsü kullanılmıştır (Şekil 3.1).

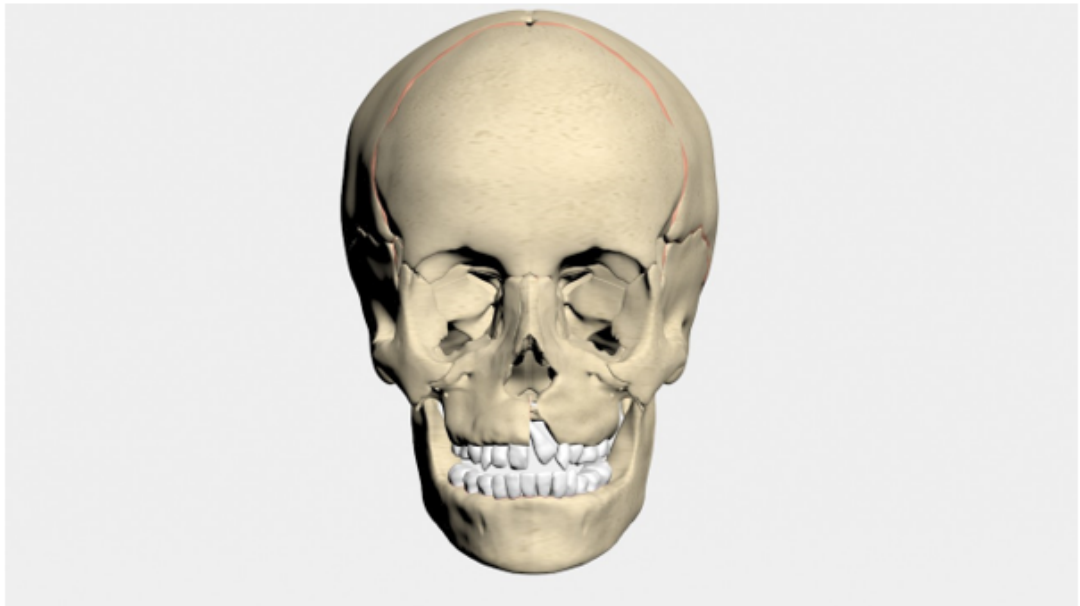


Şekil 3.1. Üç boyutlu modellerin ANSYS Spaceclaim yazılımına aktarımı.

### 3.1. Kortikal Kemik, Trabeküler Kemik, Dişler ve Periodontal Ligamentin Modellenmesi

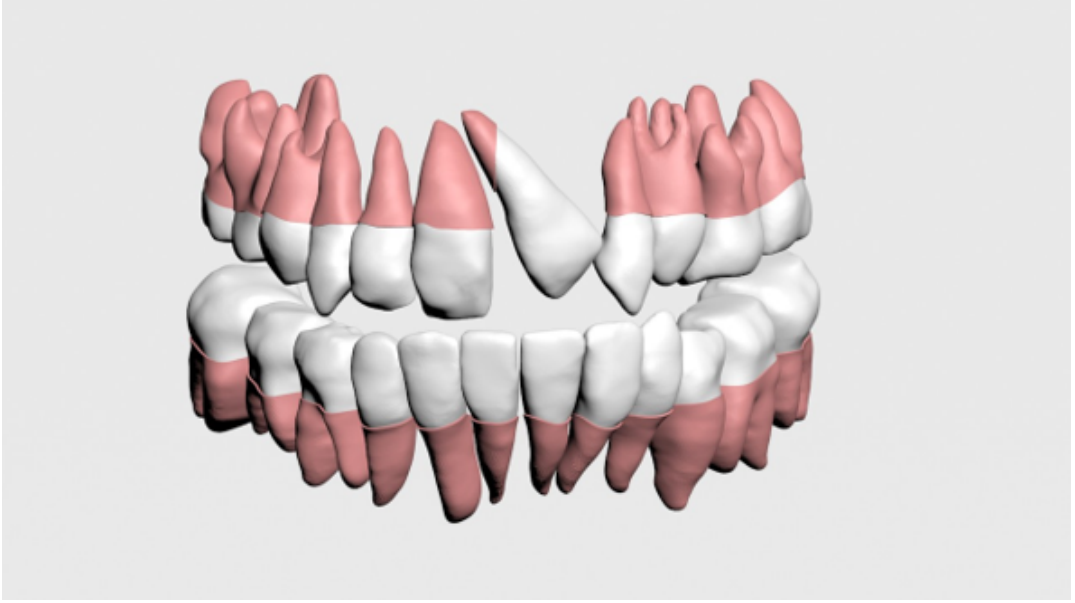
Çalışmada kullanılan kafatası modelinin oluşturulması için; tek taraflı dudak damak yarığı bulunan 11 yaşında bir bireyin konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüsü kullanılmıştır. Tomografi verisi 0.1 mm kesit kalınlığı ile rekonstrükte edilmiştir. Rekonstrüksiyon sonucunda elde edilen tomografi verileri DICOM (.dcm) formatında 3DSlicer yazılımına aktarılmıştır. DICOM formatındaki CT verisi 3DSlicer yazılımında uygun Hounsfield değerlerine göre ayrıştırılarak, segmentasyon işlemi ile üç boyutlu modele dönüştürülmüştür. Model .stl formatında dışa aktarılmıştır.

Kalınlığı ayarlanan üç boyutlu mandibula kortikal kemiğinin iç yüzeyi referans alınarak trabeküler kemik elde edilmiştir (Şekil 3.2).



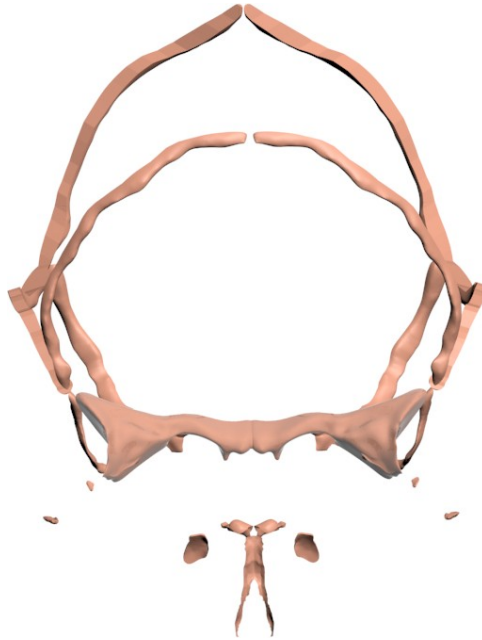
Şekil 3.2. Trabeküler kemik elde edilmesi.

Dişlerin dış yüzeyi referans alınarak uygun kalınlıkta periodontal ligamentler modellenmiştir (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3.** Periodontal ligamentin modellenmesi.

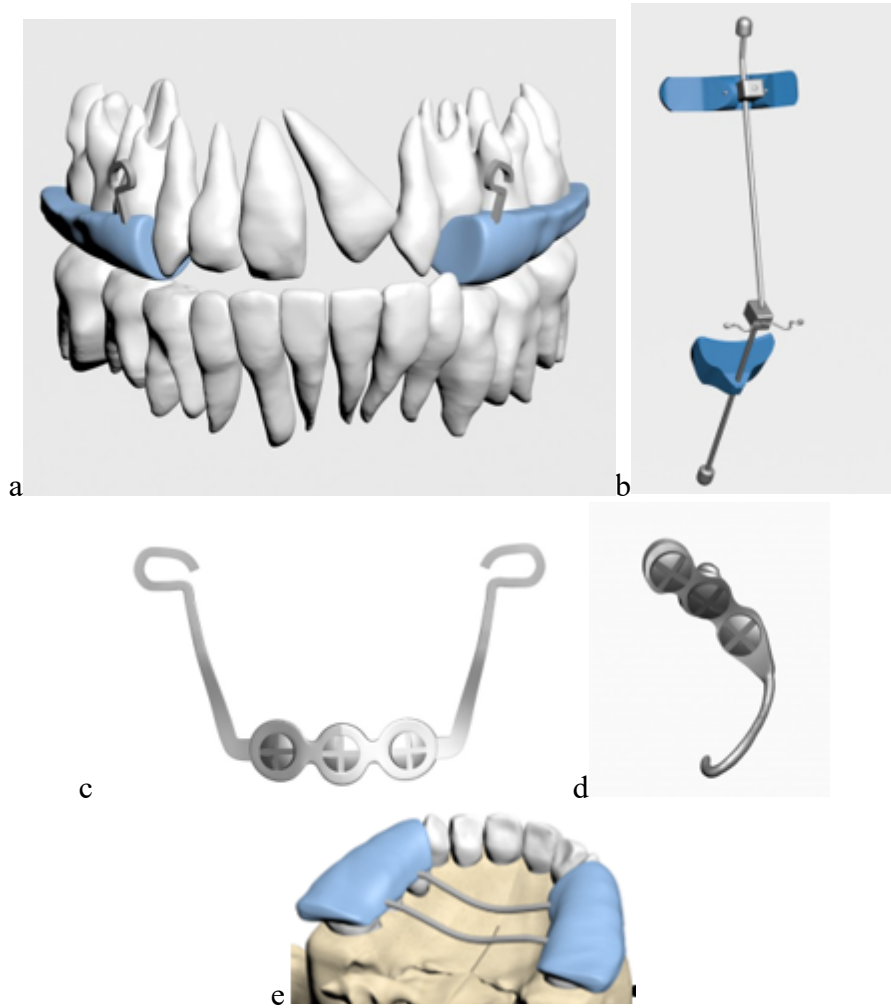
Temas yüzeyi olan kemik segmentleri arasında “boolean” işlemi yapılarak suturlar oluşturulmuştur (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** Suturların modellenmesi.

### 3.2. İnfrazigomatik Plak, Akrilik Plak, Yüz Maskesi, Mentonplak ve Vidaların Modellenmesi ve Çalışma Modellerinin Oluşturulması

Çalışmada kullanılan akrilik plak, infrazigomatik plak, yüz maskesi, mentonplak ve mini vidalar ürün kataloğundaki ölçüler esas alınarak ANSYS Spaceclaim yazılımında modellenmiştir (Şekil 3.5). Oluşturulan akrilik plak her modele okluzyonu açmak amacıyla yerleştirilmiştir. Klinik şartlara benzer şekilde palatinal bölgeden geçen 0.043 inch'lik paslanmaz çelik tel ile akrilik parçalar birbirine bağlanmıştır.



**Şekil 3.5.** a. akrilik plak, b. yüz maskesi, c. mentonplak, d. infrazigomatik plak ve e. paslanmaz çelik tel bağlantıları

Hazırlanan tüm modeller ANSYS Spaceclaim yazılımında 3 boyutlu uzayda doğru koordinatlara yerleştirilip modelleme işlemi tamamlanmıştır.

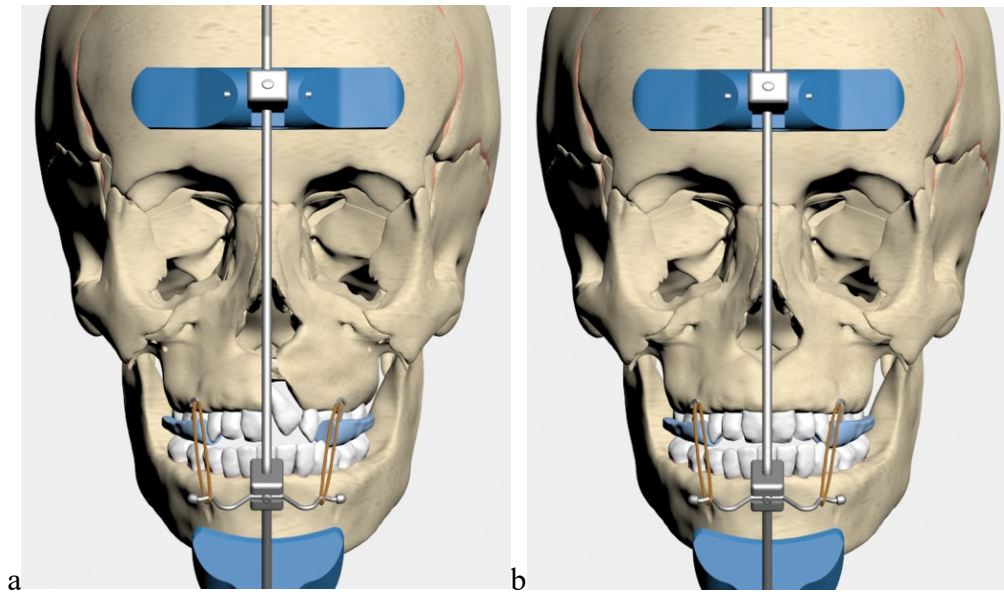
### 3.3. Modeller

Çalışmada tek taraflı dudak damak yarığı modeli (DDY modeli) ve kontrol modeli olmak üzere iki farklı ana model oluşturulmuştur.

DDY modeli tek taraflı dudak damak yarıklı hastanın tomografi verisinin .stl formatında 3 boyutlu modele çevrilmesi ile elde edilmiştir. Kontrol modeli ise; DDY modelinin (.stl) sağlıklı tarafının palatinal bölgedeki defekt alanının onarılması ve ayna görüntüsünün alınması ile elde edilmiştir.

Oluşturulan DDY ve kontrol modellerinde 3 farklı mekanik kıyaslanmıştır.

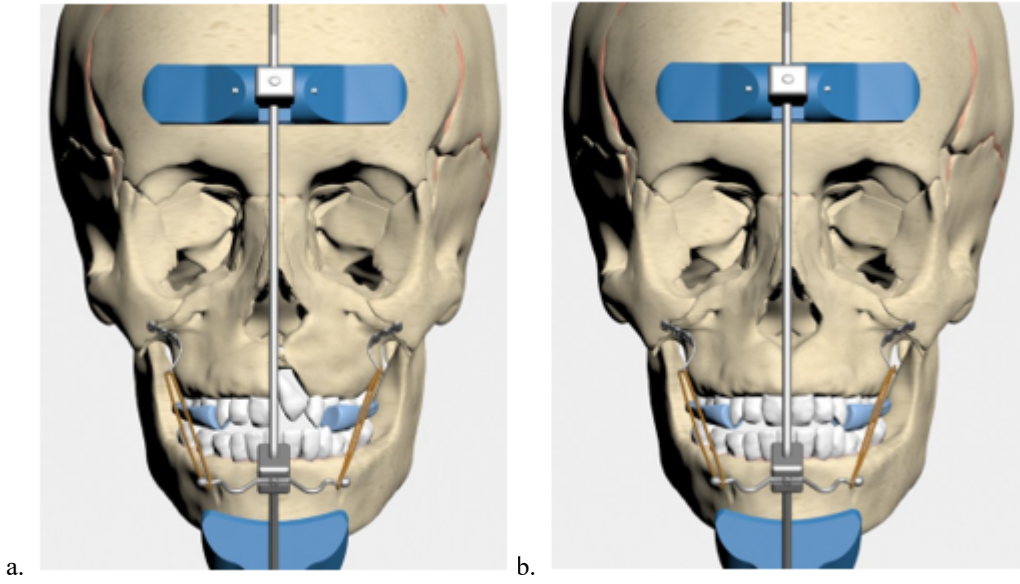
İlk mekanik; geleneksel akrilik plak üzerine okluzal düzleme  $30^\circ$  açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi kullanımıdır (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** a. geleneksel akrilik plak üzerine okluzal düzleme  $30^\circ$  açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (DDY modeli); b. geleneksel akrilik plak üzerine okluzal düzleme  $30^\circ$  açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (kontrol modeli).

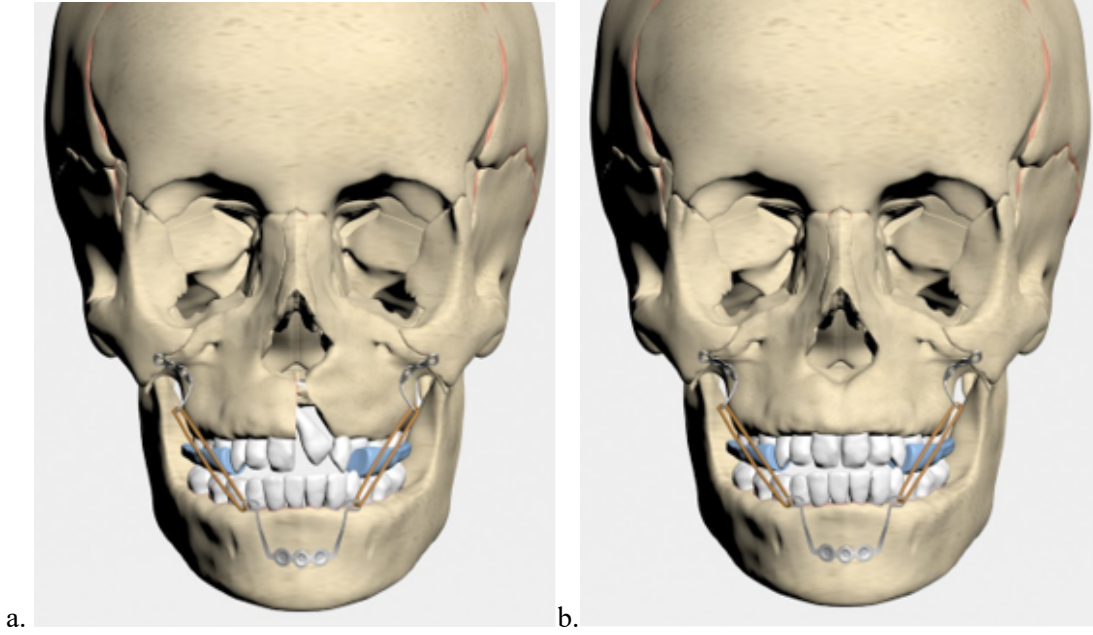
İkinci mekanik; infrazigomatik krest bölgesine yerleştirilen mini plaklar üzerine okluzal düzleme  $30^\circ$  açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi kullanımıdır (Şekil 3.7).





**Şekil 3.7.** a. infrazigomatik krest bölgesine yerleştirilen mini plaklar üzerine okluzal düzleme  $30^\circ$  açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (DDY modeli); b. infrazigomatik krest bölgesine yerleştirilen mini plaklar üzerine okluzal düzleme  $30^\circ$  açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi (kontrol modeli).

Üçüncü mekanik; maksilladaki infrazigomatik plaklara ek olarak mandibulaya yerleştirilen mentonplak üzerinden elastik kullanımı şeklindedir. İnfrazigomatik plaklar ve mentonplaklar bireylerde en uygun anatomik bölgeye yerleştirildiği için uygulanan lastiklerin açısı da değişmektedir. Bu hasta için ölçülen lastik uygulama açısı  $40^\circ$ 'dir (Şekil 3.8).



**Şekil 3.8.** a. maksilladaki infrazigomatik plaklara ek olarak mandibulaya yerleştirilen mentonplak üzerinden elastik kullanımı (DDY modeli); b. maksilladaki infrazigomatik plaklara ek olarak mandibulaya yerleştirilen mentonplak üzerinden elastik kullanımı (kontrol modeli).

#### 3.4. Matematiksel Modellerin Elde Edilmesi

Matematiksel modeller, geometrik modellerin mesh adı verilen basit ve küçük parçalara bölünmesiyle oluşmaktadır. ANSYS Spaceclaim yazılımında modelleme işlemi tamamlandıktan sonra modeller ANSYS Workbench yazılımıyla matematiksel olarak oluşturulup analize hazır hale getirilmiştir.

Analizlerin yapılabilmesi için, ANSYS Workbench yazılımında hazırlanan matematiksel modeller LS-DYNA çözücüsüne aktarılmıştır (Şekil 3.9).



**Şekil 3.9.** ANSYS Workbench yazılımında hazırlanan matematiksel modellerin LS-DYNA çözücüsüne aktarılması.

### 3.5. Malzeme Tanımları

Analizlerde elastik modül ve Poisson oranı verilen malzemelerin doğrusal (lineer) malzeme özellikleri kullanılmıştır. Analizi yapılan modelin malzeme özellikleri sayısal olarak tanımlanmıştır (Tablo 3.1).

**Tablo 3.1.** Analizi yapılan modelin malzeme özellikleri.

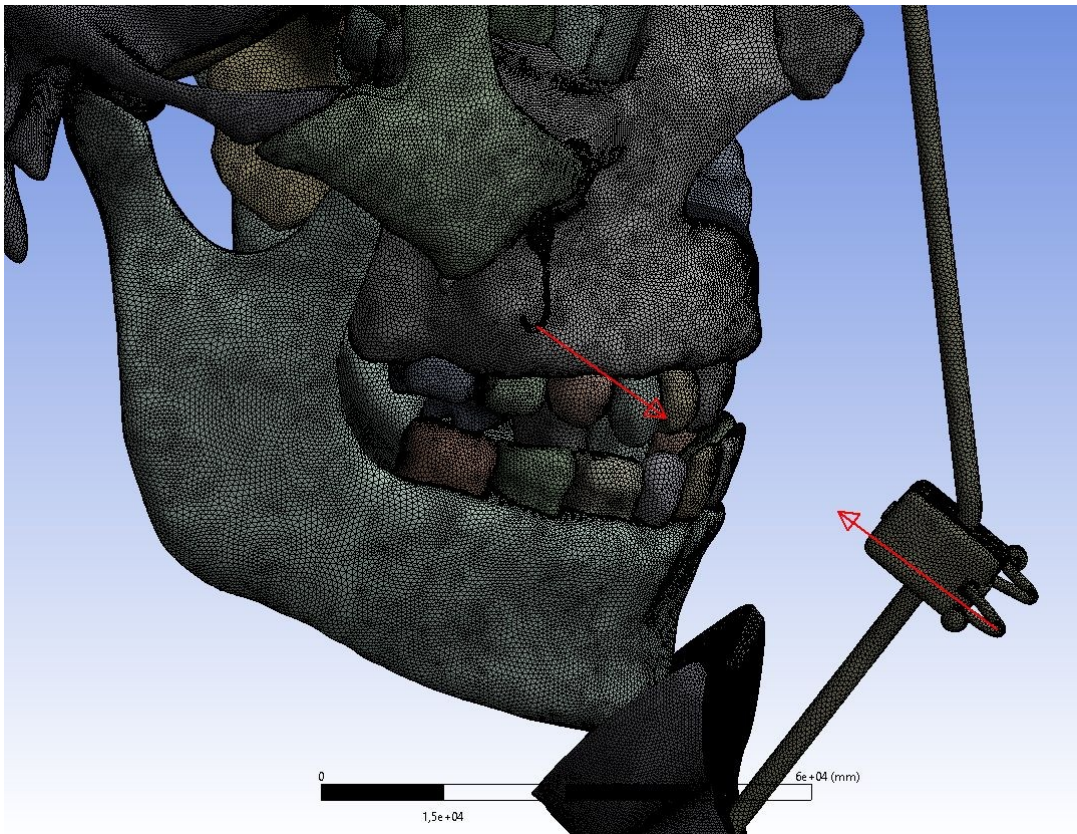
	<b>Elastik Modül [MPa]</b>	<b>Poisson Oranı</b>
<b>Kortikal Kemik</b>	13700	0,30
<b>Trabeküler Kemik</b>	1370	0,30
<b>Diş</b>	20700	0,30
<b>Periodontal Ligament</b>	500	0,49
<b>Sutur</b>	10	0,49
<b>Titanyum Alaşımı</b>	114000	0,3
<b>Paslanmaz Çelik</b>	193000	0,3
<b>Akrilik</b>	15	0,35

### 3.6. Yükleme Senaryoları ve Sınır Koşulları

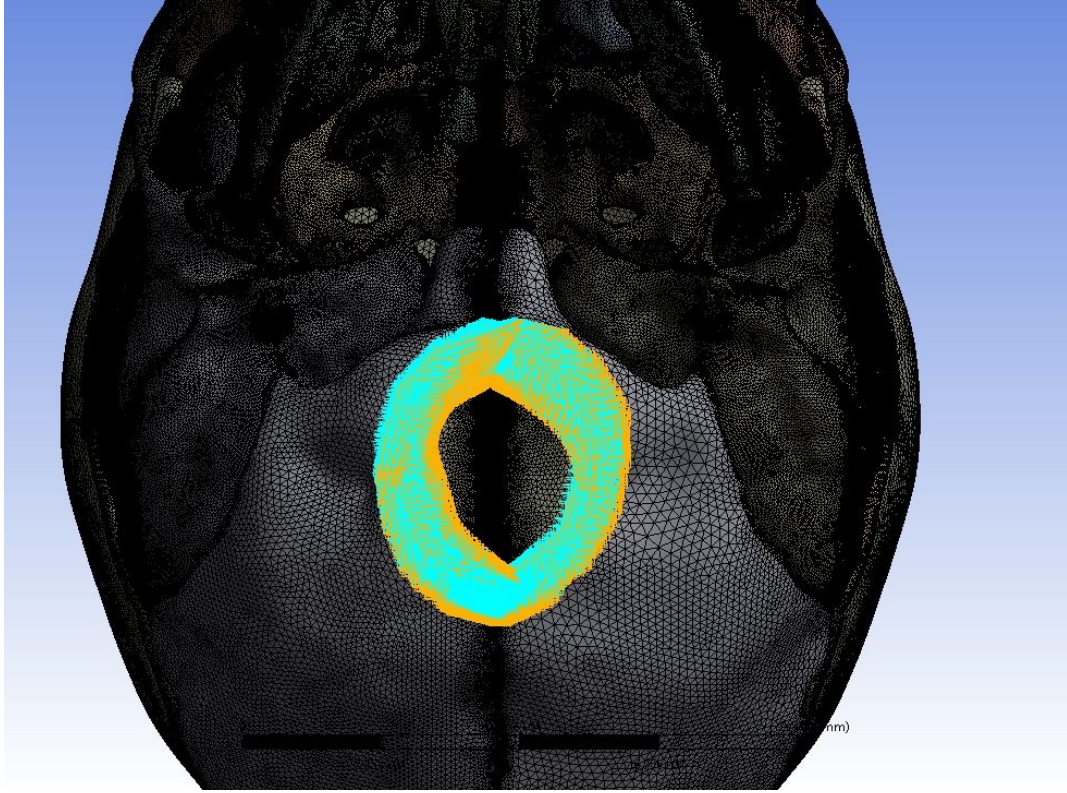
Tüm modellerde apareyler arasına yerleştirilen elastik kuvvetler bilateral olarak uygulanmıştır ve taraf başına 500 gr kuvvet uygulayacak şekilde simüle edilmiştir(Şekil 3.10).

Modeller foramen magnum bölgesinde bulunan düğüm noktalarından her üç eksendeki hareketi engellenecek şekilde tüm serbestlik dereceleri kısıtlanarak sabitlenmiştir (Şekil 3.11).

Belirtilen kuvvet ve sınır koşulları altında 6 analiz modeli için toplam 6 lineer statik analiz gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.10. Kuvvetin uygulanma yönünün simülasyonu.



**Şekil 3.11.** Modeller foramen magnum bölgesindeki düğüm noktalarından sabitlenmiştir.

### 3.7. Kantitatif Model Bilgileri

Farklı analiz modelleri için eleman ve düğüm sayıları bilgileri Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2.** Çalışmada kullanılan farklı modeller için eleman ve düğüm sayıları.

	<b>Toplam Düğüm Sayısı</b>	<b>Toplam Element Sayısı</b>
<b>Akrilik plak + Yüz maskesi (DDY modeli)</b>	2243550	10814380
<b>Akrilik plak + Yüz maskesi (Kontrol modeli)</b>	2350768	11435784
<b>İnfrazigomatik plak + Yüz maskesi (DDY modeli)</b>	2245054	10826364
<b>İnfrazigomatik plak + Yüz maskesi (Kontrol modeli)</b>	2352343	11449652
<b>İnfrazigomatik plak + Mentonplak (DDY modeli)</b>	2183795	10516826
<b>İnfrazigomatik plak + Mentonplak (Kontrol modeli)</b>	2285498	11106746

### **3.8. Sistemlerin Birleştirilmesi ve Komponentler Arasındaki Bağlantı Durumu**

Oluşturulan matematiksel modellerde analizlerin yapılabilmesi ve doğru sonuçların eldeedilebilmesi için, modeli oluşturan parçaların birbirleriyle olan yüzey ilişkilerinin analizprogramında tanımlanması gerekmektedir. Bu amaçla tüm çalışma modellerinde aralarında temas bulunan bütün parçaların bağlantısı “bonded tipi temas” tanımı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım parçaların hareketi esnasında tam korelasyon ile hareket ettiği varsayımına dayanmaktadır.

Sonlu elemanlar analizi sonucunda elde edilen değerler, varyansı olmayan matematiksel hesaplamalar sonucunda ortaya çıktığı için istatistiksel analizleri yapılamamaktadır.

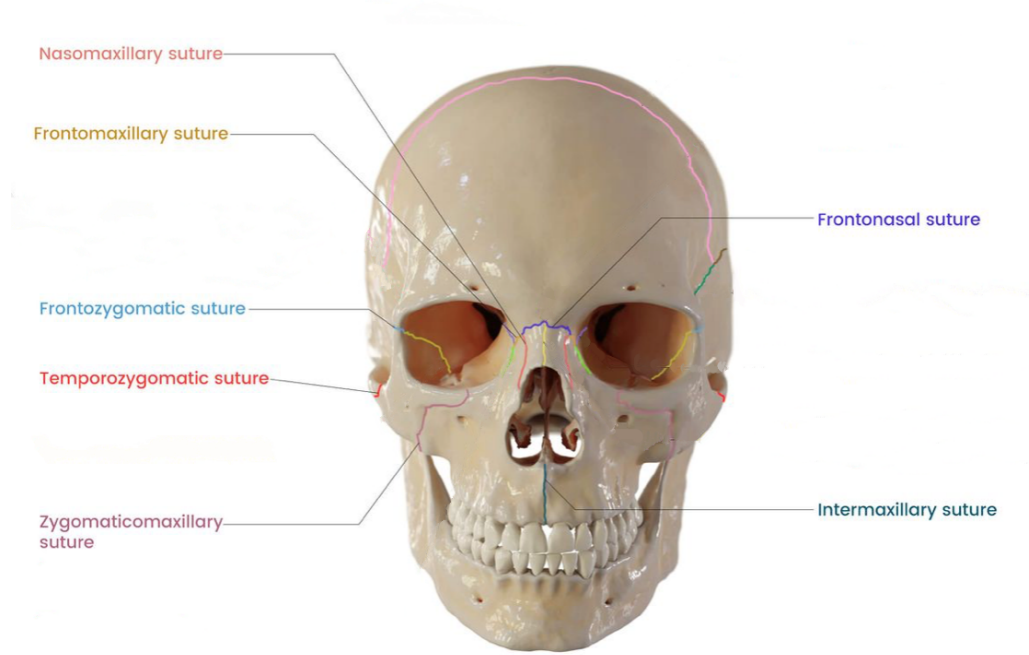
Amaç, elde edilen değerlerin ve stres dağılımlarının dikkatli bir şekilde incelenmesi ve yorumlanmasıdır. Bu ve benzeri çalışmalar sonunda varılacak klinik sonuçlar açısından, elde edilen verilerin en doğru ve güvenilir şekilde değerlendirilmesi çok önemlidir.

#### 4. BULGULAR

Maksiller protraksiyon amacıyla kullanılan üç farklı ankraj yönteminin maksillofasiyal yapılar üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla sonlu elemanlar analizi kullanılarak yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Üç farklı ankraj yöntemiyle yapılan maksiller protraksiyon modellerinde meydana gelen değişiklikler maksimum Von Misses, maksimum asal gerilme, minimum asal gerilme ve yer değiştirme değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada incelenen suturlar ve bölgeler;

1. Nazomaksiller Kompleks ve Alveolar Kemik
2. Yarı Hattı Bölgesi
3. Nazomaksiller Sutura
4. Frontomaksiller Sutura
5. Frontonazal Sutura
6. Zigomatikomaksiller Sutura
7. Zigomatikotemporal Sutura
8. Zigomatikofrontal Sutura
9. Pterygomaksiller Sutura
10. Maksiller Dentisyon
11. İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplaklar ile Mini Vidalar
12. Temporomandibular Bölge

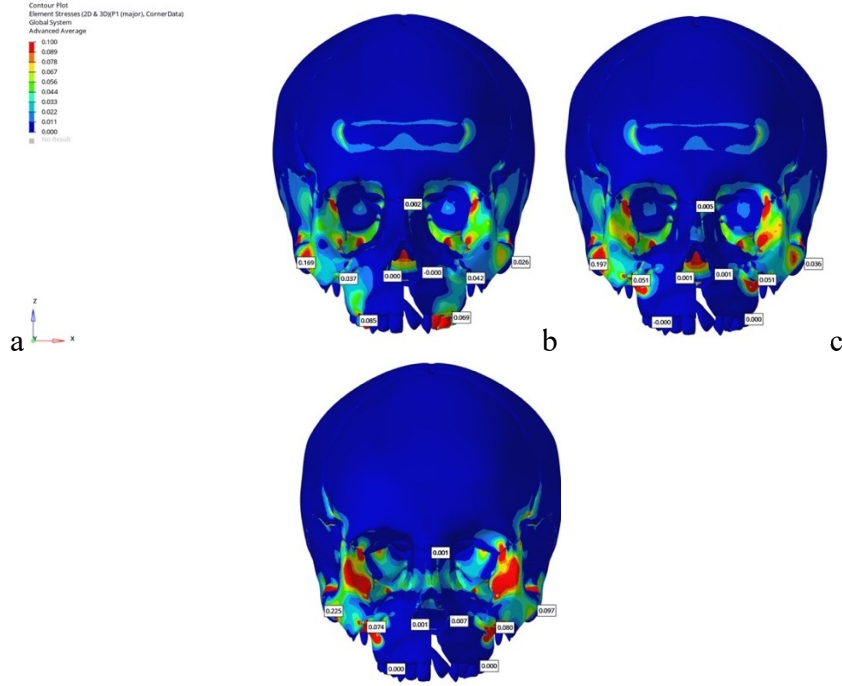


**Şekil 4.1.** Bu çalışmada incelenen suturlar ve bölgeler.

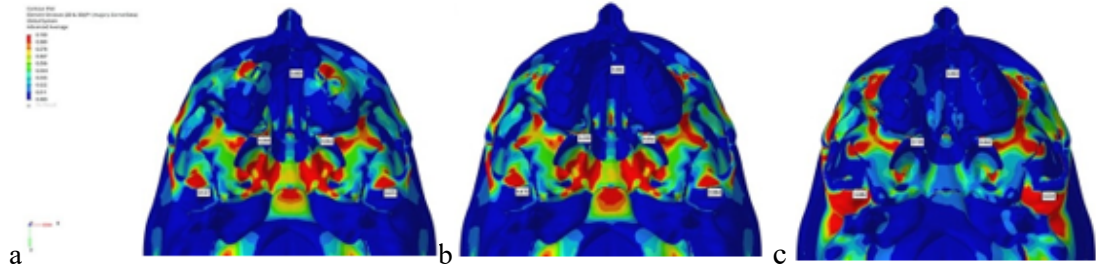
#### **4.1. Nazomaksiller Kompleks ve Alveolar Kemikte Meydana Gelen Değişiklikler**

Geleneksel akrilik plak apareyi üzerinden yüz maskesi ile kuvvetin uygulanması sonucu en fazla maksimum asal gerilme, süt molar dişlere komşu alveolar kemikte ve alveolar proseslerin lateral duvarları ile pterygomaksiller suturda meydana gelmiştir. Maksimum asal gerilmelerinin en az olduğu alan ise maksiller kemiğin anterior bölgesi olarak gözlemlenmiştir (Şekil 4.1.a, Şekil 4.2.a) (Tablo 4.1).





**Şekil 4.2.** DDY modeli için a. Akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. İnfrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplaklar üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler.



**Şekil 4.3.** DDY modeli için a. Akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. İnfrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. İnfrazigomatik ve mentonplaklar üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait okluzal görüntüler.

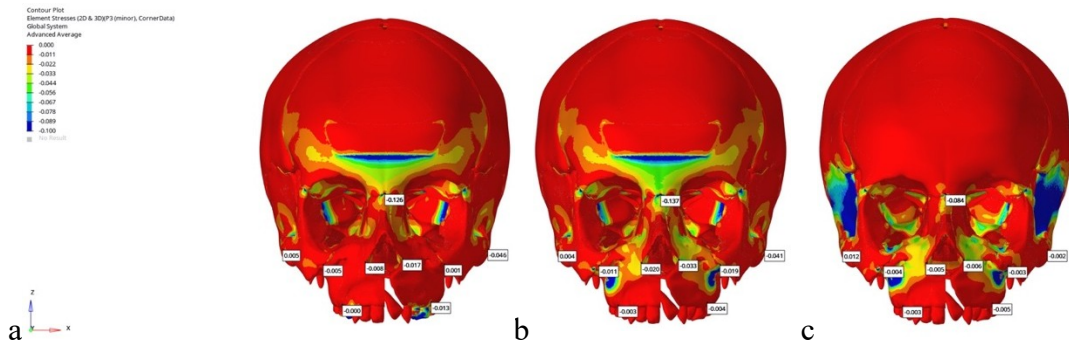
**Tablo 4.1.** Maksimum asal gerilme değerleri (MPa)

	Geleneksel Akirik Plak Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak Üzerinden Elastik Kullanımını İçeren Maksiller Protraksiyon Modeli		
	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli
	Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)		Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)		Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)	
<b>Nazomaksiller Suture (MPa)</b>	0,001	0,038	0,020	0,001	0,055	0,029	0,002	0,020	0,009
<b>Frontomaksiller Suture (MPa)</b>	-0,001	0,004	-0,006	-0,001	0,001	-0,008	0,000	0,000	0,017
<b>Zigomatikomaksiller Suture (MPa)</b>	0,037	0,042	0,044	0,051	0,051	0,028	0,074	0,080	0,049
<b>Zigomatikotemporal Suture (MPa)</b>	0,169	0,026	0,147	0,197	0,036	0,157	0,225	0,097	0,163
<b>Zigomatikofrontal Suture (MPa)</b>	0,001	-0,006	-0,002	-0,002	-0,005	0,000	-0,003	-0,004	0,000
<b>Pterygomaksiller Suture (MPa)</b>	0,269	0,062	0,301	0,259	0,052	0,300	0,139	0,062	0,139
<b>Midpalatal Suture (MPa)</b>	0,000		0,016	0,002		0,011	0,003		-0,001
<b>Frontonazal Suture (MPa)</b>	0,002		0,002	0,005		0,002	0,001		0,049

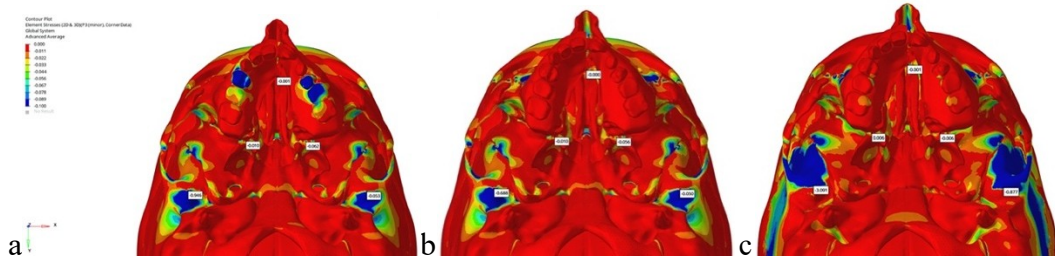
İnfrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelindeki maksimum asal gerilme, en fazla maksiller kemiğin zigomatik prosesin lateral alanında, infrazigomatik bölgede ve pterygomaksiller suturda meydana gelmektedir. Özellikle plakların uygulandığı alanda yoğunlaşan gerilmeler, periferal dağılım gösterirken giderek azalmaktadır (Şekil 4.1.b, Şekil 4.2.b) (Tablo 4.1).

İnfrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden maksiller protraksiyon yapılan modellemelerde maksimum asal gerilmelerin en fazla görüldüğü alanlar plakların uygulandığı infrazigomatik alan, zigomatik kemiğin lateral kısımları ve lateral nazal duvarlardır. Gerilim kuvvetleri bu üç alandan itibaren çevre yapılarla dağılırarak azalmaktadır (Şekil 4.1.c, Şekil 4.2.c) (Tablo 4.1).

Geleneksel akrilik plak aпараты üzerinden yüz maskesi ile kuvvetin uygulanması sonucunda yüksek minimum asal gerilme, en fazla maksiller süt molarlar ve çevreleyen alveolerkemik ile birlikte lateral nazal duvarlarda gözlenmiştir (Şekil 4.3.a, Şekil 4.4.a) (Tablo 4.2).



**Şekil 4.4.** DDY modeli için a. Akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler.



**Şekil 4.5.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal gerilme değerlerine ait okluzal görüntüler.

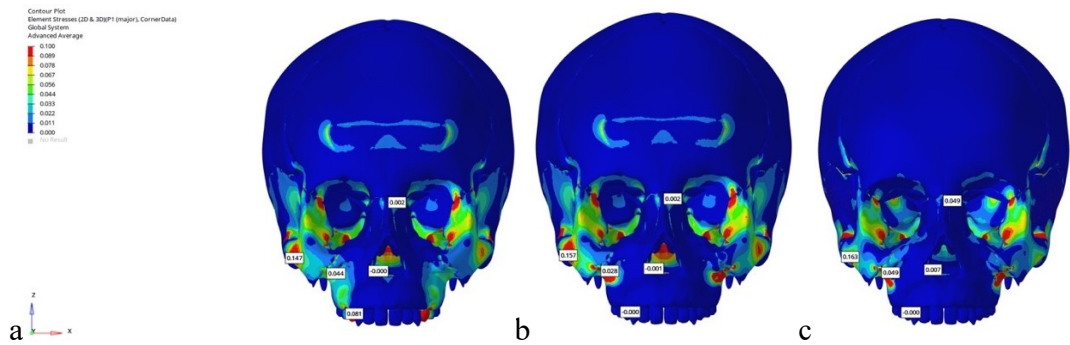
**Tablo 4.2.** Minimum asal gerilme değerleri (MPa).

	Geleneksel Akril Plak Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak Üzerinden Elastik Kullanımını İçeren Maksiller Protraksiyon Modeli		
	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli
	Sağ Profil (Yarıklı olmayan taraf)	Sol Profil (Yarıklı taraf)		Sağ Profil (Yarıklı olmayan taraf)	Sol Profil (Yarıklı taraf)		Sağ Profil (Yarıklı olmayan taraf)	Sol Profil (Yarıklı taraf)	
<b>Nazomaksiller Suture (MPa)</b>	-0,023	-0,032	-0,036	-0,036	-0,051	-0,049	-0,025	-0,030	-0,017
<b>Frontomaksiller Suture (MPa)</b>	-0,045	-0,048	-0,083	-0,066	-0,073	-0,106	-0,022	-0,014	-0,000
<b>Zigomatikomaksiller Suture (MPa)</b>	-0,005	-0,001	-0,008	-0,011	-0,019	-0,059	-0,004	-0,003	-0,003
<b>Zigomatikotemporal Suture (MPa)</b>	-0,005	-0,046	-0,001	0,004	-0,041	-0,002	0,012	-0,002	0,000
<b>Zigomatikofrontal Suture (MPa)</b>	-0,080	-0,124	-0,078	-0,105	-0,167	-0,078	-0,088	-0,125	-0,067
<b>Pterygomaksiller Suture (MPa)</b>	-0,01	-0,062	0,012	-0,010	-0,056	0,011	0,005	-0,006	0,007
<b>Midpalatal Suture (MPa)</b>	-0,001		0,001	-0,000		-0,004	-0,001		-0,029
<b>Frontonazal Suture (MPa)</b>	-0,126		-0,158	-0,137		-0,204	-0,084		0,003

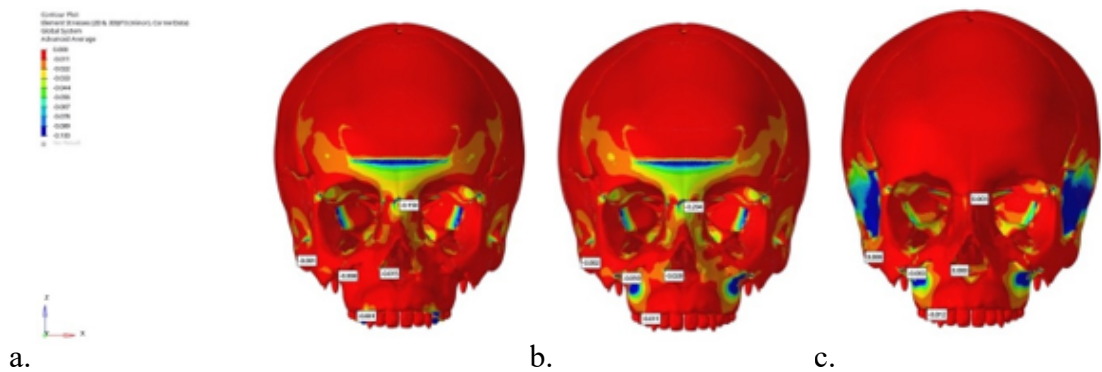
İnfrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelindeki minimum asal gerilme, en fazla maksiller kemiğin infrazigomatik bölgesinde izlenirken superiora doğru azalarak dağılmaktadır. Ayrıca daha az oranda da olsa lateral nazal duvar bölgesinde de izlenmektedir (Şekil 4.3.b, Şekil 4.4.b) (Tablo 4.2).

İnfrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden maksiller protraksiyon yapılan modellemelerde minimum asal gerilme, en fazla maksiller kemiğin infrazigomatik bölgesinde ve daha az oranda da temporal kemiğin zigomatik prosesinde gözlenmiştir (Şekil 4.3.c, Şekil 4.4.c) (Tablo 4.2).

Bütün tedavi yöntemlerinde kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de DDY modellerine benzer sonuçlar gözlenmiştir (Şekil 4.5, Şekil 4.6) (Tablo 4.1, Tablo 4.2).

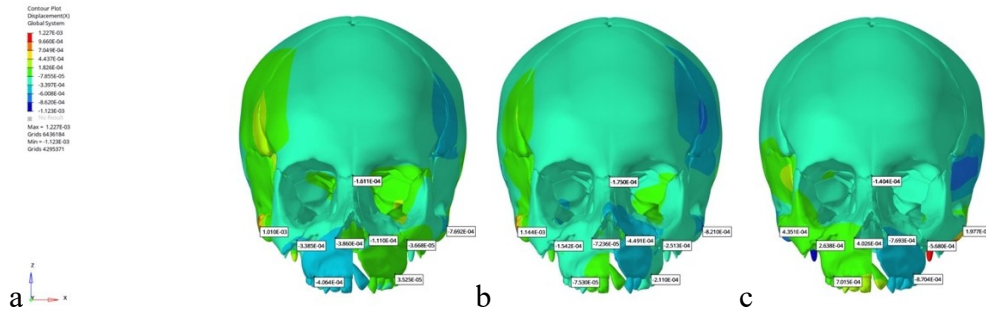


**Şekil 4.6.** Kontrol modeli için a. Akril plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler.



**Şekil 4.7.** Kontrol modeli için a. Akril plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler.

Modeller için aksiyal düzlemde (X eksenini) lateral doğrultuda yer değıştirme değeri incelendiğinde, geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde alveolar bölgede yarık bulunan sol tarafta ekspansiyon izlenirken diğeri modellerde bu bölgede daralma gözlenmiştir. Yarık olmayan tarafta ise infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı içeren maksiller protraksiyon modelinde daralma gözlenirken yüz maskesi kullanılan modellerde ekspansiyon gözlenmiştir (Şekil 4.7)(Tablo 4.3).



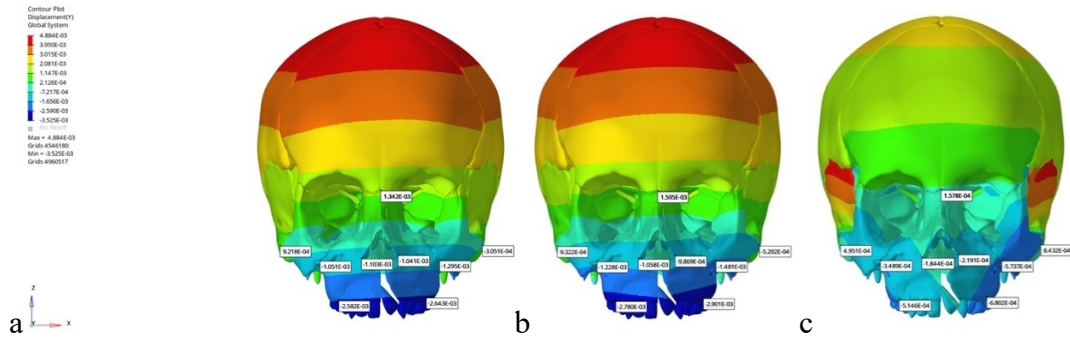
**Şekil 4.8.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değıştirme değeriğine ait frontal görüntüleri (X Ekseninde).

**Tablo 4.3.** Yer değiştirme değerleri (mm) (X ekseni).

	Geleneksel Akрил Plak Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar ve sMentonplak Üzerinden Elastik Kullanımı İçeren Maksiller Protraksiyon Modeli		
	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli
	Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)		Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)		Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)	
<b>Nazomaksiller Suture (mm)</b>	-1,856E-04	-1,827E-04	-1,547E-04	-1,995E-04	-1,912E-04	-1,535E-04	-1,590E-04	-1,520E-04	-1,224E-04
<b>Frontomaksiller Suture (mm)</b>	-1,564E-04	-1,491E-04	-1,272E-04	-1,678E-04	-1,598E-04	-1,261E-04	-1,348E-04	-1,324E-04	-1,143E-04
<b>Zigomatikomaksiller Suture (mm)</b>	-3,385E-04	-3,668E-05	-1,740E-04	-1,542E-04	-2,513E-04	-1,431E-04	2,638E-04	-5,680E-04	-1,082E-04
<b>Zigomatikomporal Suture (mm)</b>	1,010E-03	-7,692E-04	1,052E-03	1,144E-03	-8,210E-04	1,097E-03	4,351E-04	1,977E-04	2,213E-04
<b>Zigomatikofrontal Suture (mm)</b>	-1,907E-04	-6,182E-05	-1,515E-04	-2,009E-04	-8,013E-05	-1,588E-04	-8,519E-05	-1,590E-04	-1,066E-04
<b>Pterygomaksiller Suture (mm)</b>	-2,790E-04	1,468E-04	-1,407E-04	-3,295E-04	2,252E-04	-1,799E-04	7,876E-05	-1,829E-04	-9,407E-05
<b>Midpalatal Suture (mm)</b>	-4,038E-04		-1,511E-04	-1,876E-04		-1,399E-04	-1,490E-04		-9,354E-05
<b>Frontonazal Suture (mm)</b>	-1,611E-04		-1,348E-04	-1,750E-04		-1,325E-04	-1,404E-04		-1,176E-04

DDY modellerinde sagittal yönde (Y eksen) en fazla yer değiştirme hareketi infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon planlanan modelde özellikle yarık bulunan tarafta daha çok olmakla birlikte maksiller posterior dişleri çevreleyen alveoler kemik ve çevre yapılar da izlenmiştir, lateral nazal duvarlaradağru giderek azalmıştır (Şekil 4.8)(Tablo 4.4).

Her üç DDY modelinde de yarık olan tarafta olmayan tarafa göre sagittal düzlemde dahafazla hareket miktarı gözlenmiştir.



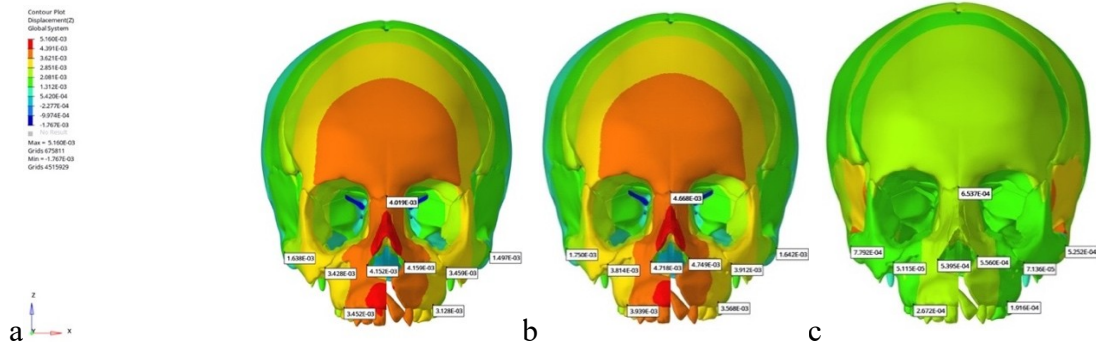
**Şekil 4.9.** DDY modelinde a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Y Ekseninde) .



**Tablo 4.4.** Yer değiştirme değerleri (mm) (Y eksenini).

	Geleneksel Akriik Plak Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak Üzerinden Elastik Kullanımını İçeren Maksiller Protraksiyon Modeli		
	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli
	Sağ Profil (Yarıık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarıık taraf)		Sağ Profil (Yarıık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarıık taraf)		Sağ Profil (Yarıık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarıık taraf)	
<b>Nazomaksiller Suttur (mm)</b>	9,696E-04	9,271E-04	8,650E-04	1,181E-03	1,126E-03	1,054E-03	7,807E-05	5,672E-05	1,919E-04
<b>Frontomaksiller Suttur (mm)</b>	1,227E-03	1,176E-03	1,135E-03	1,475E-03	1,423E-03	1,364E-03	1,379E-04	1,124E-04	2,414E-04
<b>Zigomatikomaksiller Suttur (mm)</b>	-1,051E-03	-1,295E-03	-1,005E-03	-1,228E-03	-1,481E-03	-1,126E-03	-3,489E-04	-5,737E-04	-3,421E-04
<b>Zigomatikotemporal Suttur (mm)</b>	9,218E-04	-3,051E-04	8,109E-04	9,322E-04	-5,202E-04	8,614E-04	4,951E-04	8,432E-04	5,195E-04
<b>Zigomatikofrontal Suttur (mm)</b>	1,721E-03	1,504E-03	1,540E-03	1,936E-03	1,719E-03	1,771E-03	2,176E-04	1,081E-04	4,568E-04
<b>Pterygomaksiller Suttur (mm)</b>	-1,375E-03	-1,452E-03	-1,309E-03	-1,426E-03	-1,507E-03	-1,420E-03	-2,500E-04	-3,340E-04	-4,322E-04
<b>Midpalatal Suttur (mm)</b>	-2,192E-03		-2,073E-03	3,036E-05		-2,252E-03	-1,279E-04		-7,070E-04
<b>Frontonazal Suttur (mm)</b>	1,342E-03		1,236E-03	1,595E-03		1,482E-03	1,578E-04		2,729E-04

Dikey yönde ise (Z eksen) en fazla yer değiştirme infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon yapılan modelde premaksiller bölgenin superior yönde hareketi olarak gözlenmiştir. Dikey yönde en az hareket infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı içeren maksiller protraksiyon model protokolünde izlenmiştir (şekil 4.9)(Tablo 4.5).

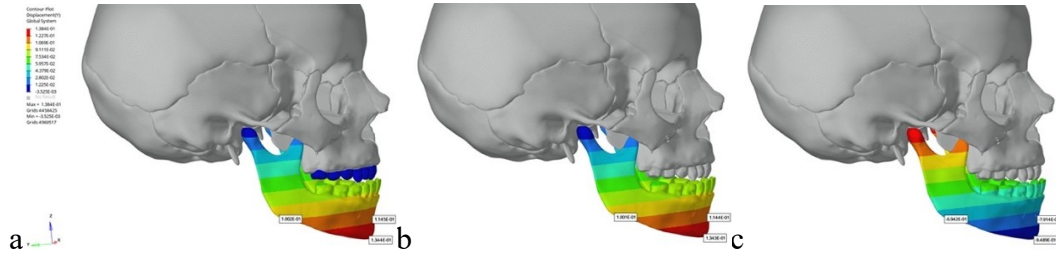


**şekil 4.10.** DDY modelinde a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Z Ekseninde).

**Tablo 4.5.** Yer değiştirme değerleri (mm) (Z eksenini)

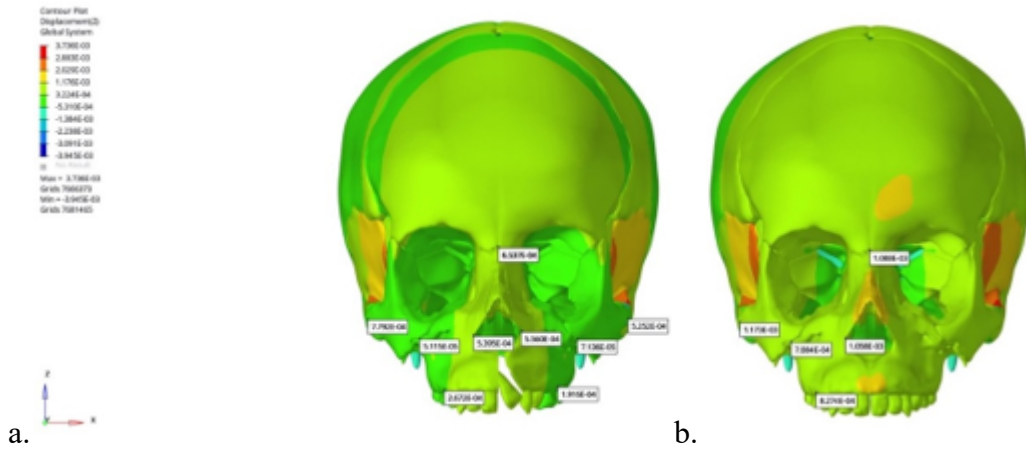
	Geleneksel Akiril Plak Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar Üzerinden Yüz Maskesi ile Maksiller Protraksiyon Modeli			İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak Üzerinden Elastik Kullanımını İçeren Maksiller Protraksiyon Modeli		
	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli	DDY Modeli		Kontrol Modeli
	Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)		Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)		Sağ Profil (Yarık olmayan taraf)	Sol Profil (Yarık taraf)	
<b>Nazomaksiller Suture (mm)</b>	4,171E-03	4,180E-03	3,862E-03	4,817E-03	4,837E-03	4,495E-03	7,101E-04	7,127E-04	1,095E-03
<b>Frontomaksiller Suture (mm)</b>	3,608E-03	3,591E-03	3,312E-03	4,155E-03	4,145E-03	3,859E-03	5,584E-04	5,625E-04	9,551E-04
<b>Zigomatikomaksiller Suture (mm)</b>	3,428E-03	3,495E-03	3,077E-03	3,814E-03	3,912E-03	3,571E-03	5,115E-05	7,136E-05	7,084E-04
<b>Zigomatikomporal Suture (mm)</b>	1,638E-03	1,497E-03	1,426E-03	1,750E-03	1,624E-03	1,642E-03	7,792E-04	5,252E-04	1,173E-03
<b>Zigomatikofrontal Suture (mm)</b>	3,382E-03	3,414E-03	3,063E-03	3,820E-03	3,890E-03	3,542E-03	4,122E-04	4,948E-04	8,893E-04
<b>Pterygomaksiller Suture (mm)</b>	1,499E-03	1,453E-03	1,362E-03	1,766E-03	1,732E-03	1,648E-03	1,129E-04	1,170E-04	3,380E-04
<b>Midpalatal Suture (mm)</b>	3,372E-03		3,186E-03	3,920E-03		3,752E-03	5,315E-04		8,649E-04
<b>Frontonazal Suture (mm)</b>	4,019E-03		3,717E-03	4,668E-03		4,320E-03	6,537E-04		1,088E-03

Maksillada protraksiyon sonucu saat yönünün tersine rotasyon miktarı en fazla geleneksel akrilik plak üzerinden kullanılan yüz maskesi modelinde, en az oranda ise infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı içeren modelde gözlenmiştir. Bunun sonucunda mandibulada yüz maskesi içeren modellerde saat yönünde rotasyon gerçekleşirken infrazigomatik ve mentonplak kullanıldığı modelde saat yönünün tersine bir rotasyon gerçekleşmiştir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.11.** DDY modelinde a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait sağ lateral görüntüler (Y Ekseninde).

Bu bulgular kontrol modelleri ile benzerlik göstermekle birlikte, infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı içeren maksiller protraksiyon modelinde premaksiller bölgedeki superior yöndeki hareketin DDY modelinde kontrol modeline göre daha az olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.11).



**Şekil 4.12.** a. DDY modeli ve b. kontrol modelinde infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon uygulanan modelin yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntü (Z Ekseninde).

Bulgular, maksiller posterior dişleri çevreleyen alanda ve pterygomaksiller suture bölgesinde gerilim şeklinde kuvvetlerin oluştuğunu, nazal bölgede lateral duvarlarında ise baskı şeklinde kuvvetlerin oluştuğunu göstermektedir.

#### 4.2. Yarı Hatt Bölgesinde Meydana Gelen Değişiklikler

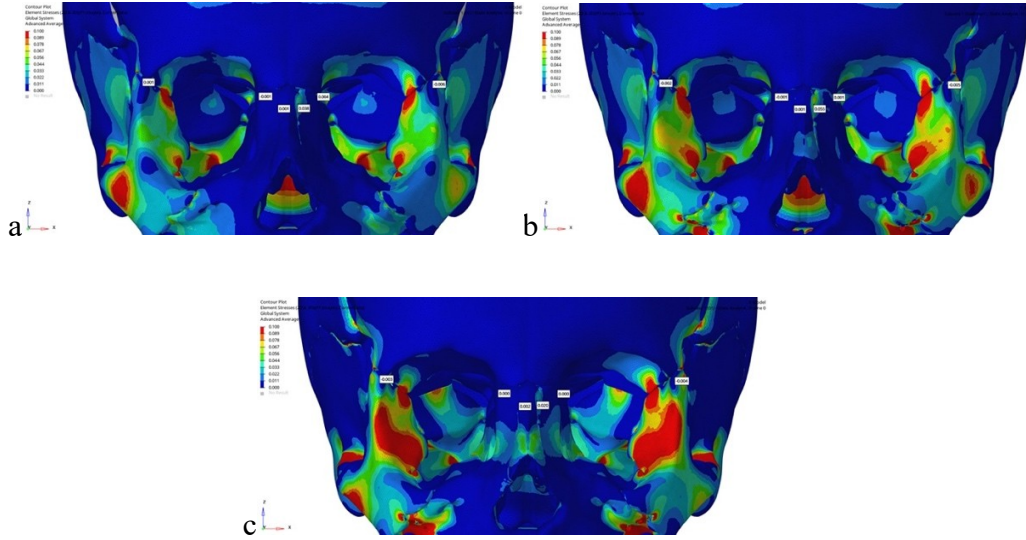
Her üç grup için de yarı hattı bölgesinde maksimum asal gerilme homojen şekilde dağılım göstermektedir ve minimal seviyededir (Şekil 4.2) (Tablo 4.1).

Minimum asal gerilme homojen şekilde dağılım göstermektedir ve minimal seviyededir (Şekil 4.4) (Tablo 4.2).

Kontrol grubu olarak belirlenen yarı bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlemlenmiştir (Tablo 4.1, Tablo 4.2)

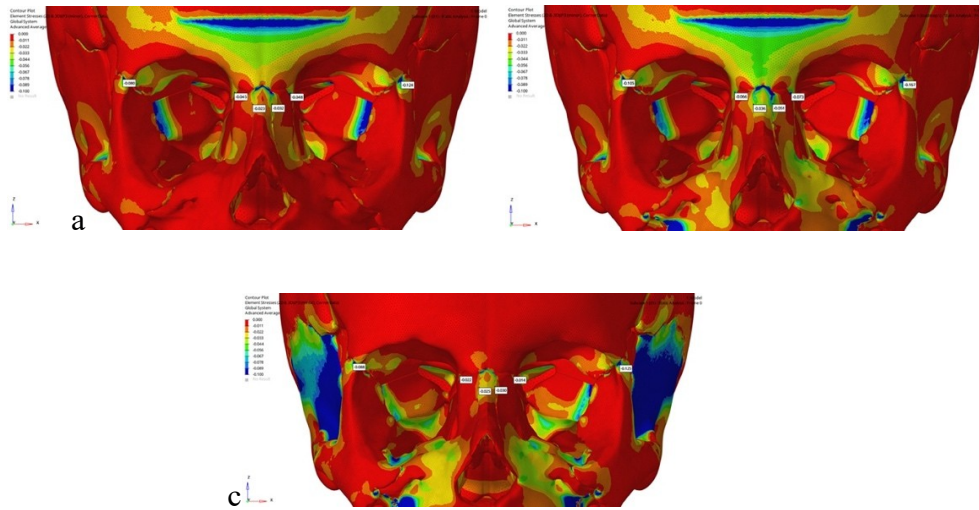
#### 4.3. Nazomaksiller Sutureda Meydana Gelen Değişiklikler

Nazomaksiller sutureda her üç grupta da maksimum asal gerilme, sol sutureda superiordan inferiora doğru minimal seviyede izlenmektedir (Şekil 4.12).



**Şekil 4.13.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait frontal görüntüler.

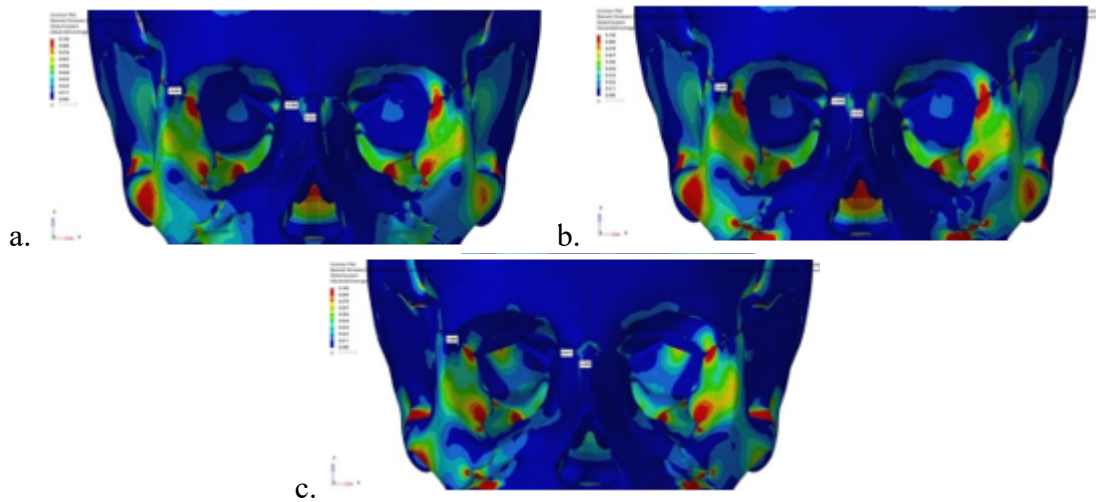
Minimum asal gerilme, sol suturda daha yoğun olmakla birlikte nazal kemiğin lateralkısımlarına doğru yayılmaktadır (Şekil 4.13).



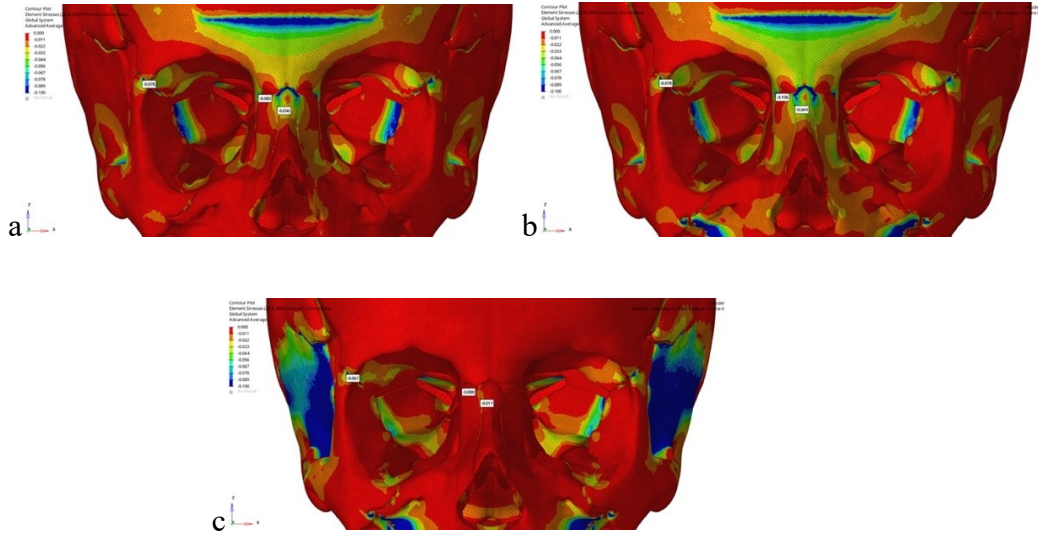
**Şekil 4.14.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal değerlerine ait frontal görüntüler.

Nazomaksiller suturda baskı şeklinde kuvvetler daha yoğun olarak izlenmektedir.

Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de DDY modellerinebenzer sonuçlar gözlenmiştir (Şekil 4.14, 4.15)(Tablo 4.1, 4.2).

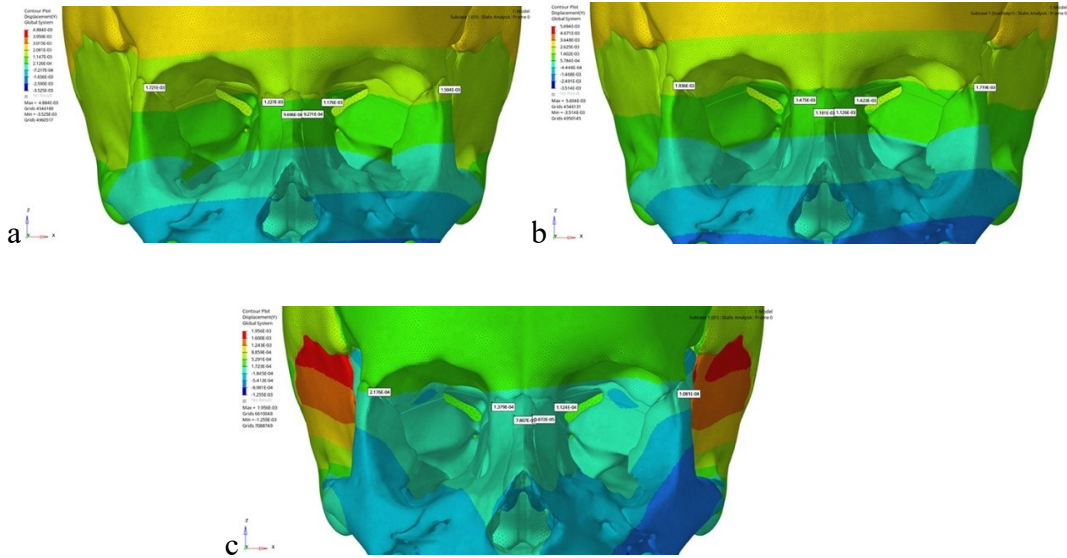


**Şekil 4.15.** Kontrol modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal değerlerine ait frontal görüntüler.



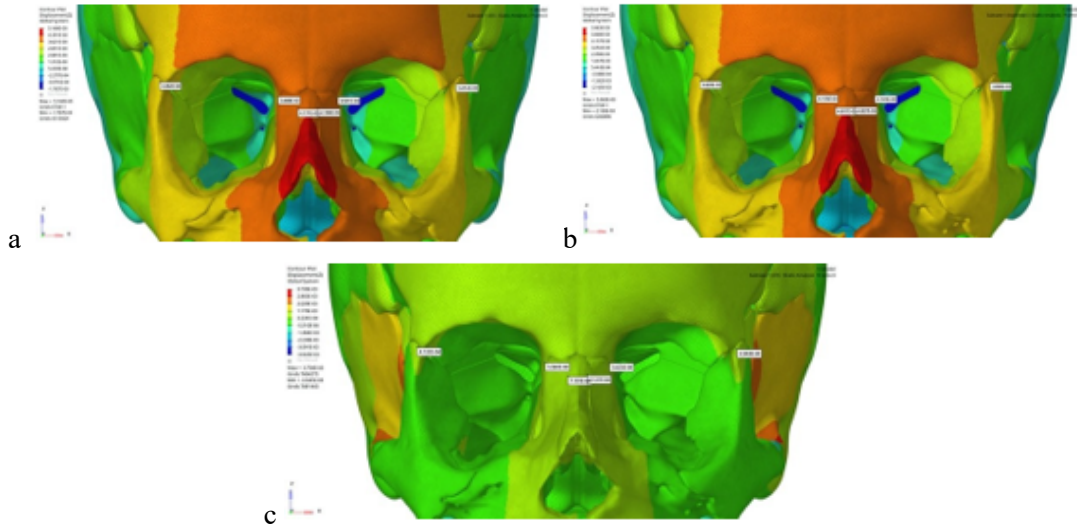
**Şekil 4.16.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki minimum asal değerlerine ait frontal görüntüler.

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında, DDY grubundaki modellerde vertikal yönde superior doğrultuda yer değiştirme saptanırken sagittal yönde ise posterior yönde bir baskı gözlenmiştir (Şekil 4.16, 4.17)(Tablo 4.4 ve 4.5).



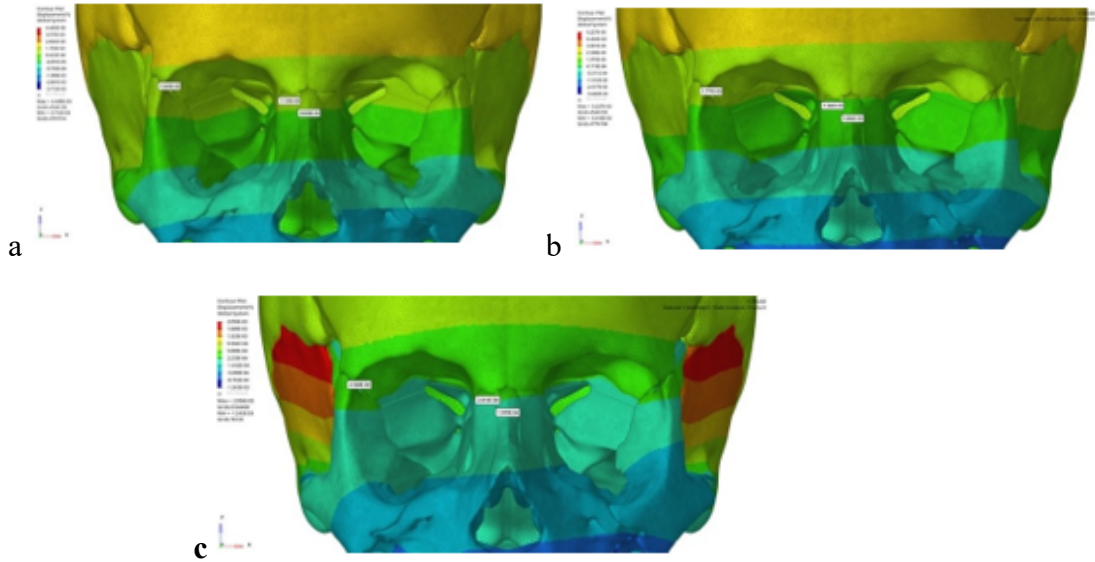
**Şekil 4.17.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Y eksenı).



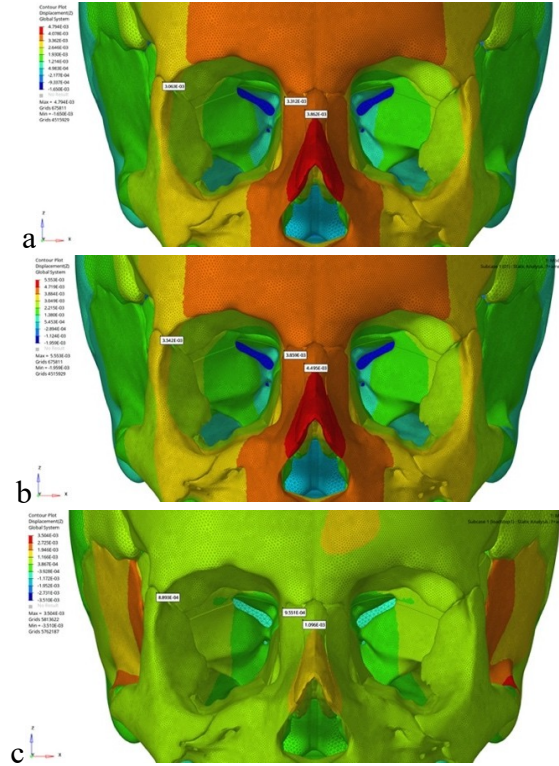


**Şekil 4.18.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Z Eksen).

Kontrol grubunda da benzer sonuçlar izlenmiştir (Şekil 4.18, 4.19)(Tablo 4.4).



**Şekil 4.19.** Kontrol modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değiştirme değerlerine ait frontal görüntüler (Y Eksen).



**Şekil 4.20.** Kontrol modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki yer değıştirmedeğerlerine ait frontal görüntüler (Z Eksen)

#### 4.4. Frontomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler

Frontomaksiller suturda, geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ve infrazigomatik üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modellerinde maksimum asal gerilme homojen bir şekilde dağılım göstermiştir (Şekil 4.12.a,b)(Tablo 4.1). İnfrazigomatik ve mentonplak üzerinden lastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde suturun inferiorda kalan kısmında hafif oranda maksimum asal gerilme izlenmiştir.

Minimum asal gerilme, her üç grupta da homojen dağılım göstermiştir (Şekil 4.13)(Tablo 4.2).

Kontrol grubu olarak belirlenen yarı bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir (Şekil 4.14 ve 4.15)(Tablo 4.1 ve 4.2)).

Yer değıştirme değeri incelendiğinde, DDY grubundaki modellerde vertikal yönde superior doğrultuda yer değıştirme saptanırken sagittal yönde ise posterioara doğru hafif yer değıştirme gözlenmiştir (Şekil 4.16 ve 4.17)(Tablo 4.4 ve

4.5). Kontrol grubunda bulunan modellerde de benzer sonuçlar izlenmiştir (Şekil 4.18 ve 4.19)(Tablo 4.4, 4.5).

#### **4.5. Frontonazal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler**

Frontonazal suturda her üç grupta da maksimum asal gerilme, homojen dağılımgöstermektedir (Şekil 4.1)(Tablo 4.1).

Minimum asal gerilme her üç grupta da, en fazla suturun medial bölgesinde izlenmektedir (Şekil 4.3)(Tablo 4.2).

Kontrol grubu olarak belirlenen yarı bulunmayan modellerde de benzer sonuçlargozenmiştir (Şekil 4.5 ve 4.6)(Tablo 4.1 ve 4.2).

Yer değiştirme değerleri incelendiğinde, DDY grubundaki modellerde vertikal yönde superior doğrultuda yer değiştirme saptanırken sagittal yönde ise posteriora hafif yer değiştirme gözlenmiştir (Şekil 4.8 ve 4.9)(Tablo 4.4 ve 4.5). Kontrol grubundakimodellerde de benzer sonuçlar izlenmiştir.

#### **4.6. Zigomatikomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler**

Zigomatikomaksiller suturda maksimum asal gerilme her üç modelde de en fazla sutural alanda inferior kısımda izlenirken, en az superior alanda meydana gelmiştir (Şekil 4.1). En fazla oranda infrazigomatik ve mentonplak kullanıldığı modelde izlenirken en az oranda ise geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi kullanılan maksiller protraksiyon modelinde izlenmiştir.

Minimum asal gerilme her üç grupta da sutural alanda homojen bir dağılım göstermektedir (Şekil 4.3)(Tablo 4.2). Bu bulgular ışığında zigomatimaksiller suturadaha çok gerilim tipi streslerin oluştuğundan söz edilebilir.

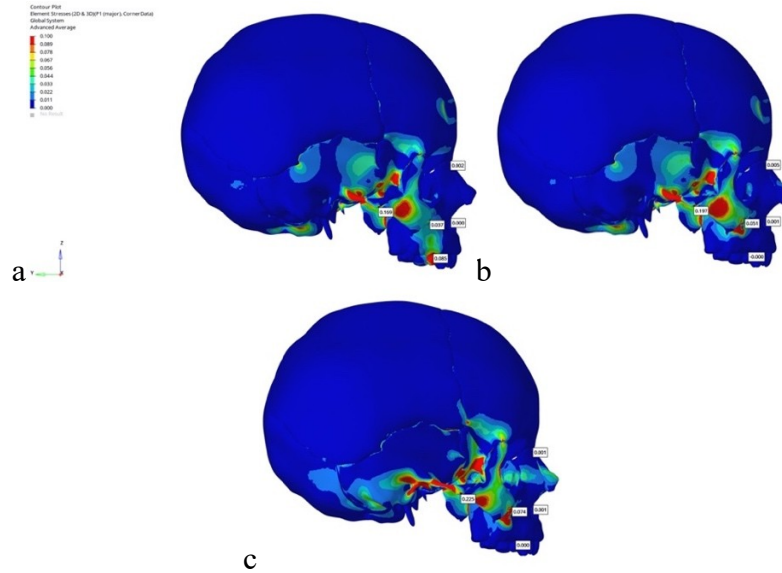
Kontrol grubu olarak belirlenen yarı bulunmayan modellerde de benzer sonuçlargozenmiştir (Şekil 4.5 ve 4.6)(Tablo 4.1 ve 4.2).

Yer değiştirme değerleri incelendiğinde, zigomatikomaksiller suturda sagittal yönde, DDY modellerinde anteriora hareket her üç grupta da gözlenirken en çok infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde izlenmiştir (Şekil 4.8)(Tablo 4.4). Aksiyal düzlemde infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde her iki tarafta daralma gözlenirken diğer iki modelde yarı olmayan tarafta laterale

doğru hafif yer değiştirme ile birlikte yarık olan tarafta meziale doğru hafif yer değiştirme gözlenmiştir (şekil 4.7)(Tablo 4.3). Vertikal yönde ise tüm modellerde, superiora doğru bir yer değiştirme gözlenmektedir ancak bu yer değiştirme infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde daha azdır (şekil 4.9)(Tablo 4.5). Kontrol grubunda da benzer sonuçlar izlenmiştir (Tablo 4.3, 4.4 ve 4.5).

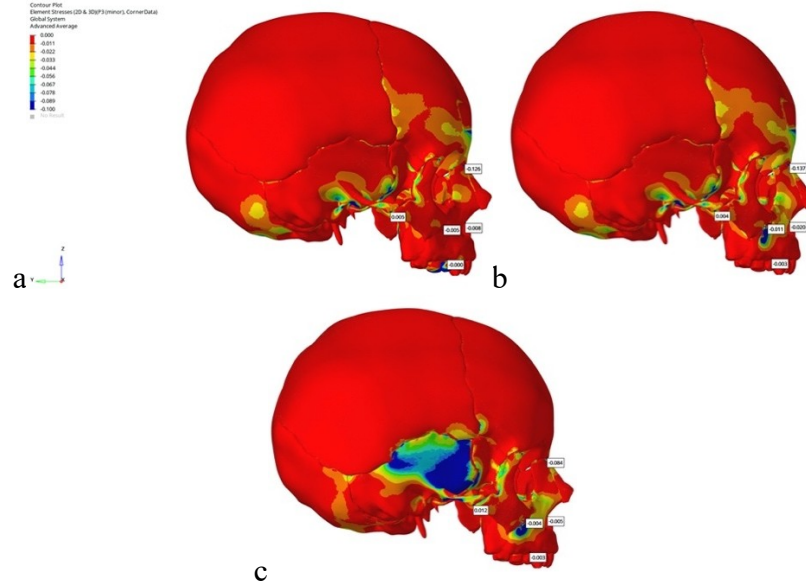
#### 4.7. Zigomatikotemporal Sutura da Meydana Gelen Değişiklikler

Zygomatikotemporal suturda maksimum asal gerilme her üç modelde de homojen bir dağılım gösterirken posteriora doğru gidildikçe bir artış göstermektedir (şekil 4.20)(Tablo 4.1).



**şekil 4.21.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait sağ profil görüntüleri.

Minimum asal gerilme her üç grupta da homojen bir dağılım gösterirken posteriora doğru gidildikçe bir azalma göstermektedir (şekil 4.21)(Tablo 4.2).



**Şekil 4.22.** DDY modeli için a. akrilik plaklar üzerinden yüz maskesi, b. infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi ve c. infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımı ile maksiller protraksiyon modellerindeki maksimum asal gerilme değerlerine ait sağ profil görüntüleri.

Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlemlenmiştir (Tablo 4.1 ve 4.2).

Yer değiştirme değerleri incelendiğinde, DDY grubunda her üç modelde de zigomatikotemporal suturda aksiyal düzlemde mezial doğrultuda hafif yer değiştirme gözlenirken, vertikal yönde superior doğrultuda bir değişiklik gözlenmektedir. Sagittal düzlemde bakıldığında ise infrazigomatik ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde her iki tarafta posterior yönlü bir değişim olurken diğer iki modelde sağ suturda posterior, sol suturda anterior yönünde bir yer değişimi izlenmektedir (Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9)(Tablo 4.3, 4.4 ve 4.5).

#### 4.8. Zigomatikofrontal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler

Zigomatikofrontal suturda maksimum asal gerilme değerlerine bakıldığında her üç grupta da sutural alanda yoğun olarak başlayıp superior ve inferior yönde azalarak dağılmaktadır (Şekil 4.12)(Tablo 4.1).

Minimum asal gerilme değerlerine bakıldığında her üç grupta da sutural alanda homojen bir dağılım görülmektedir (Şekil 4.13)(Tablo 4.2). Bu bulgular

ışığında zigomatikofrontal suturda gerilim tarzı stresin daha yoğun olduğu gözlenmektedir.

Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir (Şekil 4.14 ve 4.15)(Tablo 4.1 ve 4.2).

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında; tüm gruplarda vertikal, sagittal ve aksiyal yönlerde minör yer değiştirme izlenirken belirgin bir hareket meydana gelmemiştir(Şekil 4.18 ve 4.19)(Tablo 4.3, 4.4 ve 4.5).

#### **4.9. Pterygomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler**

Pterygomaksiller suturda maksimum asal gerilme her üç modelde de benzer değerler göstermiş ve en yoğun olarak superior bölgelerde izlenmiştir (Şekil 4.2)(Tablo 4.1).

Minimum asal gerilme her üç modelde de homojen dağılım göstermiştir ve minimal seviyededir (Şekil 4.4)(Tablo 4.2). Pterygomaksiller suturda gerilim tipi stresler dahayöğun olarak izlenmektedir.

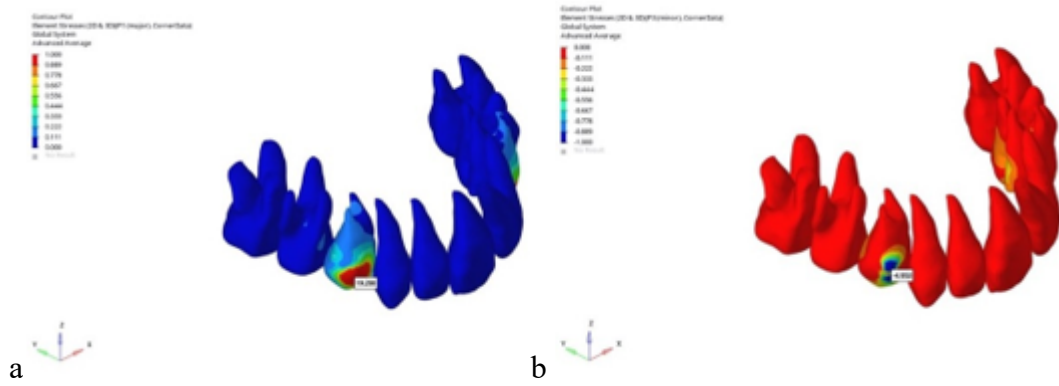
Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir (Tablo 4.1 ve 4.2).

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında ise DDY modelinde pterygomaksiller sutur sagittal yönde en fazla infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile protraksiyon modelinde olmakla birlikte öne doğru yer değiştirdiği gözlemlenmiştir (Tablo 4.4). Aksiyal düzlemde, infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde medial doğrultuda hareket izlenirken diğer iki modelde lateral doğrultuda bir hareket izlenmiştir (Tablo 4.3). Vertikal yönde ise, iskelet destekli gruplarda daha fazla superior doğrultuda hareket gözlenmiştir (Tablo 4.5). Kontrol grubunda da benzer sonuçlar bulunmuştur.

#### **4.10. Maksiller Dentisyonda Meydana Gelen Değişiklikler**

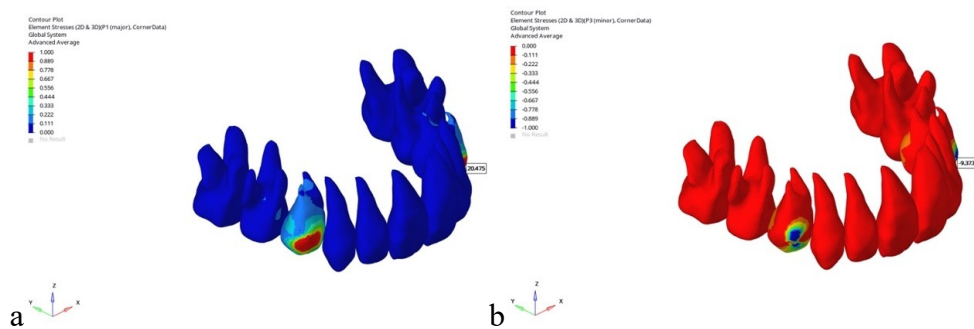
Maksiller dentisyonda geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde maksimum asal gerilme sırasıyla maksiller sağ birinci premolar ve sol süt birinci molar dişlerde yoğunlaşmıştır. Posterior bölgeden anteriora doğru gidildikçe maksimum asal gerilmede azalma gözlenmiş ve keserlerde minimal değerlere ulaşmıştır. Koronal seviyede etkilenen dişlerin bukkal kaslarının

mezial bölgesinde gerilmeler yoğunlaşmaktadır. Kökler incelendiğinde ise bukkal kökte palatinal köke göre daha fazla stres yoğunluğu gözlenmektedir (Şekil 4.22.a). Diğer iki DDY modelinde, iskeletsel ankrajdan faydalandığı için maksimum asal gerilmeleri homojendağılım gösterirken minimal değerlerde seyretmektedir.



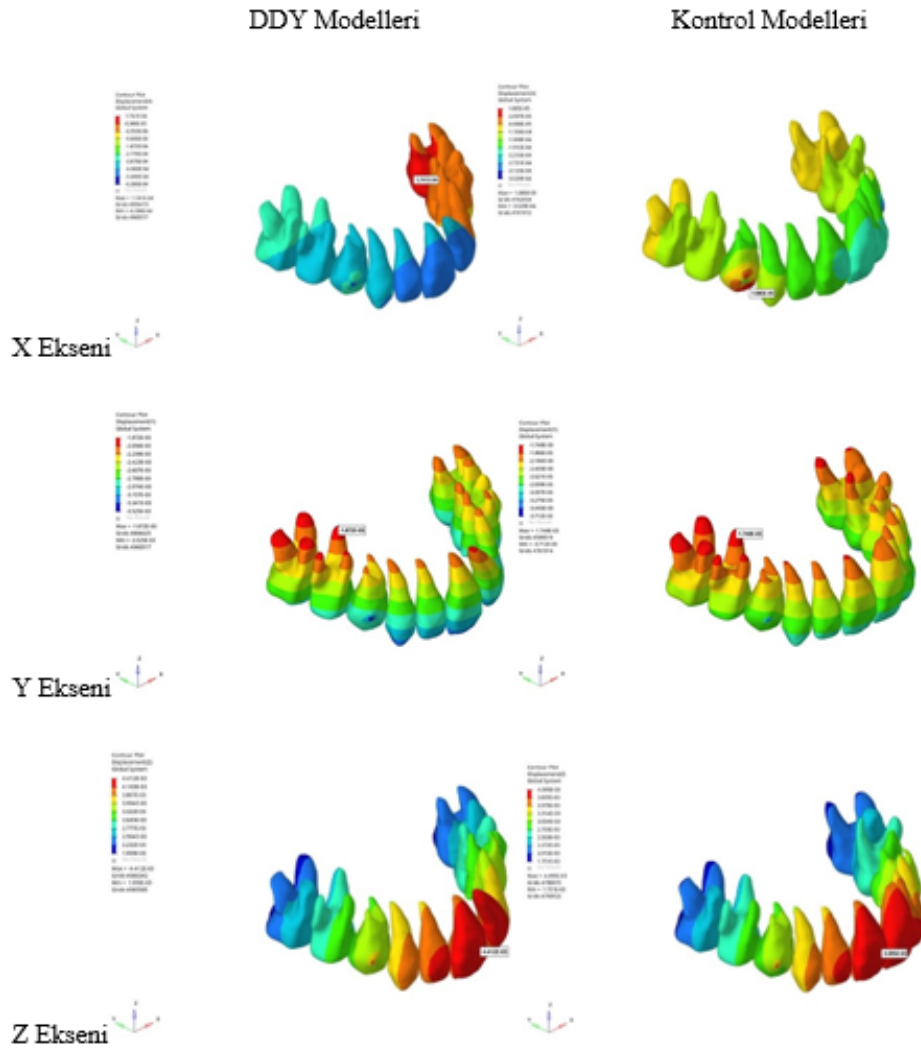
**Şekil 4.23.** DDY modeli için a. maksimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü b. minimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü

Geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde minimum asal gerilme, en az sağ birinci premolar ve sol süt birinci molar dişlerde izlenirken anteriora doğru gerilme azalmakta ve keserlerde maksimal değerler izlenmektedir (Şekil 4.22.b). Diğer iki modelde bütün dişler için ortalama olarak benzer değerlere sahiptir ve maksimal değerlerde seyretmektedir. Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir (Şekil 4.23).



**Şekil 4.24.** Kontrol modeli için a. maksimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü b. minimum asal gerilme değerlerinin görüntüsü

Geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde yerdeğiştirme verilerine bakıldığında, sagittal yönde incelendiğinde keser bölgesindeki dişlerin kronları labiale kökleri palatinale doğru yer değiştirmiştir. Bu durum posteriora doğru gidildikçe azalmaktadır. Vertikal düzlemde yarık hattına komşu dişlerde daha fazla olmak üzere keser dişlerde superior yönde bir yer değişimi olurken posteriora doğru azalarak devam etmektedir. Bütün dişlerde benzer miktarda anteriora doğru yer değiştirme ve kron kök bazında bakıldığında tüm dişlerin kronlarının köklerine oranla daha çok öne doğru yer değiştirdiği gözlenmiştir. İskeletsel destekli modellerde ise dişlerde minör hareketler izlenmiştir. Kontrol grubundaki modellerde de benzer sonuçlar bulunmuştur (Şekil 4.24).

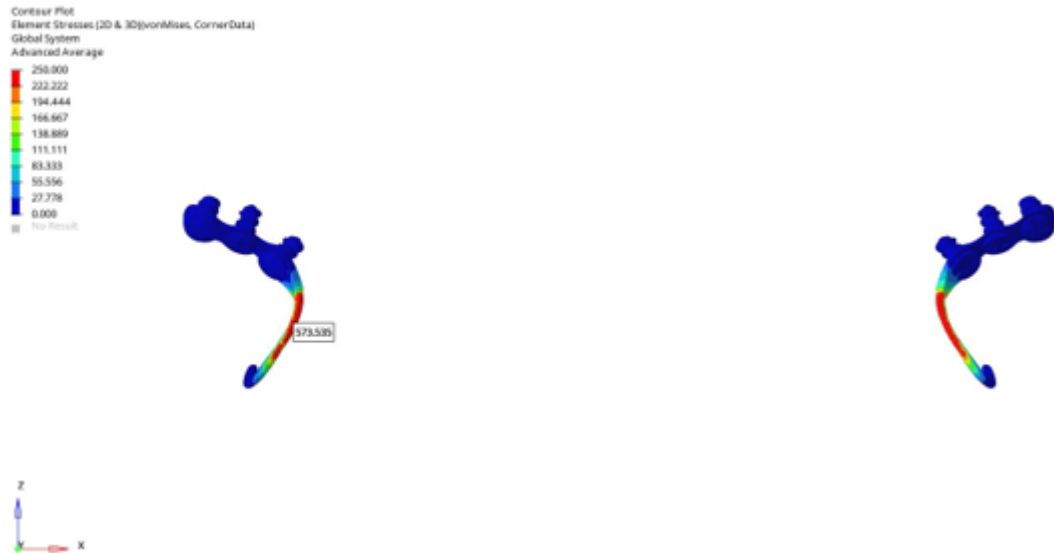


**Şekil 4.25.** DDY ve kontrol modellerinde X, Y ve Z eksenlerindeki yer değiştirme değerlerine ait görüntüler



#### 4.11. İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak ile Mini Vidalarda Meydana Gelen Değişiklikler

Von Misses gerilmesi yapının herhangi bir yükleme durumunda plastik şekil değişimine uğramış olup olmadığını belirlemek için hesaplanan bir değerdir. Bu nedenle çalışmada kullanılan mini plak ve mini vidalarda Von Misses gerilmesi değerlendirilmiştir. Mini plaklara kuvvet yüklemesi ile birlikte, Von Misses gerilmesi ağız içerisine açılan boyun kısmından başlamak üzere ikinci mini vidanın uygulandığı seviyeye kadar artarak devam etmiştir. Kuvvetin en fazla yoğunlaştığı alan inferiorda kalan vidayı çevreleyen mini plak bölümü ve vidanın boynudur (Şekil 4.25 ve 4.26).



**Şekil 4.26.** DDY modelinde infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksillerprotraksiyon modelinde kullanılan infrazigomatik plakların Von Misses gerilme görüntüsü.

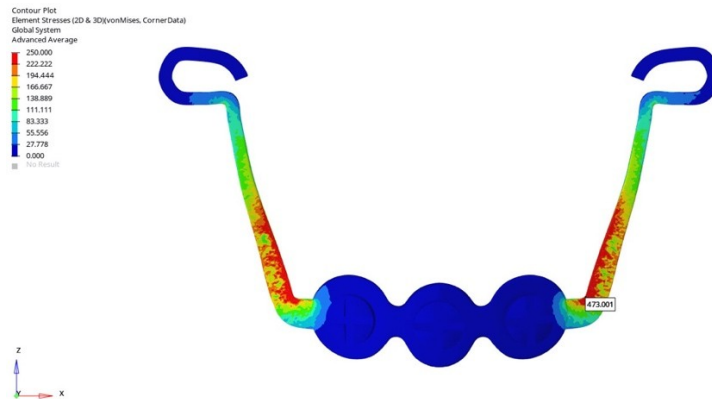
Mini vidalarda kuvvetin dağılımı heterojendir ve sırası ile inferiordan başlayarak superiordaki vidaya doğru Von Misses gerilmeleri incelendiğinde değerlerin giderekazaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.26).



**Şekil 4.27.** DDY modelinde infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksillerprotraksiyon modelinde kullanılan mini vidaların Von Misses gerilme görüntüsü.

Bununla birlikte yarık olan tarafta bulunan mini plak ve vidaların daha fazla strese maruz kaldığı görülmüştür (Şekil 4.25 ve 4.26).

Menton plak bulunan model için de benzer durum geçerlidir, Von Misses gerilmesi ağız içine açılan boyun kısmından başlamak üzere ilk vidaların etrafında yoğunlaşmaktadır (Şekil 4.27 ve 4.28).



**Şekil 4.28.** DDY modelinde infrazigomatik plaklar ve menton plak üzerinden elastik kullanımıyla maksiller protraksiyon modelinde kullanılan menton plakların Von Misses gerilme görüntüsü



**Şekil 4.29.** DDY modelinde infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımıyla maksiller protraksiyon modelinde kullanılan mini vidaların Von Missesgerilme görüntüsü

Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde hem infrazigomatikplakve mentonplak hem de mini vidalarda oluşan stresler benzerdir.

#### 4.12. Temporomandibular Bölgede Meydana Gelen Değişiklikler

Temporomandibular bölge incelendiğinde maksimum asal gerilme değerlerine bakıldığında, geleneksel akrilik plak apareyi üzerinden yüz maskesi ve infrazigomatikplaklar üzerinden yüz maskesi yöntemlerinde homojen ve minimal bir dağılım izlenirken, infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde artiküler tuberkül ve glenoid fossa bölgesinde stres yoğunluğu görülmektedir (Şekil 4.20).

Minimum asal gerilme değerlerine bakıldığında ise geleneksel akrilik plak apareyi üzerinden yüz maskesi ve infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi yöntemlerinde glenoid fossa bölgesinde anteriora doğru en yüksek görülmekle birlikte posteriora gidildikçe minimal oranda izlenmektedir (Şekil 4.21). Infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde en yüksek değer temporal kemik ve temporal kemiğin zigomatik prosesin inferiorunda izlenmektedir. Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir.

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Çalışmanın Amacı

Tam dudak damak yarığı olan hastalarda, maksiller büyüme genellikle dudak ve damak onarımından kaynaklanan kısıtlayıcı kuvvetler nedeniyle tehlikeye girmektedir [1].

Bunun sonucunda dudak damak yarıklı bireyler sıklıkla ön çapraz kapanışla ilişkiliiskeletsel Sınıf III büyüme paterni göstermektedir.

Yıllar boyunca, tam dudak damak yarığı olan hastalarda hafif maksiller yetmezliğin enyaygın tedavisi, maksiller protraksiyon için yüz maskesi kullanımınıdır [2]. Orta şiddette veya şiddetli maksiller yetmezliklerin tedavi protokolü ise büyüme periyodunun sonunda ortognatik cerrahi ile maksiller ilerletmedir [3]. Bu protokolün dezavantajı, genellikle yüz dismorfolojisi sergileyen tek taraflı dudak damak yarıklı hastaların, çocukluk ve ergenlik dönemini tedavi olamadan geçirmesidir [4]. Yüz maskesi tedavisi, tek taraflı dudak damak yarıklı hastalarda maksiller yetersizliğin şiddetine göre sınırlı ortopedik etkiler sağlamaktadır [5, 6]. Bunun yanı sıra molar mezializasyonu ve maksiller kesici diş proklinasyonu gibi yan etkiler de görülebilmektedir [7].

Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, yüz maskesi tedavisi ile birlikte iskelet ankraj amaçlı modifiye cerrahi mini plakların kullanımının ortopedik etkileri en üst düzeye çıkardığını bildirmiştir [8-10]. Daha yakın zamanlarda, De Clerk ve arkadaşları [11] ve Nguyen ve arkadaşları [12] tarafından hem maksillaya hem de mandibulaya modifiye cerrahi mini plakların yerleştirilmesini ve bu plaklar üzerinden sınıf III intermaksiller elastiklerin kullanımını içeren kemik destekli maksiller protraksiyon protokolü tanıtılmıştır. Bu protokolda mini plaklar üzerinden intermaksiller elastiklerle uygulanan saf kemik destekli ortopedik kuvvetler ile maksiller retrüzyonu olan hastalarda orta yüz büyümesini arttırmakla birlikte geleneksel akrilik plak üzerinden uygulanan yüz maskesi yönteminden farklı olarak mandibulada saat yönünde rotasyon yaparak bireylerin alt yüz bölgesinde istenmeyen vertikal büyümeleri de önleyebileceği savunulmuştur [72].

Goslon ölçeği skalasında 4 olan vakalar, iskeletsel bozukluğun düzeltilmesi için ortopedik olarak tedavi edilebilecek sınırdadır; fakat yüz büyümesi uygun

değilse ortognatik cerrahi gerekebilmektedir. Daniela ve ark. [87] ile Yijin ve ark. [88] yapmış oldukları çalışmalarda tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde yapmış oldukları intermaksiller elastik kullanımını içeren iskeletsel maksiller protraksiyon yöntemini 10-12 yaş aralığındaki bireylerde uygulamışlardır ve bu bireyler için elde edilen iskeletsel ankrajlı maksiller protraksiyon sonuçlarının umut verici bir ortopedik tedavi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Literatürde Goslon 4 olan tek taraflı dudak damak yarıklı hastalarda geleneksel ve iskeletsel yöntemlerinin ortognatik tedavi ihtiyacını azaltmada ne kadar etkili olduklarıyla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, sonlu elemanlar analizini kullanarak tek taraflı dudak damak yarıklı hastalarda farklı maksiller ilerletme yöntemlerinin maksillofasiyal bölgede yarattığı stres dağılımının ve olası hareket miktarlarının değerlendirilmesi ve gelenekselyöntemle karşılaştırılmasıdır.

## 5.2. Materyal ve Metod

Sonlu elemanlar analizi, özellikle mühendislik ve sağlık alanlarında sıklıkla kullanılan bilgisayar destekli simülasyondur [74]. Bu simülasyonlar ile sonsuz sayıdaki değişken tahmin edilebilir sonlu sayıda elemana dönüştürülmektedir. Bu sayede elde edilen veriler, tedavi mekanikleri açısından tahmin edilebilir sonuçlara dönüştürülebilmektedir[89, 90].

Maksiller retrognatiye bağlı Sınıf III maloklüzyona sahip dudak damak yarığı bulunan bireylerde, farklı protraksiyon protokolleri ile uygulanan kuvvetin etkilerinin incelendiği çalışmamızda, sonlu elemanlar analizi tercih edilerek olası değişkenler tahmin edilmeye çalışılmış ve sonsuz sayıdaki bilinmeyen değişken iskeletsel elemanlara indirgenmiştir.

Analizi yapılacak sonlu elemanlar modelini elde etmek için medikal görüntüler ile modelleme, anatomik modelleme ve segmentasyon gibi farklı yöntemler önerilmiştir [74, 89, 91]. Medikal görüntülerden yapılan modellemede öncelikle konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri seçilerek taranmakta, taranan görüntüler üzerindeki hata ve artefaktlar ise bireyin kendisi tarafından el ile düzeltilmektedir. DICOM formatında üç boyutlu elde edilen hacimsel görüntüler rekonstrükte edilerek farklı birprogramda düzenlenerek uygulanmaktadır.

Medikal görüntüler ile modelleme yönteminde dikkat edilmesi gereken kemik ve dentyapılar gibi dokuların iyi ayrıştırılması ve mekanik özelliklerinin programa iyi tanımlanmasıdır; çünkü yazılımda kuvvetin etkileri incelenirken üç boyutlu görüntü, mekanik özellikler ve sınır değerlerine göre tepki verecektir [74]. Hastaya ait fiziksel özelliklerin en doğru şekilde oluşturulabilmesi için çalışmamızda kullanılan görüntü dudak damak yarığı bulunan Sınıf III iskeletsel maloklüzyona sahip bir hastanın konik ışınli bilgisayarlı tomografi verileri kullanılarak oluşturulmuştur.

Bu çalışmada kullanılan modellerde şematize edilen materyallerle ilgili sonucun doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyecek diğeri bir faktör ise homojenitedir. Özellikle mine, dentin ve kemik gibi dokular farklı yapısal konfigürasyonlar sergileyebilmektedir. Bu tarz elemanlara anizotropik materyaller denir [92]. Belirtilen dağılım farklılığı ile homojenitenin olmaması stres dağılımı ile gerilimin etkilerinin değerlendirilmesini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu sebeple birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da bu yapılar izotropik olarak kabul edilmiştir. Analiz yapılırken bütün elemanlar lineer ve homojen olarak simule edilmiştir [91, 93-96].

### **5.2.1. Kortikal Kemik, Trabeküler Kemik, Dişler ve Periodontal Ligamentin Modellenmesi**

Çalışmada kullanılan kafatası modelinin oluşturulması için; tek taraflı dudak damak yarığı bulunan 11 yaşında bir bireyin konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüsü kullanılmıştır. Tomografi verisi 0.1 mm kesit kalınlığı ile rekonstrükte edilmiştir. Rekonstrüksiyon sonucunda elde edilen tomografi verileri DICOM formatında 3DSlicer yazılımına aktarılmıştır. DICOM formatındaki CT verisi 3DSlicer yazılımında uygun Hounsfield değerlerine göre ayrıştırılarak, segmentasyon işlemi ile üç boyutlu modele dönüştürülmüştür. Model .stl formatında dışa aktarılmıştır.

Kalınlığı ayarlanan üç boyutlu mandibula kortikal kemiğinin iç yüzeyi referans alınarak trabeküler kemik elde edilmiştir. Mine, dentin, sement ve periodontal ligament gibi yapıların özellikleri analize el ile (manuel) girilmiştir,

burada referans alınan değerler daha önceki çalışmalarda tanımlanan değerler dikkate alınarak uygulanmıştır [97-99].

Temas yüzeyi olan kemik segmentleri arasında “boolean” işlemi yapılarak suturlaroluşturulmuştur.

### **5.2.2. Mini Plak ve Mini Vidaların Modellenmesi**

Sınıf III maksiller retruzyon olan maloklüzyonların tedavisinde iskeletsel ankraj için kullanılan mini plaklar rijit bir ankraj üzerinden kuvveti kranial yapılara iletmek için kullanılmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada çoğu klinik çalışmada [11, 72] kullanılan 3 vidayla yerleştirilen mini plaklar tercih edilmiştir.

Ortodontik mini plakların fiksasyonunda sıklıkla monokortikal ve en az 4-5mm uzunluğunda vidalar tercih edilmektedir [72, 100]. Bu çalışmada ise literatürdeki diğer çalışmalardakine [101-103] benzer şekilde 2,3 mm çapında ve 5 mm boyunda monokortikal self-tapping fiksasyon vidaları tercih edilmiştir.

### **5.2.3. Apareylerin Modellenmesi ve Çalışma Modellerinin Oluşturulması**

Çalışmamızda kullanılan akrilik plak, zigoma plağı, yüz maskesi, mentonplak ve mini vidalar ürün kataloğundaki ölçüler esas alınarak ANSYS Spaceclaim yazılımında modellenmiştir. Palatinal bölgeden geçen 0,043 inç’lik tel ile bağlanmış akrilik plak her modelde okluzyonu açmak amacıyla uygulanmıştır. Eman ve ark. [101], Yang ve ark. [104] ile Yixin ve ark. [105] da yapmış oldukları çalışmalarda keser bölgesindeki çaprazkapanışın düzeltilebilmesi için okluzyonu açmak amacıyla ısırma blokları kullanmışlardır. Parveen ve ark. [106] ise çalışmalarında okluzyonu açmak amacıyla herhangi bir aparey kullanmamışlardır.

Çalışmada kontrol modeli ve tek taraflı dudak damak yarığı modeli (DDY modeli) olmak üzere iki farklı ana model oluşturulmuş, bu modellerde 3 farklı mekanik kıyaslanmıştır:

İlk mekanik; geleneksel akrilik plak üzerine okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi kullanımındır.

İkinci mekanik; infrazigomatik krest bölgesine yerleştirilen mini plaklar üzerine okluzal düzleme 30° açıyla yerleştirilen elastikler ile yüz maskesi kullanımındır.

Üçüncü mekanik; maksilladaki infrazigomatik plaklara ek olarak mandibulaya yerleştirilen mentonplak üzerinden elastik kullanımı şeklindedir. Bütün modellerde heriki taraftan 500'er gr'lık kuvvet uygulaması yapılmıştır.

Sınıf III maksiller retrüzyon bulunan iskeletsel maloklüzyonlarda maksiller protraksiyon amacıyla uygulanan kuvvetlerle ilgili literatüre bakıldığında 150 gram ile 1200 gram arasında değişen kuvvetlerin uygulandığı görülmektedir [9, 107-111]. Lee ve ark. [95] ise maksiller retrüzyona sahip iskeletsel Sınıf III maloklüzyonun modellendiği sonlu elemalar analizinde bilateral olarak 500 gramlık kuvvet kullanmışlardır. Benzer şekilde Yan ve ark. [96] da sonlu elemanlar analiziyle yaptıkları çalışmada 500 gramlık kuvvet kullanmışlardır. Bu çalışmalarla uyumlu olacak şekilde, mevcut çalışmada da taraf başına 500 gramlık kuvvet uygulaması yapılmıştır.

Uygulanan kuvvetin sadece miktarı değil aynı zamanda doğrultusu da önemlidir. S. Parveen ve ark.[106] yapmış oldukları sonlu elemanlar analizi çalışmalarında tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde okluzal düzleme göre farklı kuvvet vektörleri (+20, 0 ve

-20 derece) ile uygulanacak şekilde yüz maskesi uygulamasının etkilerini araştırmıştır. Çalışmalarına göre +20 derece (Okluzal düzleme göre inferior yönde) ile verilen yüz maskesi hastalarında diğer gruptakilere göre her düzlemde daha fazla hareket elde edildiği bulunmuştur. Xiulin ve ark. [96] yapmış oldukları üç boyutlu sonlu eleman analizi çalışmalarında kemik ankrajı ve geleneksel dental ankraj ile maksiller protraksiyon sırasında kranियomaksiller kompleksin hareketini karşılaştırmışlardır.

Sonuç olarak dental ankraj modelindeki kraniyomaksiller kompleksin saat yönünün tersine rotasyonla öne doğru yer değiştirdiğini ve rotasyon derecesinin kuvvet vektörü ile okluzal düzlem arasındaki açının 0'dan 30'a artmasıyla kademeli olarak azaldığını bulmuşlardır. Benzer şekilde, kemik ankraj modelindeki kraniyomaksiller kompleks de saat yönünün tersine rotasyonla öne doğru yer değiştirmiş ve rotasyon derecesi, açının 0'dan 20'ye artmasıyla kademeli olarak azalmıştır. Kuvvet vektörü ve okluzal düzlem arasındaki açının 20'den 30'a yükselmesiyle kraniyomaksiller kompleks saat yönünde rotasyona uğramış ve açının artmasıyla rotasyon derecesi de kademeli olarak artmıştır. Kompleks, 30 derecelik



kuvvet vektörü yönünde gözle görülür bir saat yönünde dönüşle geriye doğru hareket etmiştir. Literatüre bakıldığında yüz maskesi kullanımı sırasında kuvvet uygulama açısı ile ilgili genel bir fikir birliği bulunmamakla birlikte genellikle uygulanan kuvvetin oklüzal düzlemin 20-30 derece altından geçecek şekilde olması tercih edilmektedir [102, 109, 112-115]. Bu çalışmada da elastik kuvvetinin doğrultusu oklüzal düzlemin 30 derece altından geçecek şekilde uygulanmıştır.

### **5.3. Bulgular**

#### **5.3.1. Nazomaksiller Kompleks ve Alveoler Kemikte Meydana Gelen Değişiklikler**

Geleneksel akrilik plak apareyi üzerinden yüz maskesi ile kuvvetin uygulanması sonucu en fazla maksimum asal gerilme, süt molar dişlere komşu alveoler kemikte ve alveoler proseslerin lateral duvarları ile pterygomaksiller suturda meydana gelmiştir. Bu sonucun geleneksel modelde uygulanan kuvvetin bir kısmının maksiller dişler üzerindeki akrilik aparat aracılığıyla dentisyona iletilmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İnfrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelindeki maksimum asal gerilme, en fazla maksiller kemiğin zigomatik prosesin lateral alanında, infrazigomatik bölgede ve pterygomaksiller suturda meydana gelmektedir. Özellikle plakların uygulandığı alanda yoğunlaşan gerilmeler, periferal dağılım gösterirken giderek azalmaktadır. İnfrazigomatik krest üzerinden doğrudan uygulanan protraksiyon modellerinde alveoler kemikte hafif gerilme kuvveti izlenmiştir. İskeletsel destekli maksiller protraksiyon modellerinde kuvvet doğrudan kemik bölgesine uygulandığı için maksimum asal gerilmelerin yoğun olarak maksiller kemiğin zigomatik proses bölgesinde oluşması beklenen bir sonuçtur.

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında, iskeletsel destekli protraksiyon modellerde sagittal yönde en fazla yer değişime maksillada plakların uygulandığı kısımda ve pterygomaksiller sutur bölgesinde meydana gelirken, geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde sagittal yönde en fazla yer değişime maksiller posterior dişleri çevreleyen alveoler kemik ve çevre yapılarında izlenmiştir.

Sagittal yöndeki yer değiştirme miktarları kıyaslandığında iskeletsel modellerde özellikle maksiller bazal kemikte hareket oluşurken geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelde daha çok dentisyonda anterior doğrultuda bir hareket meydana gelmiştir. Hareket miktarları değerlendirildiğinde infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modeline göre daha fazla değişim olduğu görölmektedir. Mentonplağı uygulanan modelde ise diğer modellere kıyasla en az hareket miktarı geręekleřtięi bulunmuştur. Bu durumun lastiklerden gelen kuvvetin uygulanma açısının diğer iki modelden farklı olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Kamath ve ark. [103] kemik destekli maksiller protraksiyon çalışmalarında infrazigomatik krest üzerinden yüz maskesi ve infrazigomatik krest ve mentonplağı üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyonu incelemişlerdir. alışmalarında maksillada sagittal yönde en fazla hareketin infrazigomatik krest üzerinden verilen yüz maskesi grubunda olduğu sonucuna varmışlardır. Bu açıdan bulgularımız Kamath ve ark. [103] bulgularıyla uyumgöstermektedir.

Dikey yönde ise (Z eksenini) en fazla yer değiştirme infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon yapılan modelde premaksiller bölgenin superior yönde hareketi olarak gözlenmiştir. Dikey yönde en az hareket infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon model protokolünde izlenmiştir. Bu bulgular kontrol grubundaki modellerle benzer sonuçlar göstermektedir. Kim ve ark.'nın [116] yapmış oldukları çalışmada mini plaklarla uygulanan maksiller protraksiyon modelinde de bizim çalışmamızdakine benzer şekilde maksillada superior yönde hareket meydana gelmiştir. Yixin Zhang ve ark.'nın [105] yüz maskesi maksiller protraksiyon yapmış oldukları dudak ve damak yarıklı hastalarda da bizim çalışmamızdakine benzer şekilde maksillanın anterior kısmında superior yönde hareket meydana gelmiştir.

Yüz maskesi ile iskelet destekli maksiller protraksiyon tedavisi, palatal rotasyonu tamamen önleyemese de aşağı ve öne doğru bir kuvvet kullanır. Jahanbin ve ark. yapmış oldukları çalışmada [117] dudak damak yarıklı hastalarda palatal düzlemin saat yönünün tersine dönmesini önlemek için aşağı doğru 30 dereceden fazla bir açıya ihtiyaç olduğunu ve BAMP tedavisinde intermaksiller elastikler

kullanıldığında, sınıf III elastiklerle saat yönünün tersine rotasyon meydana geldiğini belirtmişlerdir. Xiulin ve ark. [96] yapmış oldukları çalışmada kemik ankrajı ve geleneksel dental ankraj ile maksiller protraksiyon sırasında kraniyomaksiller kompleksin üç boyutlu hareketini sonlu eleman analizi ile değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında dental ankraj modelindeki kraniyomaksiller kompleks saat yönünün tersine rotasyonla öne doğru yer değiştirmiş ve kuvvet vektörü ile oklüzal düzlem arasındaki açının 0 ila 30 derece arasında artmasıyla rotasyon derecesi kademeli olarak azalmıştır. Bununla birlikte, kemik ankraj modelindeki kraniyomaksiller kompleks saat yönünün tersine rotasyonla öne doğru yer değiştirmiş ve rotasyon derecesi açının 0 ila 20 derece arasında artmasıyla kademeli olarak azalmıştır. Kompleks, 30 derecelik kuvvet vektörü kullanıldığında saat yönünde dönüşle geriye doğru hareket etmiştir. Dolayısıyla, iskeletsel Sınıf III maloklüzyonu ve maksiller yetersizliği olan hastalarda alt ön yüz yüksekliği, hangi ankraj kullanılırsa kullanılsın, uygulanan kuvvetin yönü değiştirilerek kontrol edilebilir. Bizim çalışmamızda da yüz maskesi ile maksiller protraksiyon yapılan ve intermaksiller elastiklerin kullanıldığı gruplar arasında elastik uygulama açısından farklılıklar mevcuttur ve bu farklılıklar maksillada meydana gelen hareketleri ve maksillanın rotasyon derecesini etkilemiştir.

### **5.3.2. Yarık Hattı Bölgesinde Meydana Gelen Değişiklikler**

Yarık hattı bölgesinde tüm gruplarda maksimum asal ve minimum asal gerilmeler homojen bir dağılım göstermiştir.

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında, DDY ve kontrol gruplarında anterior kısım superior yönde hareket etmiştir. DDY grubunda bu hareketin miktarı en az infrazigomatik plaklar ve mentonplakları üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde izlenirken aynı modelin kontrol grubunda daha fazla superior yönde hareket izlenmiştir. Aksiyal düzlemde ise DDY grubunda infrazigomatik plaklar ve mentonplakları üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde daralma gözlenirken, geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde genişleme gözlenmiştir. Bu farklılıklar kuvvetin çekiş yönünün aksiyal düzlemde sağ ve sol taraflar arasındaki açısal farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatüre bakıldığında

yapılan çalışmalarda aksiyal düzlem açısından değerlendirmelerin yetersiz olduğu görülmüştür.

### **5.3.3. Nazomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler**

Nazomaksiller suturda her üç modelde de maksimum asal gerilme, sol suturda superiordan inferiora doğru minimal seviyede izlenmektedir. Minimum asal gerilme, sol suturda daha yoğun olmakla birlikte nazal kemiğin lateral kısımlarına doğru yayılmaktadır.

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında, DDY grubundaki modellerde vertikal yönde superior doğrultuda yer değiştirme saptanırken sagittal yönde ise posteriora hafif yer değiştirme gözlenmiştir. Kontrol grubunda da benzer sonuçlar izlenmiştir. Maksilla özellikle nazomaksiller sutur ve frontomaksiller sutur etrafında saat yönünün tersine rotasyon yapma eğilimindedir. Buna göre nazomaksiller suturda baskı şeklinde kuvvetler daha yoğun olarak izlenmektedir sonucuna varılabilir. Bu sonuçlar Gautam ve ark. [91] yapmış oldukları çalışmada maksillanın nazomaksiller sutur etrafında saat yönünün tersine rotasyon yapması sonucu ile uyumludur.

### **5.3.4. Frontomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler**

Frontomaksiller suturda, her üç modelde de maksimum asal ve minimum asal gerilmeleri sutur boyunca homojen bir şekilde dağılım göstermiştir. En fazla gerilme medial sutural alanlarda gözlenmiştir. Kontrol grubu olarak belirlenen yarı bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir.

Yer değiştirme değerleri incelendiğinde, çalışma grubundaki modellerde vertikal yönde superior doğrultuda yer değiştirme saptanırken sagittal yönde ise posteriora hafif yer değiştirme gözlenmiştir. Kontrol grubunda da benzer sonuçlar izlenmiştir

Maksilla özellikle nazomaksiller sutur ve frontomaksiller sutur etrafında saat yönünün tersine rotasyon yapma eğilimindedir. Çalışmamızın sonuçları Gautam ve ark. [91] yapmış oldukları çalışmalarda maksillanın nazomaksiller sutur etrafında saat yönünün tersine doğru rotasyon yapması sonucu ile uyumludur.

### 5.3.5. Frontonazal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler

Frontonazal suturda her üç modelde de, maksimum asal ve minimum asal gerilmeler en fazla medial alanda gözlenirken lateral bölgelere doğru gidildikçe gerilme değerlerinde hafif azalmalar gözlenmiştir.

Yer değiştirme değerleri incelendiğinde, çalışma grubundaki modellerde vertikal yönde superior doğrultuda yer değiştirme saptanırken sagittal yönde ise posteriora hafif yer değiştirme gözlenmiştir. Kontrol grubunda da benzer sonuçlar izlenmiştir.

Frontonazal sutureda meydana gelen değişikliklerin her üç modelde de benzer olması protraksiyon kuvvetinin oluşturduğu öne doğru olan kuvvet vektörü ve maksillanın anterior rotasyonundan kaynaklanmaktadır. Çalışmamızın sonuçları Gautam ve ark. [91] yapmış oldukları çalışmalarda maksillanın frontonazal suture etrafında öne doğru rotasyon yapması sonucu ile uyumludur.

### 5.3.6. Zigomatikomaksiller Sutura Meydana Gelen Değişiklikler

Zigomatikomaksiller suturda maksimum asal gerilme her üç grupta da en fazla sutural alanın inferior kısımda izlenirken, en az superior alanda meydana gelmiştir. Bu durum maksillanın öne doğru yaptığı rotasyon etkisini kanıtlar niteliktedir. Kim ve ark.[116] yapmış olduğu çalışma da bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu olacak şekilde zigomatikomaksiller sutureda gerilme tarzında kuvvet birikimlerinin oluşacağını göstermektedir. İskeletsel destekli maksiller protraksiyon modellerinde stres birikimi geleneksel yöntemle kıyasla daha fazla olmaktadır. Bu bulgular, iskeletsel destekli maksiller protraksiyon modellerinde iskeletsel etkinin daha fazla olduğunu göstermektedir ve Yang ve ark.'nın [104], Yan ve ark.'nın [96] ve Kamath ve ark.'nın [103] bulgularıyla uyumludur.

Yer değiştirme değerleri incelendiğinde, zigomatikomaksiller suturda sagittal yönde anteriora hareket her üç DDY modelinde de gözlenirken, en çok infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde izlenmiştir. Aksiyal düzlemde infrazigomatik plak ve mentonplakları üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde her iki tarafta daralma gözlenirken diğer iki grupta yarı olmayan tarafta laterale doğru hafif yer değiştirme ve yarı tarafta meziale doğru hafif yer değiştirme gözlenmiştir. Vertikal yönde ise

infrazigomatik plaklar ve mentonplakları üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde daha az olmakla birlikte tüm modellerde superiora doğru bir yer değiştirme gözlenmektedir. Kontrol grubunda da benzer sonuçlar izlenmiştir. Yer değiştirme açısından gruplar arasında gözlenen farklılıkların, lastiklerle oluşturulan çekme kuvvetinin transvers düzlemdeki açılal farklılıklarından ve tek taraflı dudak damak yarıklı modelde yarık nedeniyle maksillanın direnç merkezinin değişiklik göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

### **5.3.7. Zigomatikotemporal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler**

Zigomatikotemporal suturda her üç grupta da maksimum asal gerilme değerleri suturdan itibaren posteriora doğru gidildikçe bir artış göstermektedir. İskeletsel destekli maksiller protraksiyon modellerinde zigomatikotemporal suturda stres birikimi geleneksel yöntemle kıyasla daha fazla olmaktadır. Bu bulgular, Yang ve ark. [104] bulgularıyla uyumludur.

Yer değiştirme değerleri incelendiğinde, DDY grubunda her üç modelde de zigomatikotemporal sutur çevresinde aksiyal düzlemde mezial doğrultuda hafif yer değiştirme gözlenirken, sagittal ve vertikal yönde belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir. Kontrol grubu olarak belirlenen yarık bulunmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir.

### **5.3.8. Zigomatikofrontal Sutura Meydana Gelen Değişiklikler**

Zigomatikofrontal suturda maksimum asal gerilme değerlerine bakıldığında her üç grupta da sutural alanda homojen bir dağılım görülmekte ve anterior bölgede minör artış izlenmektedir. Minimum asal gerilme değerlerine bakıldığında her üç grupta da sutural alanda homojen bir dağılım görülmekte ve anterior bölgede minör azalma izlenmektedir. İskeletsel destekli maksiller protraksiyon modellerinde stres birikimi geleneksel yöntemle kıyasla daha fazla olmaktadır. Bu bulgular, Yang ve ark. [104] bulgularıyla uyumludur.

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında; tüm gruplarda vertikal, sagittal ve transvers yönlerde minör yer değiştirme izlenirken belirgin bir hareket meydana gelmemiştir. Kontrol grubu olarak belirlenen yarık olmayan modellerde de benzer sonuçlar gözlenmiştir.

### 5.3.9. Pterygomaksiller Sutura da Meydana Gelen Değişiklikler

Pterygomaksiller suturda maksimum asal gerilme her üç modelde de benzer değerler göstermiş ve en yoğun olarak süperior bölgelerde izlenmiştir. Minimum asal gerilme her üç modelde de homojen dağılım göstermiştir ve minimal seviyededir.

Pterygomaksiller suturda gerilim tipi stresler daha yoğun olarak izlenmektedir. Bu bulgular Gautam ve ark.'nın [91] yapmış oldukları çalışmayla uyumludur.

Yer değiştirme değerlerine bakıldığında ise DDY modellerinde pterygomaksiller suturun sagittal yönde en fazla infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile protraksiyon modelinde olmakla birlikte öne doğru yer değiştirdiği gözlemlenmiştir. Aksiyal düzlemde, infrazigomatik plaklar ve mentonplakları üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde medial doğrultuda hareket izlenirken diğer iki modelde lateral doğrultuda bir hareket izlenmiştir. Hareketlerdeki bu farklılıkların, kullanılan elastiklerin transvers düzlemdeki açılarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Vertikal yönde ise, iskelet destekli gruplarda daha fazla superior doğrultuda hareket gözlenmiştir. Kontrol grubunda da benzer sonuçlar bulunmuştur.

### 5.3.10. Maksiller Dentisyonda Meydana Gelen Değişiklikler

Geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde maksiller dentisyonda maksimum asal gerilmeleri sırasıyla maksiller sağ birinci premolar ve sol süt birinci molar dişlerde yoğunlaşmıştır. Posterior bölgeden anteriora doğru gidildikçe maksimum asal gerilmelerde azalma gözlenmiş ve keserlerde minimal değerlere ulaşmıştır. Kökler incelendiğinde ise bukkal kökte palatinal köke göre daha fazla stres yoğunluğu gözlenmektedir.

Geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde yer değiştirme verilerine bakıldığında, sagittal yönde incelendiğinde keser bölgesindeki dişlerin kronları labiale kökleri palatinala doğru yer değiştirmiştir. Vertikal düzlemde yarık hattına komşu dişlerde daha fazla olmak üzere keser dişlerde superior yönde bir yer değişimi olurken posteriora doğru azalarak devam etmektedir. Kron kök bazında bakıldığında tüm dişlerin kronlarının köklerine oranla daha çok öne doğru yer değiştirdiği gözlenmiştir.

İskeletsel destekli modellerde ise dişlerde minör hareketler izlenmiştir. Dişlerin anterior yönde hareketi Kamath ve ark.'nın [103] çalışmasında gösterildiği gibi iskeletsel destekli maksiller ilerletme modellerinde daha çok iskeletsel hareket ile, geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi modelinde daha çok dental hareket ile ilişkilendirilebilir.

### **5.3.11. İnfrazigomatik Plaklar ve Mentonplak ile Mini Vidalarda Meydana Gelen Değişiklikler**

Mini plaklara kuvvet yüklemesi ile birlikte, Von Misses gerilmesinin en fazla yoğunlaştığı alan inferiorda kalan vidayı çevreleyen mini plak bölümü ve vidanın boynudur. Mini vidalarda kuvvetin dağılımı heterojendir ve sırası ile inferiordan başlayarak superiordaki vidaya doğru Von Misses gerilmeleri incelendiğinde değerleringiderek azaldığı gözlenmiştir.

Bununla birlikte yarık olan tarafta bulunan mini plak ve mini vidaların daha fazla strese maruz kaldığı görülmüştür. Mentonplak bulunan model için de benzer durum geçerlidir.

Elde edilen veriler göstermektedir ki mini plakların fiksasyonunda kullanılan özellikle kuvvet uygulanan kola en yakın fiksasyon vidasında aşırı kuvvet birikimleri olabilmektedir ve bu da fiksasyon vidasının kaybına neden olabilecek kadar fazladır. Birdiğer dikkat edilmesi gereken durum ise kullanılan fiksasyon vidası sayısıdır. De Clerk ve ark. yapmış olduğu çalışmada [102] maksillaya uygulanan vida sayısının en az üç adet olması gerektiği vurgulanmıştır, bu çalışmada da buna uyumlu olacak şekilde üç adet fiksasyon vidası kullanılmıştır. İki adet fiksasyon vidası kullanıldığı takdirde kuvvetin vidalar arasındaki dağılımı daha kritik olacaktır ve bu da tedavi etkinliğini etkileyecektir. Bununla birlikte yarık olan tarafta bulunan mini plak ve vidaların daha fazla strese maruz kaldığı görülmüştür. Bu bulgu, o bölgedeki mini vida ve mini plakların kaybedilme riskinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Jahanbin ve ark. [117] ile Kamath ve ark.'nın [103] bulgularıyla uyumludur. Kamath ve ark. çalışmalarında [103] başarı oranının minimal invaziv cerrahi, bireylerin operasyon sonrası talimatlara tam olarak uyması ve ortodontist tarafından iyi bir takip süreci ile arttırılabileceğini belirtilmiştir.



### 5.3.12. Temporomandibular Bölgede Meydana Gelen Değişiklikler

Temporomandibular bölge incelendiğinde maksimum asal gerilme değerlerine bakıldığında, geleneksel akrilik plak apareyi üzerinden yüz maskesi ve infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi yöntemlerinde homojen ve minimal bir dağılım izlenirken, infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde artiküler tuberkül ve glenoid fossa bölgesinde stres yoğunluğu görülmektedir.

Minimum asal gerilme değerlerine bakıldığında ise glenoid fossa bölgesinde en yüksek oranda geleneksel akrilik plak apareyi üzerinden yüz maskesi ve infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi modellerinde izlenmektedir. İnfrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde en yüksek değer temporal kemik ve temporal kemiğin zigomatik prosesin inferiorunda izlenmektedir.

Bu bulgular ışığında yüz maskesi içeren DDY modellerinde glenoid fossa içerisinde yüksek sıkışma stresleri oluşurken, infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde daha az oranda stres oluştuğu görülmektedir. Mathew ve ark.'nın [118] yapmış oldukları sonlu elemanlar stres analizi çalışmalarındaki maksiller protraksiyon için uygulanan kuvvetin okluzal düzlem ile yaptığı açının artmasıyla glenoid fossa bölgesindeki stresin azaldığı sonucubizim çalışmamızdaki bulguları desteklemektedir.

## 6. SONUÇLAR

Tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde maksiller retrognatiye bağlı iskeletsel SınıfIII maloklüzyonlarda kullanılan geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon, infrazigomatik plaklar üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon ve infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon yöntemlerinin etkilerinin üç boyutlu sonlu elemanlar analizi ile incelendiği çalışmamızda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1. Her üç modelde de maksiller protraksiyon sirkummaksiller süturlarda etki oluşturabildiği için tek taraflı dudak damak yarıklı maksiller retrüzyona bağlı iskeletsel sınıf III maloklüzyonların tedavisinde kullanılabilecek apareylerdir.
2. Geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde dental etkiler daha fazlayken diğer modellerde iskeletsel etkiler dahafazla bulunmuştur.
3. Dudak damak yarığı olmayan modelden farklı olarak her üç DDY modelinde deyarık olan tarafta olmayan tarafa göre sagital düzlemde daha fazla hareket gözlenmiştir.
4. Goslon skoru 4 olan tek taraflı dudak damak yarıklı bireylerde her 3 tedavi yönteminde de maksilla sagital yönde dudak damak yarığı olmayan model ile benzer şekilde protrüze olmaktadır. En fazla hareket infrazigomatik plaklar üzerinden verilen yüz maskesi tedavisinde görülmektedir.
5. Maksillada protraksiyon sonucu saat yönünün tersine rotasyon miktarı en fazla geleneksel akrilik plak üzerinden kullanılan yüz maskesi modelinde, en az oranda ise infrazigomatik plaklar ve mentonplak üzerinden elastik kullanımını içeren modelde gözlenmiştir. Bunun sonucunda yüz maskesi içeren modellerde mandibulada saat yönünde rotasyon gerçekleşirken infrazigomatik plak ve mentonplağın kullanıldığı modelde saat yönünün tersine bir rotasyon gerçekleşmiştir.
6. DDY modelinde dentoalveolar bölgede infrazigomatik plaklar ve mentonplakları üzerinden elastik kullanımını içeren maksiller protraksiyon modelinde daralma gözlenirken, geleneksel akrilik plak üzerinden yüz maskesi ile maksiller protraksiyon modelinde genişleme gözlenmiştir.

Dudak damak yarığı bulunmayan modelde ise her üç grupta da genişleme gözlenmiştir.

7. Tek taraflı dudak damak yarığı olan bireylerde yarık olan tarafta bulunan mini plak ve vidaların daha fazla strese maruz kaldığı görülmüştür. Bu bulgu, o bölgedeki mini vida ve mini plakların kaybedilme riskinin daha fazla olduğunu göstermektedir.
8. Maksiller protraksiyon için uygulanan kuvvetin okluzal düzlem ile yaptığı açı arttıkça glenoid fossa bölgesindeki stres azalmaktadır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Mars, M. and W.J. Houston, A preliminary study of facial growth and morphology in unoperated male unilateral cleft lip and palate subjects over 13 years of age. *Cleft Palate J*, 1990. **27**(1): p. 7-10.
2. Yatabe, M., et al., Bone-anchored maxillary protraction therapy in patients with unilateral complete cleft lip and palate: 3-dimensional assessment of maxillary effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017. **152**(3): p. 327-335.
3. Freitas, J.A., et al., Rehabilitative treatment of cleft lip and palate: experience of the Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies-USP (HRAC-USP)--part 3: oral and maxillofacial surgery. *J Appl Oral Sci*, 2012. **20**(6): p. 673-9.
4. Garib, D., et al., Bone-anchored maxillary protraction long-term outcomes in UCLP. *Angle Orthod*, 2020. **90**(5): p. 734-741.
5. Ranta, R., Forward traction of the maxilla with cleft lip and palate in mixed and permanent dentitions. *J Craniomaxillofac Surg*, 1989. **17 Suppl 1**: p. 20-2.
6. Buschang, P.H., et al., Face mask therapy of preadolescents with unilateral cleft lip and palate. *Angle Orthod*, 1994. **64**(2): p. 145-50.
7. Tindlund, R.S. and P. Rygh, Maxillary protraction: different effects on facial morphology in unilateral and bilateral cleft lip and palate patients. *Cleft Palate Craniofac J*, 1993. **30**(2): p. 208-21.
8. Kircelli, B.H. and Z.O. Pektas, Midfacial protraction with skeletally anchored face mask therapy: a novel approach and preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008. **133**(3): p. 440-9.
9. Cha, B.K., et al., Maxillary protraction with miniplates providing skeletal anchorage in a growing Class III patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011. **139**(1): p. 99-112.
10. Sar, C., et al., Comparative evaluation of maxillary protraction with or without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011. **139**(5): p. 636-49.
11. De Clerck, H., L. Cevidanes, and T. Baccetti, Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010. **138**(5): p. 577-81.
12. Nguyen, T., et al., Three-dimensional assessment of maxillary changes associated with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011. **140**(6): p. 790-8.
13. Ryu, J.Y., et al., The prevalence, risk of premature births, mortality and causes of death of cleft lip with or without palate in South Korea: a nationwide population-based cohort study. *International Journal of Epidemiology*, 2022. **51**(3): p. 974-983.
14. Berkowitz, S. and SpringerLink, *Cleft lip and palate : diagnosis and management*. 3rd ed. 2013, Berlin ; New York: Springer.

15. Christensen, K., et al., Long term follow up study of survival associated with cleft lip and palate at birth. *BMJ*, 2004. **328**(7453): p. 1405.
16. Queiroz Herkrath, A.P., et al., Measurement of health-related and oral health-related quality of life among individuals with nonsyndromic orofacial clefts: a
17. systematic review and meta-analysis. *Cleft Palate Craniofac J*, 2015. **52**(2): p. 157-72.
18. Ngai, C.W., et al., Are isolated facial cleft lip and palate associated with increased perinatal mortality? A cohort study from the West Midlands Region, 1995-1997. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2005. **17**(3): p. 203-6.
19. Watson, A.C.H., et al., Management of cleft lip and palate. 2001, London ; Philadelphia: Whurr. xiv, 418 pages : illustrations.
20. Wantia, N. and G. Rettinger, The current understanding of cleft lip malformations. *Facial Plast Surg*, 2002. **18**(3): p. 147-53.
21. Stark, R.B. and J.M. Kaplan, Development of the cleft lip nose. *Plast Reconstr Surg*, 1973. **51**(4): p. 413-5.
22. Gundlach, K.K. and C. Maus, Epidemiological studies on the frequency of clefts in Europe and world-wide. *J Craniomaxillofac Surg*, 2006. **34 Suppl 2**: p. 1-2.
23. Murray, J.C., Face facts: genes, environment, and clefts. *Am J Hum Genet*, 1995.
24. **57**(2): p. 227-32.
25. Gökhan Tunçbilek, F.O.z.r., Sevim Balcı, 1229 Yarık dudak ve damak hastasında görülen ek malformasyon ve sendromlar. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 2004. **47**(3): p. 172-176.
26. Mossey, P.A. and B. Modell, Epidemiology of oral clefts 2012: an international perspective. *Front Oral Biol*, 2012. **16**: p. 1-18.
27. Manuel Yudovich Burak, A.P., Eduardo Garduno Garcia Calderon, Analysis of the cephalometric skeletal and dental characteristics of adult patients with cleft lip and palate who received orthopedic, orthodontic and/or surgical treatment during their childhood and adolescence. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 2015. **3**(1): p. e22-e32.
28. Jugessur, A. and J.C. Murray, Orofacial clefting: recent insights into a complex trait. *Curr Opin Genet Dev*, 2005. **15**(3): p. 270-8.
29. Cohen, M.M., Jr., Syndromes with cleft lip and cleft palate. *Cleft Palate J*, 1978.
30. **15**(4): p. 306-28.
31. Stanier, P. and G.E. Moore, Genetics of cleft lip and palate: syndromic genes contribute to the incidence of non-syndromic clefts. *Hum Mol Genet*, 2004. **13 Spec No 1**: p. R73-81.
32. van Aalst, J.A., K.K. Kolappa, and M. Sadove, MOC-PSSM CME article: Nonsyndromic cleft palate. *Plast Reconstr Surg*, 2008. **121**(1 Suppl): p. 1-14.

33. Molina-Solana, R., et al., Current concepts on the effect of environmental factors on cleft lip and palate. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2013. **42**(2): p. 177-84.
34. Fogh-Handerson, Inheritance of Hare Lip and Cleft Palate. Copenhagen: Nyt Nordisk Forlag, 1942.
35. Kernahan, D.A. and R.B. Stark, A new classification for cleft lip and cleft palate.
36. *Plast Reconstr Surg Transplant Bull*, 1958. **22**(5): p. 435-41.
37. Kernahan, D.A., The striped Y--a symbolic classification for cleft lip and palate.
38. *Plast Reconstr Surg*, 1971. **47**(5): p. 469-70.
39. Smith, A.W., A.K. Khoo, and I.T. Jackson, A modification of the Kernahan "Y" classification in cleft lip and palate deformities. *Plast Reconstr Surg*, 1998. **102**(6): p. 1842-7.
40. Khan, M., et al., A revised classification of the cleft lip and palate. *Can J Plast Surg*, 2013. **21**(1): p. 48-50.
41. Tessier, P., Anatomical classification facial, cranio-facial and latero-facial clefts.
42. *J Maxillofac Surg*, 1976. **4**(2): p. 69-92.
43. Pruzansky, S. and H. Aduss, ARCH FORM AND THE DECIDUOUS OCCLUSION INCOMPLETE UNILATERAL CLEFTS. *Cleft Palate J*, 1964. **30**: p. 411-8.
44. Matthews, D., et al., Early and late bone grafting in cases of cleft lip and palate.
45. *Br J Plast Surg*, 1970. **23**(2): p. 115-29.
46. Huddart, A.G. and R.S. Bodenham, The evaluation of arch form and occlusion in unilateral cleft palate subjects. *Cleft Palate J*, 1972. **9**: p. 194-209.
47. Mars, M., et al., The Goslon Yardstick: a new system of assessing dental arch relationships in children with unilateral clefts of the lip and palate. *Cleft Palate J*, 1987. **24**(4): p. 314-22.
48. Bartzela, T., et al., A longitudinal three-center study of dental arch relationship in patients with bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J*, 2010. **47**(2): p. 167-74.
49. Ozawa, T.O., et al., A new yardstick for rating dental arch relationship in patients with complete bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J*, 2011. **48**(2): p. 167-72.
50. Dogan, E., et al., Is Cephalometric Analysis Reliable in Cases with Cleft Lip and Palate? *Journal of Ege University School of Dentistry*, 2020. **41**: p. 27-37.

51. Tinano, M.M., et al., Base of the skull morphology and Class III malocclusion in patients with unilateral cleft lip and palate. *Dental Press J Orthod*, 2015. **20**(1):p. 79-84.
52. Khanna, R., T. Tikku, and J. Wadhwa, Nasomaxillary complex in size, position and orientation in surgically treated and untreated individuals with cleft lip and palate: A cephalometric overview. *Indian J Plast Surg*, 2012. **45**(1): p. 68-75.
53. Ravi, M.S., Oral and Craniofacial Characteristics of Untreated Adult Unilateral Cleft Lip and Palate Individuals. *Nitte University Journal of Health Science*, 2012. **2**(3).
54. Xu, Y., et al., Cephalometric analysis of craniofacial morphology and growth in unrepaired isolated cleft palate patients. *J Craniomaxillofac Surg*, 2014. **42**(8): p.1853-60.
55. Molsted, K., I. Kjaer, and E. Dahl, Cranial base in newborns with complete cleft lip and palate: radiographic study. *Cleft Palate Craniofac J*, 1995. **32**(3): p. 199-205.
56. Hermann, N.V., et al., Early craniofacial morphology and growth in children with unoperated isolated cleft palate. *Cleft Palate Craniofac J*, 2002. **39**(6): p. 604-22.
57. Öz, A.Z., Aksu, M, Dudak Damak Yarığı ve Maksiller Gelişim. *Dudak Damak Yarıkları*, 2015: p. 99-102.
58. Enacar, A., Dudak-Damak Yarıklarında Orta Yüz Büyümesinin Kontrolü: Maksiller Ortopedik ve Ortodontik Tedavi. *Dudak ve Damak Yarıkları*, 1999: p.303-326.
59. Garrahy, A., D.T. Millett, and A.F. Ayoub, Early assessment of dental arch development in repaired unilateral cleft lip and unilateral cleft lip and palate versus controls. *Cleft Palate Craniofac J*, 2005. **42**(4): p. 385-91.
60. Rohit Khanna, T.T., R. K. Mishra, R. P. Maurya, Sneh Lata Verma, Kamna Srivastava, Sumit Anand, Maxillo-mandibular relationship in untreated and surgically treated patients with unilateral complete cleft lip and palate: A cephalometric evaluation. *European Journal of Plastic Surgery*, 2013.
61. Jahanbin, A., et al., Comparative evaluation of cranial base and facial morphology of cleft lip and palate patients with normal individuals in cone beam computed tomography. *J Craniofac Surg*, 2015. **26**(3): p. 785-8.
62. Filho, L.C., Caldas, R.S., Lauris, R.d.C.M.C., de Oliveira Cavassan, Facial pattern of patients with post-foramen incisor cleft. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 2012. **17**(5): p. 35-42.
63. Corbo, M., et al., Dentocraniofacial morphology of 21 patients with unilateral cleft lip and palate: a cephalometric study. *Cleft Palate Craniofac J*, 2005. **42**(6):p. 618-24.
64. Toygar, T.U., M.O. Akcam, and A. Arman, A cephalometric evaluation of lower lip in patients with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J*, 2004.**41**(5): p. 485-89.

65. Bishara, S.E., W.H. Olin, and C.J. Krause, Cephalometric findings in two cases with unrepaired bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate J*, 1978. **15**(3): p. 233-8.
66. Ross, R.B., Treatment variables affecting facial growth in complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate J*, 1987. **24**(1): p. 5-77.
67. Hanada, K. and W.M. Krogman, A longitudinal study of postoperative changes in the soft-tissue profile in bilateral cleft lip and palate from birth to 6 years. *AmJ Orthod*, 1975. **67**(4): p. 363-76.
68. Bishara, S.E., et al., Facial and dental relationships of individuals with unoperated clefts of the lip and/or palate. *Cleft Palate J*, 1976. **13**: p. 238-52.
69. Erika Reiser, D.D.S., Valdemar Skoog, M.D., Ph.D., Bengt Gerdin, M.D., Ph.D., Anna Andlin-Sobocki, D.D.D., Ph.D., Association Between Cleft Size and Crossbite in Children With Cleft Palate and Unilateral Cleft Lip and Palate. *CleftPalate Craniofac J*, 2010. **47**(2).
70. Tortora, C., et al., Prevalence of abnormalities in dental structure, position, and eruption pattern in a population of unilateral and bilateral cleft lip and palate patients. *Cleft Palate Craniofac J*, 2008. **45**(2): p. 154-62.
71. Marie Pegelow, N.A., Agneta Linder-Aronson Karsten, The prevalence of various dental characteristics in the primary and mixed dentition in patients born with non-syndromic unilateral cleft lip with or without cleft palate. *European Journal of Orthodontics*, 2012. **34**.
72. Bergland O, S.S., Occlusal changes from the deciduous to the early mixed dentition in unilateral complete clefts. *Cleft Palate J*, 1974.
73. Olav Bergland, S.S.S., Occlusal Changes from the Deciduous to the Early Mixed Dentition in Unilateral Complete Clefts. *The Cleft Palate Journal*, 1974. **11**(3).
74. Sharma, G., *Orthodontic Management of Cleft Lip and Palate Patients. Current Treatment of Cleft Lip and Palate*, 2019.
75. Burston, W.R., The early orthodontic treatment of alveolar clefts. *Proc R Soc Med*, 1965. **58**(10): p. 767-72.
76. Rau, A., et al., Nasoalveolar molding in cleft care--experience in 40 patients from a single centre in Germany. *PLoS One*, 2015. **10**(3): p. e0118103.
77. Vargervik, K., Growth characteristics of the premaxilla and orthodontic treatment principles in bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate J*, 1983. **20**(4): p. 289-302.
78. Mundra, L.S., K.M. Lowe, and D.Y. Khechoyan, Alveolar Bone Graft Timing in Patients With Cleft Lip & Palate. *J Craniofac Surg*, 2022. **33**(1): p. 206-210.
79. De Clerck, H.J., et al., Orthopedic traction of the maxilla with miniplates: a new perspective for treatment of midface deficiency. *J Oral Maxillofac Surg*, 2009. **67**(10): p. 2123-9.



80. Sun, J., et al., Three-dimensional finite element analysis of the application of attachment for obturator framework in unilateral maxillary defect. *J Oral Rehabil*, 2008. **35**(9): p. 695-9.
81. Hughes, T.J.R., *The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*. Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering, September 1989. **4**(3): p. 245-246.
82. Ulusoy Ç., D.N., Çenelik uygulamasının mandibula üzerinde oluşturduğu gerilmenin üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2008. **25**(2): p. 25-32.
83. Işeri, H., et al., Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. *Eur J Orthod*, 1998. **20**(4): p. 347-56.
84. Ulusoy, C. and N. Darendeliler, Effects of Class II activator and Class II activator high-pull headgear combination on the mandible: a 3-dimensional finite element stress analysis study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008. **133**(4): p.490.e9-15.
85. Motoyoshi, M., et al., An experimental study on mandibular expansion: increases in arch width and perimeter. *Eur J Orthod*, 2002. **24**(2): p. 125-30.
86. Aykac V., U.C., Türköz Ç., Effects of a newly designed orthodontic miniplate platform for elevating the miniplate over the gingiva: A 3-dimensional finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2015. **148**(1): p. 110-122.
87. Verna, C., et al., Microcracks in the alveolar bone following orthodontic tooth movement: a morphological and morphometric study. *Eur J Orthod*, 2004. **26**(5): p. 459-67.
88. Chang, Y.-I., S.-J. Shin, and S.-H. Baek, Three-dimensional finite element analysis in distal en masse movement of the maxillary dentition with the multiloop edgewise archwire. *European journal of orthodontics*, 2004. **26**: p. 339-45.
89. Baek, S.-H., et al., Initial effect of multiloop edgewise archwire on the mandibular dentition in Class III malocclusion subjects. A three-dimensional finite element study. *European Journal of Orthodontics*, 2008. **30**(1): p. 10-15.
90. Chandrupatla TR, B.A., Ramesh T, Ray C. , *Introduction to finite elements in engineering*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002. **Vol. 10**.
91. Geng, J.P., K.B. Tan, and G.R. Liu, Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent*, 2001. **85**(6): p. 585-98.
92. H, M.S.a.D., *Basic Concepts of Finite Element Analysis and its Applications in Dentistry: An Overview*. *Journal of Oral Hygiene & Health*, 2014. **2**(5).
93. Srirekha, A. and K. Bashetty, Infinite to finite: an overview of finite element analysis. *Indian J Dent Res*, 2010. **21**(3): p. 425-32.

94. Garib, D., et al., Bone-anchored maxillary protraction in a patient with complete cleft lip and palate: A case report. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2018. **153**(2): p. 290-297.
95. Ren, Y., et al., Bone-anchored maxillary protraction in patients with unilateral complete cleft lip and palate and Class III malocclusion. *Clin Oral Investig*, 2019. **23**(5): p. 2429-2441.
96. Koriotoh, T.W. and A. Versluis, Modeling the mechanical behavior of the jaws and their related structures by finite element (FE) analysis. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1997. **8**(1): p. 90-104.
97. Roberts, W.E., et al., Biology of biomechanics: Finite element analysis of a statically determinate system to rotate the occlusal plane for correction of a skeletal Class III open-bite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2015. **148**(6): p. 943-55.
98. Gautam, P., A. Valiathan, and R. Adhikari, Maxillary protraction with and without maxillary expansion: a finite element analysis of sutural stresses. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009. **136**(3): p. 361-6.
99. Feshbach, P.M.M.a.H., Methods of Theoretical Physics. *American Journal of Physics* 22,410, 1954. **22**(6).
100. Geramy, A., Initial stress produced in the periodontal membrane by orthodontic loads in the presence of varying loss of alveolar bone: a three-dimensional finite element analysis. *Eur J Orthod*, 2002. **24**(1): p. 21-33.
101. Miyasaka-Hiraga, J., K. Tanne, and S. Nakamura, Finite element analysis for stresses in the craniofacial sutures produced by maxillary protraction forces applied at the upper canines. *Br J Orthod*, 1994. **21**(4): p. 343-8.
102. Lee, N.K. and S.H. Baek, Stress and displacement between maxillary protraction with miniplates placed at the infrazygomatic crest and the lateral nasal wall: a 3-dimensional finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2012. **141**(3): p. 345-351.
103. Yan, X., et al., Three-dimensional finite element analysis of the craniomaxillary complex during maxillary protraction with bone anchorage vs conventional dental anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2013. **143**(2): p. 197-205.
104. Tanne, K., et al., Three-dimensional model of the human craniofacial skeleton: method and preliminary results using finite element analysis. *J Biomed Eng*, 1988. **10**(3): p. 246-52.
105. Tanne, K., E. Tanaka, and M. Sakuda, Stress distribution in the temporomandibular joint produced by orthopedic chin cup forces applied in
106. varying directions: a three-dimensional analytic approach with the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1996. **110**(5): p. 502-7.
107. Yu, H.S., et al., Three-dimensional finite-element analysis of maxillary protraction with and without rapid palatal expansion. *Eur J Orthod*, 2007. **29**(2): p. 118-25.

108. De Clerck, H., et al., Three-dimensional assessment of mandibular and glenoid fossa changes after bone-anchored Class III intermaxillary traction. *Am J OrthodDentofacial Orthop*, 2012. **142**(1): p. 25-31.
109. Elabbassy, E.H., et al., Bone-anchored maxillary protraction in patients with unilateral cleft lip and palate. *Angle Orthod*, 2020. **90**(4): p. 539-547.
110. De Clerck, E.E. and G.R. Swennen, Success rate of miniplate anchorage for boneanchored maxillary protraction. *Angle Orthod*, 2011. **81**(6): p. 1010-3.
111. Kamath, A., et al., Bone-anchored maxillary protraction (BAMP): A review. *J Orthod Sci*, 2022. **11**: p. 8.
112. Yang, I.H., et al., Effects of cleft type, facemask anchorage method, and alveolarbone graft on maxillary protraction: a three-dimensional finite element analysis. *Cleft Palate Craniofac J*, 2012. **49**(2): p. 221-9.
113. Zhang, Y., et al., Dentoskeletal effects of facemask therapy in skeletal Class III cleft patients with or without bone graft. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2018. **153**(4): p. 542-549.
114. Parveen, S., et al., Three-dimensional finite element analysis of initial displacement and stress on the craniofacial structures of unilateral cleft lip and palate model during protraction therapy with variable forces and directions. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 2020. **23**(16): p. 1360-1376.
115. Jackson, G.W. and N.D. Kravitz, Expansion/Facemask Treatment of an Adult Class III Malocclusion. *Case Rep Dent*, 2014. **2014**: p. 270257.
116. Esenlik, E., et al., Maxillary protraction using skeletal anchorage and intermaxillary elastics in Skeletal Class III patients. *Korean J Orthod*, 2015. **45**(2): p. 95-101.
117. Kircelli, B.H., Z.O. Pektaş, and S. Uçkan, Orthopedic protraction with skeletal anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and hypodontia. *Angle Orthod*, 2006. **76**(1): p. 156-63.
118. Amini, F. and M. Poosti, A new approach to correct a Class III malocclusion withminiscrews: a case report. *J Calif Dent Assoc*, 2013. **41**(3): p. 197-200.
119. Sar, C., et al., Dentofacial effects of skeletal anchored treatment modalities for the correction of maxillary retrognathia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2014.**145**(1): p. 41-54.
120. Kokich, V.G., et al., Ankylosed teeth as abutments for maxillary protraction: a case report. *Am J Orthod*, 1985. **88**(4): p. 303-7.
121. Altuğ, Z. and O.U. Akçam, Treatment of a young adult with Class III malocclusion using a modified mini maxillary protractor: a case report. *J Oral Sci*, 2010. **52**(1): p. 155-9.
122. Celikoglu, M. and H. Oktay, Effects of maxillary protraction for early correctionof class III malocclusion. *Eur J Orthod*, 2014. **36**(1): p. 86-92.
123. GekKiow, G. and S.K. Kaan, Dentofacial orthopaedic correction of maxillary retrusion with the protraction facemask--a literature review. *Aust Orthod J*, 1992. **12**(3): p. 143-50.

124. Kim, K.Y., et al., Displacement and stress distribution of the maxillofacial complex during maxillary protraction with buccal versus palatal plates: finite element analysis. *European Journal of Orthodontics*, 2014. **37**(3): p. 275-283.
125. Jahanbin, A., et al., Efficacy of Different Methods of Bone-Anchored Maxillary Protraction in Cleft Lip and Palate Children: A Systematic Review and Meta- Analysis. *J Craniofac Surg*, 2022.
126. Mathew, S., et al., A 3D Finite Element Analysis of Stress on Temporomandibular Joint due to Maxillary Protraction Appliances with Varied Force Levels and Angulations. *World Journal of Dentistry*, 2020. **11**: p. 128-133.

## **8. EKLER**

**EK 1.** Etik Kurul Onayı

**EK 2. Orijinallik Raporu**

### EK 3. Dijital Makbuz



## Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Güleser Akdemir  
Ödev başlığı: TEK TARAFLI DUDAK DAMAK YARIKLI HASTALARDA FARKLI M...  
Gönderi Başlığı: TEK TARAFLI DUDAK DAMAK YARIKLI HASTALARDA FARKLI M...  
Dosya adı: Tez\_SON\_pdf.pdf  
Dosya boyutu: 12.04M  
Sayfa sayısı: 94  
Kelime sayısı: 18,483  
Karakter sayısı: 119,327  
Gönderim Tarihi: 02-Mar-2023 08:31ÖS (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 2027152700

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

TEK TARAFLI DUDAK DAMAK YARIKLI HASTALARDA FARKLI  
MAKSİLLER İLERLEME YÖNTEMLERİNİN MAKSİLLERİNİN  
BÖLGESİNDE YARATTIĞI STRES DÜĞÜMLERİNİN VE OLASI HAREKET  
MİKTARLARININ GELENEKSEL YÖNTEM OLAN DİŞ DEKTEKLİ YÜZ  
MASKESİ TEDAVİSİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI: SONLU ELEMANLAR  
ANALİZİ

Dr. Güleser AKDEMİR

UZMALLIK TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.

ANKARA  
2023