

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RAPİD MAKSİLLER EKSPANSİYONUN
MAKSİLLER VE MANDİBULER KEMİK
HACMİNE ETKİLERİNİN KONİK İŞINLI
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Orhan AKSOY

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2015

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RAPİD MAKSİLLER EKSPANSİYONUN
MAKSİLLER VE MANDİBULER KEMİK
HACMİNE ETKİLERİNİN KONİK IŞINLI
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Orhan AKSOY

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2015

Bu çalışma Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2014-DH-10 proje numarası ile desteklenmiştir.

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

‘Rapid Maksiller Ekspansiyonun Maksiller ve Mandibuler Kemik Hacmine Etkilerinin Konik Işınli Bilgisayarli Tomografi ile Değerlendirilmesi’ başlıklı doktora tezi 19,01,2015 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE

Tezi Teslim Eden: Dt. Orhan AKSOY

Jüri Üyesinin		
Ünvanı	Adı Soyadı	Üniversitesi
Üye:	Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE	Dicle Üniversitesi
Üye :	Prof. Dr. Ali İhsan ZENGİNGÜL	Dicle Üniversitesi
Üye :	Doç. Dr. Defne KEÇİK	Başkent Üniversitesi
Üye :	Doç. Dr. Güvenç BAŞARAN	Dicle Üniversitesi
Üye :	Doç. Dr. Seher Gündüz ARSLAN	Dicle Üniversitesi

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

...../...../2015

Prof. Dr. Ali CEYLAN
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmam boyunca engin bilgileriyle bana ışık tutup her konuda yanımda olan, deneyim ve bilgilerini benden esirgemeyen sevgili hocam ve değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE'ye,

Doktora eğitimim boyunca bilgilerini paylaştan, teorik ve pratik katkılarını esirgemeyen bölüm hocalarımızdan Doç. Dr. Seher GÜNDÜZ ARSLAN, Doç. Dr. Güvenç BAŞARAN, Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞRU, Yrd. Doç. Dr. Atılım AKKURT, her zaman yanımda olan, beraber çalışmaktan zevk aldığım Dr. İhsan Cemal MELEK, Dr. Koray İsmail DOĞMUŞ, Dt. Emre NAİBOĞLU, Dt. Meriç TÜMOĞLU, tüm arkadaşlarıma ve bölüm personelimize,

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarından dolayı Dr. Seyit HEKİMOĞLU'na,

Çalışmamızda istatistiksel değerlendirmeler ve ölçümlerde değerli katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Ersin UYSAL'a

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, varlıkları ile bana güç veren ve bana bu satırları yazma mutluluğunu yaşatan annem Süreyya AKSOY ve babam Ahmet AKSOY ve kardeşim Serkan AKSOY'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Tez onayı.....	3
Teşekkür sayfası	4
İçindekiler dizini	5
Simgeler ve Kısaltmalar	9
Özet	10
Summary	11
1. Giriş ve Amaç	12
2. Genel Bilgiler	15
2.1. Üst çene darlığının tarihçesi.....	15
2.2. Posterior çapraz kapanış.....	17
2.2.1. Tanım.....	17
2.2.2. Dişsel Posterior Çapraz Kapanış.....	17
2.2.3. İskeletsel Posterior Çapraz Kapanış.....	17
2.2.4. Fonksiyonel Posterior Çapraz Kapanış.....	18
2.3. Maksiller Darlık İnsidansı.....	18
2.4. Maksiller Darlık Etiyolojisi.....	19
2.4.1. Genetik Faktör.....	19
2.4.2. Çevresel faktörler.....	19
2.5. Tanı.....	20
2.5.1. Klinik Değerlendirme.....	21
2.5.2. Model Analizi.....	21
2.5.3. Radyografik Değerlendirme.....	22
2.5.3.1. Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri.....	22
2.5.3.1.1. Yapılandırılmış Işık Tekniği (Structured Light).....	22
2.5.3.1.2. Lazer Tarama.....	23
2.5.3.1.3. Stereofotogrametri.....	23
2.5.3.1.4. Manyetik Rezonans.....	24
2.5.3.2. Bilgisayarlı Tomografi.....	24
2.5.3.2.1. Tanımı ve Tarihçesi.....	24
2.5.3.2.2. Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Temeli.....	25
2.5.3.2.3. Bilgisayarlı Tomografinin Diğer Yöntemlere Üstünlüğü ve Eksikliği.....	26
2.5.3.2.4. Bilgisayarlı Tomografi Çeşitleri.....	27

2.5.3.2.4.1.Konvansiyonel Tomografi.....	27
2.5.3.2.4.2.Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT).....	28
2.5.3.2.5.KIBT’de İki ve Üç Boyutlu Görüntünün Oluşması ve İşleme Teknikleri...29	
2.5.3.2.6.KIBT’ın Avantajları.....	30
2.5.3.2.6.1.Radyasyon dozunun azaltılması.....	30
2.5.3.2.6.2.Görüntü kalitesi.....	31
2.5.3.2.6.3.Hızlı tarama.....	31
2.5.3.2.6.4.Yazılım kolaylıkları.....	31
2.5.3.2.6.5.X ışının sınırlanması.....	31
2.5.3.2.6.6.Üç Boyutlu Rekonstrüksiyon Özelliği.....	31
2.5.3.2.7.KIBT’in Dezavantajları.....	32
2.5.3.2.8.Ortodontide KIBT Kullanım Alanları.....	32
2.5.3.3. Radyasyon Dozu.....	34
2.6.Maksiller Darlık Tedavisine Yönelik Yaklaşımlar.....	35
2.6.1.Yavaş Üst Çene Genişletmesi (Slow Maksiller Ekspansiyon-SME).....	35
2.6.2.Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi (Semi Rapid Maksiller Ekspansiyon-SRME).....	36
2.6.3.Hızlı Üst Çene Genişletmesi (Rapid Maksiller Ekspansiyon-RME).....	37
2.6.3.1.Hızlı Üst Çene Genişletmesi Endikasyonları.....	38
2.6.3.2.Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Kontrendikasyonları.....	39
2.6.4.Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Apareyler.....	39
2.7.Hızlı Üst Çene Genişletmesi'nin Dentofasiyal Yapılar, Çevre yapılar ve Yumuşak Doku Üzerine Olan Etkileri.....	43
2.7.1.Sutura Palatina Media Üzerine Etkisi.....	43
2.7.2.Maksilla Üzerine Etki.....	43
2.7.3.Maksiller Dişler Üzerine Olan Etki.....	44
2.7.4.Kapanışa Olan Etki.....	45
2.7.5.Yumuşak Dokular Üzerine Olan Etki.....	46
2.7.6.Mandibula Üzerine Olan Etki.....	47
2.7.7.Hızlı Üst Çene Genişletmesi'nin Paramedikal Etkileri.....	47
2.7.7.1.Nocturnal Enuresis.....	47
2.7.7.2.İşitme Kaybı.....	47

2.7.7.3.Nazal Kavite Genişliği ve Hava Yolu.....	48
2.8.Hızlı Üst Çene Genişletmesi'nin Komplasyonları.....	49
2.9.Hızlı Üst Çene Genişletmesi'nde Pekiştirme, Nüks Eğilimi ve Stabilité.....	50
2.10.Maksilla ve Mandibula'nın Anatomisi.....	53
2.10.1.Maksilla Anatomisi.....	53
2.10.2.Mandibula Anatomisi.....	53
3.Materyal-Metod.....	55
3.1.Materyal.....	55
3.2.Metod.....	56
3.2.1.Uygulanmış Tedavi Protokolü.....	56
3.2.1.1.Üst Çene Genişletmesi İçin Kullanılan Apeyler ve Özellikleri.....	56
3.2.1.2.Apeylerin Yapımı ve Uygulanması.....	57
3.2.1.3.Apeylerin Aktivasyonu ve Pekiştirme Periyodu.....	59
3.2.2.Hastalardan Alınan Kayıtlar.....	59
3.2.3.Etik Kurul Değerlendirmesi.....	60
3.2.4.KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Mimics® Yazılım Programına Aktarılması.....	60
3.2.5.KIBT Görüntülerinin İşlenmesi.....	64
3.2.5.1.Oryantasyon, Pencere Aralığının Belirlenmesi ve Segmentasyon İşlemi.....	64
3.2.5.2.Mandibula Segmentasyonu ve Rekonstrüksiyonu.....	70
3.2.5.3.Maksilla Segmentasyonu.....	76
3.2.5.3.1.Maksilla Segmentasyonunda Kullanılan Noktalar ve Düzlemler.....	97
3.3.İstatistiksel Değerlendirme.....	97
3.4.Metod Hatası.....	98
4.Bulgular.....	99
4.1.Tanımlayıcı İstatistiksel Veriler.....	99
4.1.1.Sefalometrik Ölçümlere Ait Bulgular.....	99
4.1.2.Hacimsel Ölçümlere Ait Bulgular.....	100
4.2.Grup İçi Karşılaştırmalar.....	101
4.2.1.Kontrol Grubuna Ait Maksilla ve Mandibula Hacim Bulguları.....	101
4.2.2.Banded RME Grubuna Ait Maksilla ve Mandibula Hacim Bulguları.....	102
4.2.3.Bonded RME Grubuna Ait Maksilla ve Mandibula Hacim Bulguları.....	103

4.3.Gruplar Arası Karşılaştırmalar.....	103
5.Tartışma.....	107
5.1.Bireylerin Tartışılması.....	108
5.2.Yöntemin Tartışılması.....	109
5.2.1.Hacimsel Ölçüm Yönteminin Tartışılması.....	113
5.3.Bulguların Tartışılması.....	117
5.3.1.Hacimsel Ölçümler.....	117
6.Sonuç ve Öneriler.....	122
6.1.Sonuçlar.....	122
6.2.Öneriler.....	122
Kaynaklar.....	125
Özgeçmiş.....	146

SİMGELER VE KISALTMALAR

RME: Rapid Maksiller Ekspansiyon

RPE: Rapid Palatal Ekspansiyon

SME: Slow Maksiller Ekspansiyon

SRME: Semi Rapid Maksiller Ekspansiyon

BT: Bilgisayarlı Tomografi

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine/Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim

HU: Hounsfield Unit

KIBT: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

PA: Postero-anterior radyografi

TME: Temporo Mandibuler Eklem

TPA: Transpalatal Ark

Ni-Ti: Nikel Titanyum

Sv: Sieverts

cm³ : Santimetreküp

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

kg: Kilogram

gr: Gram

> : Büyüktür

< : Küçüktür

% : Yüzde

(°) : Derece

p: Anlamlılık

- : $p>0.05$

*** :** $p<0.05$

ÖZET

Çalışmanın amacı, hızlı üst çene genişletmesi öncesi ve 6 aylık pekiştirme sonrası ölçülen maksilla ve mandibula kemiklerinin hacimlerinin konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) verileri üzerinde değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın materyalini Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı arşivinden elde edilen ve tedavi amacı ile hızlı üst çene genişletmesi yapılan hastaların (banded RME uygulanmış (3 erkek, 12 kız), bonded RME uygulanmış (7 erkek, 8 kız)) KIBT görüntüleri oluşturmuştur. Kontrol grubunu ise maksiller darlığı olmayan ve ortodontik olarak herhangi bir tedavi görmemiş hastalardan (7 erkek, 8 kız) elde edilen KIBT görüntüleri oluşturmuştur. Hacimsel ölçümler üç boyutlu tomografik model oluşturma programı (Mimics® 15.0, Materialise, Belçika) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu programda her tomografik kesitte maksilla ve mandibula kemiklerinin görüntüsü diğer komşu dokulardan ayrılmış ve üç boyutlu olarak modellenmiştir. Ardından elde edilen dijital modellerin hacim bilgileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. RME ve kontrol grubundaki bağımlı her bir grupta, tedavinin farklı dönemlerinde meydana gelen değişikliklerin karşılaştırılması amacıyla parametrik testlerden ‘paired Samples T testi’ uygulanmıştır. Tüm gruplarda tedavi süresi boyunca meydana gelen değişimlerin karşılaştırılmasında ‘One-Way Anova Analizi (Tek yönlü varyans analizi)’ uygulanmıştır. Bu yöntemin sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık gösteren parametreler için post-hoc çoklu karşılaştırma testlerinden ‘Tukey HSD testi’ uygulanmıştır. Hızlı üst çene genişletmesinin iki dönemde elde edilen verileri karşılaştırıldığında, maksilla ve mandibula kemik hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmemiştir ($0,05 < P$).

Anahtar Kelimeler: Hızlı Üst Çene Genişletmesi, Maksilla, Mandibula, Hacim, Bilgisayarlı Tomografi

SUMMARY

The aim of this study is to evaluate the volume of the maxillary and mandibular bones on the cone-beam computed tomography (CBCT) data before and 6 months after the consolidation of rapid maxillary expansion. The material of this study has been consisted of CBCT images of the patients treated with the purpose of rapid maxillary expansion, obtained from the archive of Dicle University Faculty of Dentistry Department of Orthodontics (banded-RME-applied (3 males, 12 females), bonded-RME-applied (7 males, 8 females)). As for the control group, they were formed of the CBCT images of the patients orthodontically untreated, nor did they have maxillary transversal deficiency (7 males, 8 females). Volumetric measurements were performed through three-dimensional tomographic modeling program (15.0 Mimics[®], Materialise, Belgium). In this program, in each tomographic cross-section, the image of the maxilla and mandible bone was separated from other adjacent tissues and modeled in three dimensions. Then the volume of digital information models obtained were statistically evaluated. In RME and each dependent control group, 'Paired Samples T test' was applied in order to compare changes occurring at different stages of the treatment. 'One-Way Anova' was applied so as to compare changes that occur during the treatment period in all groups. According to the results of this method the post-hoc multiple comparison test of 'Tukey HSD test' was applied for the parameters showing statistically significant differences between groups. When the data of rapid maxillary expansion obtained in two periods were compared, a significant increase was not observed statistically in the maxillary and mandibular bone volume ($0,05 < P$).

Keywords: Rapid Maxillary Expansion, Maxilla, Mandible, Volume, Computed Tomography

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Maksilla kemiğinde darlık sık karşılaşılan bir sorundur (1). Posterior çapraz kapanış klinik olarak üst çene darlığının en önemli belirtisidir (2). Posterior çapraz kapanış üst çene posterior dişlerin bukkal tüberküllerinin karşıt alt çene dişlerinin lingual tüberkülleriyle teması olarak tanımlanmıştır. Tek taraflı veya çift taraflı olarak görülebilir, tek veya daha fazla dişi içerebilir (3, 4, 5). Wood'a göre (6) çapraz kapanış; maksilla, mandibula veya her ikisinde, dişler oklüzyundayken, birinin veya birkaçının, anormal bukkal, labial veya lingual ilişkide olmasıdır. Bu okluzal uyumsuzluk, genellikle üst çenenin alt çeneye göre yetersiz genişlikte olmasından kaynaklanmaktadır (2).

Rapid Maksiller Ekspansiyon (RME) veya Rapid Palatal Ekspansiyon (RPE) olarak bilinen hızlı üst çene genişletmesi, transversal yönde maksiller yetersizliklerin düzeltilmesinde sıklıkla kullanılan bir ortopedik tedavi şeklidir. RME, diş, çene ve yüz tedavisinde yatay yönde darlık gösteren üst çenenin ideal boyutunun kazandırılmasında çok önemli rol oynar (7).

Hızlı üst çene genişletme tedavisi; maksiller iskeletsel darlığı olan hastalarda, ortodontik tedavinin bir parçası olarak 150 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır (8). Genel olarak transvers maksiller yetersizlikler bireyde, tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanış, asimetric yüz büyümesi, mandibula deviasyonları, dişlerde çapraşıklık, nazal solunum kısıtlılıkları, ağız solunumu gibi durumların görülmesinde etken olabiliyor. Eğer bireyde maksilla ve mandibulanın yatay yönlü ilişkisinde sorun varsa o zaman tedavi için yatay yönlü ortopedik hareket ile yapılan değişiklikler önem kazanmaktadır (9, 10).

Hızlı üst çene genişletmesi tedavisinde yüksek kuvvetler uygulanarak, ortopedik etkinin artırılması, ortodontik etkinin ise en düşük seviyede tutulması amaçlanır (11). Bir başka deyişle, hızlı üst çene genişletmesi ile üst çenede dişsel genişlemenin az, iskeletsel genişlemenin fazla olması beklenir (1, 12, 13). Uygulanan bu ortopedik kuvvet sonucunda median palatinal suturda açılma gözlenmekte ve açılma sonucunda maksillanın iki parçası horizontal, frontal ve vertikal düzlemlerde hareket etmektedir. Maksiller parçalar, midpalatal sutur boyunca birbirinden ayrılırlar (1, 14, 15).

RME sonrası maksiller genişlikte artış meydana geldiğini bildiren pek çok çalışma vardır (14, 15, 16, 17, 18). Christie ve ark. (19) da, RME apareyinin, maksillanın transversal boyutları üzerindeki etkilerini KIBT görüntüleri ile üç boyutlu olarak inceledikleri çalışmalarında, RME sonrasında maksiller bazal kemik genişliğinde anlamlı artışlar görmüşlerdir.

RME tedavisi esnasında uygulanan ortopedik kuvvetlerin midpalatal suturada yırtılmaya ve sonuçta; dentoalveoler bölgeden yukarıya doğru çıkıldıkça azalacak şekilde maksilla ile ilişkili yapılarda, transversal yönde genişlemeye neden olduğunu bildiren pek çok çalışma mevcuttur (1, 14, 20, 21, 22). Kraniofasiyal sistemdeki birçok kemik diğer kemiklerle birbirlerine suturlar aracılığıyla bağlıdır. Bu nedenle kemiklerin konumlarındaki bir değişimin komşu diğer kemikleri de etkileyeceğini söylemek yanlış olmaz (23). Yapılan çok sayıda çalışmada üst çene genişletmesinin yalnızca midpalatal suturda değil aynı zamanda nazal sutur, zigomatikomaksiller sutur ve zigomatikotemporal sutur gibi üst çenenin komşu olduğu diğer kemikler arası suturlarda da değişiklikler oluşturduğu bildirilmiştir (24, 25, 26). Karadede ve ark. (24), üç genç erişkin ve bir erişkin vakada uygulanan Hyrax tipi RME apareyinin, baş-yüz kemikleri ve suturalara etkisini bilgisayarlı tomografi kullanarak inceledikleri çalışmalarında, sutura sagittalise ulaşan sutural ayrılımlardan bahsetmişlerdir.

Hızlı üst çene genişletme tedavisi sonrası mandibula ve mandibular dişlerde de birtakım etkilerin meydana geldiği ortaya konmuştur. Mandibulada dental arkta genişleme olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (27, 28).

Ancak yapılmış olan bu çalışmaların çoğu postero-anterior(PA) ve okluzal radyografilerden elde edilen görüntüler üzerinde yapılmış çalışmalardır. PA veya okluzal radyografilerden elde edilen iki boyutlu görüntülemeler, üç boyutlu yapılar ve bu yapıların hareketlerinin değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır (29). Konvansiyonel röntgenlerin diğer eksiklikleri ise, bilgi kaybı, görüntü süperimpozisyonu ve artefaktlardır (29, 30). Bilgisayarlı tomografi, magnifikasyon veya distorsiyon olmaksızın üç boyutlu olarak görüntü kaydına imkan tanımaktadır (29). KIBT ile ortodontik tedavi esnasında uygulanan aygıtların kraniofasiyal yapılar üzerine etkilerini incelemek de mümkündür. Ortodontide uygulanan kuvvetler üç boyutlu vektörlerden oluşmaktadır ve etkileri her üç düzlemde

gerçekleşmektedir. Konvansiyonel radyograflerin incelenmesi ile uygulanan kuvvetin görüntüler üzerinde sadece iki vektörü değerlendirilmektedir. Tomografi incelemelerinde ise kuvvetin tüm etkileri göz önüne serilmektedir. Tomografi tekniği ile hızlı üst çene genişletilmesinin dişler, periodontal ve iskeletsel dokular üzerine olan etkileri, anatomik yapılar süperpoze olmadan, üç boyutlu olarak incelenebilir ve ayrıca hacim hesaplamaları yapılabilir (31, 32, 33, 34).

Klinik kullanımı en sık olan hızlı üst çene genişletme apareyleri ise Hyrax vida içeren bonded ve banded tip RME apareyleridir (35, 36). Bu apareyler özellikle 8-15 yaşları arasındaki bireylerde iyi sonuçlar vermektedir (37).

Bu tez çalışmasında; ‘Ortopedik etkileri ortaya konmuş olan RME tedavisinden sonra, maksilla ve mandibula kemiklerinde hacimsel olarak bir artış meydana gelir.’ hipotezimizi araştırmayı amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Üst Çene Darlığının Tarihçesi

Üst çene darlığı ilk olarak Hipokrat tarafından tanımlanmıştır ve 19. yüzyıla kadar tedaviye yönelik pek bir ilerleme kaydedilmemiştir (7).

Üst çeneye ortopedik kuvvet uygulayarak dental arkın genişletilmesi işlemi ilk olarak 1860 yılında Angell tarafından gerçekleştirilmiştir. Genişletme sonrasında Angell üst kesici dişler arasında bir diastema meydana geldiğini, bu diastemanın sutura palatina media'nın açılması sonucu oluştuğunu bildirmiştir (38). O tarihlerde X ışını henüz bulunmadığından, görüşleri çok eleştirilmiştir.

1900'lü yıllardan itibaren çok sayıda rinolojist ve diş hekimi, rinolojik ve dental amaçlarla RME tedavisini uygulamışlardır. Yine bu yıllarda RME tedavisi nazal solunumu rahatlatmak ve iyileştirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (39).

Dean adlı araştırmacı (12), insan kuru kafatası üzerinde yaptığı deneysel çalışmada sutura palatina media'yı açarak genişletme elde etmiş ve maksiller genişletmenin burun solunumuna yardımcı olduğu, sinüslerin drenajını kolaylaştırdığını ve bu tür durumlarda RME tedavisinin uygun olduğunu öne sürmüştür.

1910 yılında Landsberger (40) iskeletsel etkilerini incelemiştir.

1912 yılında Pullen (41), RME tedavisinin genişletme ihtiyacı olan maksiller darlığa sahip bireylerde kullanılması gerektiğini, dişlerin okluzal ilişkilerini düşünmeden yalnızca nazal bölgedeki darlığın giderilmesi amacıyla hastaya RME tedavisi yapılmaması gerektiğini savunmuştur.

1940'lı yıllarda Graber (42), üst çene genişletme işlemi dudak-damak yarıklı hastalarda uyguladığını bildirmiştir.

RME tedavisinin tanımlanmasından yaklaşık yüz yıl sonra Haas'ın (14) yapmış olduğu çalışmalar bu tedaviye olan ilgiyi tekrar attırmıştır. 1961 yılında Haas kendi adını verdiği diş ve doku destekli bir aparey dizayn etmiştir (1, 14). Haas bu apareylerle teller ve akrilik kaide vasıtası ile kuvveti dişlere ve sert damağa iletmektedir.

1964'te Isaacson, 'Minne Expander (Minnesota Expander)' adı verilen aygıtı tanıtmıştır. Bu aygıt daimi birinci molar dişleri üzerindeki bantlar arasına

yerleştirilmiş kuvvetli bir zemberekten oluşmaktadır ve bu sayede devamlı bir kuvvet uygulamaktadır (43, 44).

1968 yılında Wertz (45), nazal stenozu olan hastalarda RME tedavisi sonrasında nazal hava akışında değişimler olduğunu bildirmiştir.

Chem ve Biedermann (46), Sınıf III hastalarda maksiller genişletme yaptıkları çalışmalarında, Haas apareyindeki gibi akrilik parçaların olmadığı ve bu yüzden daha hijyenik olduğunu savundukları, sadece üst çene birinci molar ve birinci premolar dişlere yerleştirilen bantlardan oluşan ‘Hyrax apareyini’ tanıtmışlardır.

Cotton (13) 1978 yılında, ortasında yay bulunan ve bu yayın sıkıştırılmasıyla düşük ve devamlı kuvvet uygulayan ‘Minne apareyini’ kullanmıştır.

Subtelny (47) 1980 yılında, üst çene azı dişlerinin okluzalini akrilik ile kaplayan hızlı üst çene genişletme apareyinin tasarımı ile dişlerdeki bukkale devrilmenin azaltılacağı, vertikal boyutun kontrol edilebileceği ve kuvvetin nazomaksiller komplekse daha fazla iletileceğini belirtmiştir.

Timms (7), 1981 yılında üst keser dişler dışındaki tüm dişlerin oklüzal yüzeylerini kaplayan iki ayrı krom kobalt plak ve bir vidadan oluşan ‘Cap Splint’ apareyini tanıtmıştır.

Arndt (48), 1993 yılında hasta işbirliğine ve laboratuvar çalışmasına gerek kalmadan Nikel-Titanyum (Ni-Ti) esaslı, ısıyla aktive olan ve midpalatal sutur üzerinde hafif ama sürekli kuvvet oluşturabilen genişletme aygıtını uygulamıştır.

Darendeliler ve ark. (49), 1994 yılında samarium kobalt mıknatıslar ile maksiller genişletme yapmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarında 250-500 gr’lık devamlı manyetik kuvvetlerin uygulanmasıyla dental ve iskeletsel hareket elde edileceğini rapor etmişlerdir.

Mommaerts (50), 1999 yılında distraksiyon osteogenezisindeki gelişmeler sonucunda palatal distraktörler uygulayarak günlük 0.33 mm’lik genişletme yaparak üst çene darlığının giderilebileceğini bildirmiştir.

Toroğlu ve ark. (51), 2002 yılında tek taraflı gerçek maksiler darlık vakalarında uyguladıkları ‘AMEX’ aygıtı ile dişlerde genişleme elde ettiklerini ve bu aygıtın tek taraflı posterior çapraz kapanışların tedavisinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Geçmişten günümüze kadar üst çenenin genişletilmesi amacıyla, dişlere yapıştırılarak kullanılabilen veya hareketli aparey şeklinde kullanılan pek çok sayıda aparey ve modifikasyonları dizayn edilmiş ve kullanılmıştır. Genişletme işleminde yavaş, hızlı veya yarı-hızlı gibi farklı teknikler kullanılmıştır. Bugüne kadar olan çalışma ve araştırmalardan elde edilen sonuçların rehberliğinde farklı vaka tiplerine göre farklı tedavi planlamaları ve yöntemleri uygulanabilmektedir.

2.2. Posterior Çapraz Kapanış

Kraniofasiyal bölgedeki iskeletsel anomalilerin en yaygın olanlarından biri, üst çenenin transversal yönde darlık gösterdiği posterior çapraz kapanış olguları olarak tanımlanmıştır (52).

2.2.1. Tanım

Çapraz kapanış, alt ve üst çene dişlerinin bukkolingual yönde anormal okluzal ilişkisi olarak tanımlanmıştır (53). Normal okluzyonda üst çene diş kavsi alt çene diş kavsinin uzayın her yönünde kutu kapağı gibi örtmektedir (54).

Wood (6), çapraz kapanışı, dişler oklüzyonda iken, alt dişler veya üst dişlerin transversal yöndeki anormal ilişkisi olarak tanımlamıştır.

Posterior çapraz kapanış anomalisi dişsel, iskeletsel ve fonksiyonel olarak görülebilmektedir (14, 53, 54, 55).

2.2.2. Dişsel Posterior Çapraz Kapanış

Genel olarak dişsel çapraz kapanışta üst çene posterior dişler palatine doğru eğimlidirler. Bu durumdan bazal kemiğin şekli ve boyutu etkilenmemektedir. Yani lokal faktörlere bağlı olarak üst çene kavsinde darlık olmaksızın tek diş veya bir diş grubunun alveol kemiği içinde yer değiştirmesi ile meydana gelir (53, 54, 56).

2.2.3. İskeletsel Posterior Çapraz Kapanış

İskeletsel seviyedeki posterior çapraz kapanış, üst ve alt çene arasında transversal yöndeki uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır. İskeletsel çapraz kapanış aşağıda belirtilen üst ve alt çeneye ait bozuklukların kombinasyonları sonucunda oluşabilmektedir:

- Dar üst çene ve normal alt çene
- Normal üst çene ve geniş alt çene
- Dar üst çene ve geniş alt çene

Dar üst çene ve geniş alt çene birleşimi en zor ve nüksü en çabuk olanıdır. Çünkü mandibula anterior bölgede çekim veya osteotomi olmadan etkili bir şekilde daraltılamaz (57).

2.2.4.Fonksiyonel Posterior Çapraz Kapanış

Alt çene istirahat durumunda iken alt ve üst çene arasında transversal yönde bir uyumsuzluk olmamasına rağmen; maksimum kapanışa geçerken, üst çene diş kavsi alt çene diş kavsi göre daha dar olduğundan, erken okluzal temaslar nedeniyle alt çenenin lateral yönde hareket etmesi sonucu fonksiyonel çapraz kapanışlar meydana gelir. İskeletsel çapraz kapanışlara göre daha erken dönemde, çoğunlukla süt ve karma dişlenme dönemlerinde erken okluzal temaslar sonucunda görülürler (54).

Fonksiyonel çapraz kapanışlar mümkün olduğunca erken tedavi edilmelidirler. Erken tedavi edilmediği takdirde anomali morfolojik hale gelir ve böylece asimetrikler oluşur (2, 54, 58, 59).

2.3.Maksiller Darlık İnsidansı

Posterior çapraz kapanışın süt, karışık ve daimi dişlenme dönemlerinde ırk ve cinsiyete bağlı olarak görülme sıklığını inceleyen çok sayıda epidemiyolojik çalışma yapılmıştır.

Amerika'da yaşları 6-11 arasında olan bireylerde yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, çapraz kapanış görülme sıklığının siyah ırkta %5.3 beyaz ırkta %4.9 olduğu bildirilmiş; aynı toplumda yaşın artmasıyla birlikte çapraz kapanış insidansının arttığını gösteren diğer bir çalışmada ise 12-17 yaşları arasında bu oranların siyah ırkta %8 beyaz ırkta %5.9 olduğu bildirilmiştir (60).

Hanson ve ark. (61), süt dişlenme döneminde posterior çapraz kapanış insidansını %12 olarak belirtmişlerdir.

Da Silva ve ark. (62), Brezilyalı çocuklarda %18.2'lik bir insidansı bildirmişlerdir.

Avrupalı çocuklarda posterior çapraz kapanış görülme sıklığı daha yüksek (%13-23) bulunmuştur (63, 64).

Hazar ve Sandıkçıoğlu (65), ülkemizde İzmir bölgesinde karma dişlenme dönemindeki bireylerde, posterior çapraz kapanış insidansının %2.7 olduğunu bildirmişlerdir.

Nur ve ark. (66) Türk çocukları üzerinde yaptıkları araştırmada posterior çapraz kapanış görülme sıklığı % 27.4 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ayrıca bölgelere göre de çapraz kapanış görülme sıklığı belirtilmiştir.

2.4.Maksiller Darlık Etiyolojisi

Posterior apraz kapanışın oluşmasında iskelet yapı, yumuşak dokular, nöromüsküler sistem ve dişsel problemler etkili olmaktadır (67).

İskeletsel apraz kapanış; kalıtsal veya ağız solunumu, anormal fonksiyonel alışkanlıklar gibi çevresel nedenlerin üst çenenin transversal yönde gelişimini etkilemesi sonucu üst çene yetersizliğı ya da alt ve üst çenedeki asimetrik büyüme sonucunda çeneler arası bazal kaide genişliklerinde meydana gelen uyumsuzluk durumudur (3, 68, 69).

Dişsel apraz kapanışlar; süt dişlerinde erken temasa bağlı kayma, süt dişlerinin uzun süreli ağızda kalması, diş ark boyu uyumsuzluğu gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkar. Dişlerin palatinele eğilmesiyle karakterizedir. Bu durum tek bir dişte olabileceği gibi bir diş grubunu da kapsayabilmektedir (3, 70).

2.4.1.Genetik Faktör:

Cassidy ve ark. (71), dental ark formu üzerindeki genetik etkiyi araştırdıkları çalışmada; ark genişliği üzerinde genetiğin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Genetik faktörler indirekt olarak kas morfolojisi ile veya direkt olarak osteogenezis yolu ile etkisini gösterebilmekle birlikte bazı kalıtsal hastalıkların ortaya çıkmasına bağlı olarak transversal darlık oluşturabilmektedir (67).

2.4.2.Çevresel faktörler:

Posterior apraz kapanışa neden olan çevresel faktörler arasında ağız solunumu, dil itimi, parmak emme ve emzik kullanımı gibi alışkanlıklar bulunmaktadır.

Emzik ağızda tutulduğu süre içerisinde, dil ağzın daha aşağı ve anterior kısmında konumlanmakta dolayısıyla yanakların, köpek ve azı dişleri üzerine olan etkisini karşılayacak palatal destek azalmaktadır. Dil, maksiller premolar ve molar dişlere bukkale doğru kuvvet iletirken; yanaklar ise maksiller posterior dişlere lingual yönde kuvvet uygulamaktadır. Zıt yönlerdeki bu iki kuvvetin yanakların lehine olması çapraz kapanışa neden olabilmektedir (72).

Oral alışkanlıkların dental ark genişliğindeki ilişkisinin incelendiği bir çalışmada;

- Emzik kullananlarda, emzik kullanmayanlara göre daha dar maksiller interkanin ve intermolar genişliklerin olduğu,
- Yuvarlak başlıklı emzik kullananlarda, ortodontik başlıklı emzik kullananlara göre daha dar interkanin genişliklerin olduğu,
- Biberon kullananlarda, kullanmayanlara göre maksiller intermolar genişliğin daha dar olduğu bulunmuştur (70).

Parmak emme sırasında maksillaya uygulanan basınç ile burun tabanının vertikal yöndeki olası normal büyümesi mümkün olmamaktadır ve parmak emenlerde dar burun tabanı ile derin damak kubbesi görülmektedir. Üst dudak hipotonik, alt dudak hiperaktif hale geçer. Emme ve yutkunma sırasındaki bu anormal kas fonksiyonları deformasyonu kalıcı kılmaktadır (70).

Thilander ve ark. (73), süt dişlenme döneminde görülen unilateral çapraz kapanışı parmak emmeye bağlamışlardır.

Harvold ve ark. (74), Rhesus maymunları üzerinde yaptıkları deneysel çalışmada, maymunlarda nazal solunumun engellemesi sonucunda maksiller dental arklarda daralma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Oulis ve ark. (75), yaptıkları çalışmalarında hipertrofik adenoid ve tonsiller sonucu oluşan nazal havayolu tıkanıklığı olan hastaların %47'sinde posterior çapraz kapanışın meydana geldiği sonucuna varmışlardır.

Ağız solunumu sonucunda dil ağız tabanına yerleşmekte ve ağız içi kas dengesi buksinatör kası lehine bozulmakta ve bozulan kas dengesi sonucunda üst dental arkta daralma oluşmuştur (76).

Linder-Aronson (77), maksiller darlığı olan hastalarda nazal obstrüksiyon ile sıklıkla karşılaştığını, ancak erken dönemde yapılacak müdahalelerle nazal solunuma geçildiğinde problemin kendiliğinden düzelebileceğini bildirmiştir.

2.5.Tanı

Ortodontik problemlerin tedavilerinde olduğu gibi maksiller darlığın tedavisi ve tedavinin stabilitesi ancak doğru teşhisle mümkündür. Maksiller darlığın teşhisinde; klinik değerlendirme, model analizi ve radyografik değerlendirmeden yararlanılmaktadır.

2.5.1.Klinik Değerlendirme

Çapraz kapanışın klinik değerlendirmesinde; maksiller ark formu ve simetrisi, damak kubbesinin şekli, gülme sırasında bukkal koridorların genişliği, solunum şekli, fasiyal asimetri ve okluzal denge incelenerek yapılmaktadır (78). Yani frontal açıdan yüzün, dişlerin değerlendirilmesinin yanı sıra çenelerin sagittal ve transversal değerlendirilmesi de önem kazanmaktadır (79).

Maksiller dentisyonun pozisyonu iskeletsel uyumsuzluğu gösteriyorsa çapraz kapanış oluşmakta ya da maksiller darlık dentisyon tarafından kamufle edilmekte, iki dental ark da dar ise çapraşıklık olmadan çapraz kapanış gözlenebilmektedir (80).

Bukkale devrilmiş posterior dişler maksiller darlığı kamufle etmektedir. Bu vakalarda normal bir posterior okluzyon varmış gibi görülmekle birlikte maksillanın dar olduğu ve Wilson eğrisinin abartılı olduğu görülmektedir (80).

2.5.2.Model Analizi

Dental arkların form ve şeklinin tam olarak görülebilmesi amacıyla ortodontik modellerden faydalanılmaktadır. Transversal genişlik tespiti için yapılan spesifik ölçümler ile transversal yönde meydana gelen sapma miktarı belirlenmekte ve apikal kemik kaidesinin yetersizliği tespit edilebilmektedir (70).

‘Howes Model Analizi’ üst çene genişletmesinin miktarının belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemdir. Transversal yönde, dişler ve dişleri taşıyan apikal kemik kaidesi arasındaki ilişkiler incelenmiş olur. Normal okluzyon gösteren bireylerde apikal kemik kaidesinin genişliği, premolarlar arası diş kavsi genişliğine eşit ya da ondan daha büyük olmalıdır. Hızlı üst çene genişletmesi; apikal kemik kaidesinin dar ve dişlerin bukkale eğimlenmiş olduğu durumlarda uygulanmaktadır. (81, 82).

Staley ve ark. (83) önerdiği model analizinde, normal okluzyonlu bireylerde mandibula ve maksillada molarlar arası ortalama mesafe farkının, erkekler için + 1.6 mm ve kızlar için + 1.2 mm olarak belirlenmiş ve bu farkın genişletme miktarı konusunda fikir vereceği anlatılmıştır. Bu model analizinde maksiller molarlar arası genişlik, maksiller molarların meziobukkal tüberkül tepeleri arasındaki genişlik, mandibular molarlar arası genişlik ise, mandibular molarların median sulkusunun gingivaya en yakın veya orta kısımları arasındaki mesafe ölçümleri olarak gösterilmiştir.

Ortodontik modellerde alt posterior dişlerin lingual kron torku, üst posterior dişlerin bukkal kron torku alıp almadığına bakılmalıdır (79).

2.5.3.Radyografik Değerlendirme

Hem teşhis amaçlı hem de RME'nin transversal yöndeki etkilerinin değerlendirilmesinde PA ve okluzal radyografilerden yararlanılmaktadır. Maksilla ile mandibula arasında transversal yönde herhangi bir uyumsuzluk olup olmadığının ve asimetrielerin tanısında PA radyografilerinden faydalanılır (79, 84, 85, 86, 87).

Midpalatal suturun açılıp açılmadığının belirlenmesinde ve kemikleşmesinin değerlendirilmesinde okluzal radyografilerden faydalanılmaktadır. Ancak kranial kaide yapılarının üst üste çakışması sonucu net görüntü oluşmadığı belirtilmektedir (78, 79, 88).

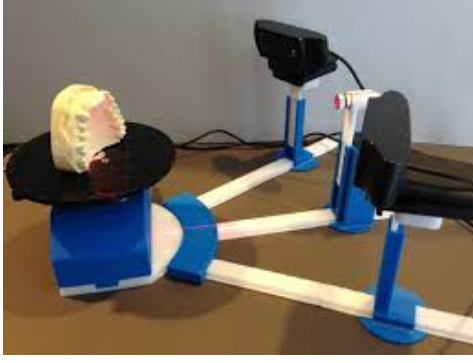
Transversal yön problemlerinin teşhisinde kullanılan bu filmlerde, anatomik noktaların belirlenmesindeki zorluk ve görüntülerin üst üste çakışması nedeniyle bilgiler doğru alınmadığından güvenilirliği tartışmalı hale gelmektedir (89).

Üç boyutlu yapıların iki boyutlu olarak incelenmesinin bilgi kaybına neden olması, üç boyutlu görüntüleme teknolojisindeki gelişmelerle birlikte ortodontik teşhis ve tedavi sonuçlarının tahminine yardımcı yeni tekniklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Lateral sefalometrik, PA ve dental modellerden elde edilen veriler sadece bir film ile değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle son yıllarda üç boyutlu görüntüleme ile değerlendirme daha da önem kazanmaktadır (90).

2.5.3.1.Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri

2.5.3.1.1.Yapılandırılmış Işık Tekniği (Structured Light):

Dijital kamera üç boyutlu bilgileri alarak yansıyan ışınları kaydetmekte ve bunun sonucunda yüzün üç boyutlu görüntüsü oluşmaktadır. İki ya da daha fazla kamera farklı alanlardan alınan görüntüleri senkronize edebilmektedir. Tek kamera kullanımı 180⁰'lik bir fasiyal model sağlamamaktadır. Bu nedenle birkaç kamera kullanımı ya da hedefi bir rotasyon ekseninde döndürme ihtiyacı duyulmaktadır. Tekniğin pratik olmaması bu tekniğin uygulanabilirliğini azaltmaktadır (90, 91).
(Şekil 2.1a, Şekil 2.1b)



Şekil 2.1a. Yapılandırılmış Işık Tekniği (Structured Light), kamera sistemi



Şekil 2.1b. Yapılandırılmış Işık Tekniği (Structured Light), görüntünün bilgisayar ortamına aktarılması

2.5.3.1.2.Lazer Tarama:

Yüzün yumuşak dokularının dış yüzeyinin üç boyutlu görüntülenmesi için kullanılan bir methodur. 2 ila 20 saniye arasında insan yüzü taranarak yüzün görüntü haritası oluşturulmakta ve bu görüntü ile üç boyutlu analiz elde edilebilmektedir. Bireyin önünden ve arkasından elde edilen görüntülerle üç boyutlu kafa ve yüz görüntüleri meydana getirilmektedir (90, 91, 92).

Fasiyal taramanın yavaş olması sonucunda görüntüde distorsiyon olması, özellikle büyüme çağındaki çocuklarda gözlerin lazere maruz kalması gibi bazı dezavantajları vardır (90).

2.5.3.1.3.Stereofotogrametri:

Bu teknik klinik olarak basit bir resimleme aletine optik olarak bağlanmış portatif stereometrik bir kamera kullanılarak uygulanır. İki veya dört kamera ile hasta yüzünün topoğrafik yüzeyinin görüntüsünün elde edilmesidir (90, 91, 93). (**Şekil 2.2**)



Şekil 2.2. Stereofotogrametri cihazı

2.5.3.1.4. Manyetik Rezonans:

Manyetik rezonans; yumuşak dokuların görüntülenmesinde, tükürük bezlerinin ve temporomandibular eklem (TME)'nin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Manyetik rezonans ile görüntüleme ve tarama sonucu yüzün yüksek çözünürlüklü detaylı görüntüsü oluşturulmakta, ölçüm ve analiz için yüzün üç boyutlu modelleri elde edilmektedir (94, 95).

2.5.3.2. Bilgisayarlı Tomografi:

2.5.3.2.1. Tanımı ve Tarihçesi

Tomografi kelimesi Yunanca'dan gelen iki kelimenin birleşiminden oluşmaktadır; tomos (kesit) ve graphy (görüntü). Bilgisayarlı tomografiyi (BT) basitçe; X ışını kullanarak, bir cismin kesitler halinde iki boyutlu veya üç boyutlu görüntülerinin oluşturulmasına yarayan radyolojik teşhis yöntemi olarak tanımlamak mümkündür (96).

Güney Afrikalı nükleer fizikçi Cormack 1955 yılında, vücut gibi homojen olmayan materyallerde X ışınının verdiği bilginin yetersiz olduğuna, dokunun eksilttiği ışın miktarının hesaplanmasının hem tedaviye hem de tanıya ışık tutacağına karar vermiştir. Cormack bu fikirleri üzerine makaleler yazmasına rağmen tomografi cihazı Hounsfield tarafından geliştirilmiştir. İngiliz mühendis Godfrey Hounsfield 1967'de bilgisayar yöntemleri ile ilgili çalışmalar yürütmekteyken, tıp alanında kullanılan konvansiyonel radyografilerde üç boyutlu anatomik yapıların iki boyuta indirgenmesi sonucu bazı bilgilerin, yapıların kaybolduğunu fark etmiştir. Anatomik yapıların küplere bölünüp, her bir küpün abzorbe ettiği X ışını foton miktarının hesaplanması ile bu durumun aşılabileceğini düşünmüştür. 1967-1971 yılları arasında bu hesaplamaları yapmış ve ilgili organı resmeden bir sistem geliştirmiştir. 1971

yılında hazırladığı tomografi cihazı ile ilk hastadan görüntü elde etmiştir. Daha sonraki yıllarda tıbbi arenada yerini almıştır, ancak dış hekimliğinde kullanımı yüksek radyasyon dozu ve yüksek maliyeti nedeniyle uzun yıllar boyunca sınırlı tutulmuştur (97).

İlk prototipinden bu yana cihazın parçalarına ve görüntüleme için kullanılan X ışınının fiziksel hareketine göre sınıflanan 5 farklı gelişim evresinden geçmiştir. İlk BT'ler çizgisel bir ışık kaynağı (pencil beam) ile tek bir algılayıcıdan (dedektör) oluşmaktaydı. 1972 yılında satışa sunulan bu cihazların ilginç bir özelliği sadece baş bölgesini görüntülemek amacıyla üretilmiş olmalarıdır. 1975 yılında 2. jenerasyon BT cihazları ortaya çıktı. 'Hibrid' sistemler adı verilen bu cihazlarda birden fazla dedektör kullanılmaktaydı. Fakat bu dedektörler objeyi tam olarak tarayamıyordu. 3. jenerasyonda dedektörlerde ve veri elde etme teknolojisinde gelişmeler olmuştur. Günümüzde yaygın olarak kullanılan 3. jenerasyon BT cihazlarının ilk örnekleri ise 1976 yılında satışa sunuldu. Bu cihazlarda yay biçiminde büyük bir dedektör bulunduğu için X ışınları daha geniş bir alanı taramakta ve etkin biçimde toplanabilmekteydi. Daha sonra üretilen 4. jenerasyon BT'lerde yay şeklindeki dedektör tam dairesel bir dedektör ile değiştirildi. Ancak, X ışını kaynağının açısının değişmesinin radyasyon saçılımını arttırdığı ve cihazın hastanın istemsiz hareketlerine aşırı duyarlı hale geldiği görüldü. Son olarak harekete ya da saçılmaya bağlı olarak ortaya çıkan artefaktları azaltmak için 5. ve 6. jenerasyon tarayıcılar tanıtılmıştır. Bu sorunun üstesinden gelmek için üretilen yeni BT cihazları oldukça etkilidirler. Ancak fiziksel olarak çok yer işgal ederler ve oldukça pahalıdırlar. Ayrıca, üç boyutlu görüntüleme oluşturulabilmesi için kesitlerin bir araya getirilerek işlenmesi gerekir. Bunun için özelleşmiş bilgisayar programları kullanılır (98, 99).

2.5.3.2.2. Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Temeli

BT görüntüleri piksellerden oluşmaktadır. Piksel kelimesi, İngilizce resim elemanı anlamına gelen 'Picture element' kelimelerinin kısaltılması ile oluşmuştur. Görüntünün iki tarafındaki piksel sayısı çarpımı matris sayısını verir (99). Piksel ile kesit kalınlığı çarpımını ifade eden dikdörtgen prizmasına voksel denilmektedir. Voksel, BT'nin hacimsel görüntü birimidir ve İngilizce 'Volume element' kelimelerinin kısaltılmasından oluşturulmuştur (99, 100).

Görüntünün yoğunluğu, cismin X ışını abzorbe etme özelliği ile ilişkilidir. Vokselin, X ışını tutma değeri -1000 ila +1000 arasında değişen rakamlardan oluşan gri bir skalada sergilenmektedir. Skalanın saptanan rakamsal verileri, Hounsfield Unit (HU) olarak adlandırılmaktadır. Skalanın ortasında yer alan 0 HU değeri suyu ve - 1000 HU değeri de havayı ifade etmektedir. Kemik gibi yapılar X ışını fazla abzorbe ettikleri için beyaz görüntü vermekte ve skalanın +1000 HU değerini oluşturmaktadır.

Yoğunluk farkı yüksek olan görüntülerde, pikseller üzerindeki değerlerin değiştirilmesi ile sadece istenilen kısmın görüntüye yansıtılmasına 'pencereleme' denilmektedir. Görmek istenilen kısmın HU değerlerini içine alan ve diğer kısımları dışarıda bırakacak Hounsfield skala bandının seçilmesi, pencere aralığının ayarlanması ile mümkündür (99).

Tomografi ile elde edilen hacimsel görüntü, aksiyal, koronal ve sagittal düzlemde incelenebilmektedir. Aksiyal düzlem (x-ekseni) cisimleri üst-alt, koronal düzlem (y-ekseni) cisimler ön-arka ve sagittal düzlem (z-ekseni) de, cisimleri sağ-sol parçalara ayırarak şekilde kesmektedir.

2.5.3.2.3. Bilgisayarlı Tomografinin Diğer Yöntemlere Üstünlüğü ve Eksikliği

Tomografi tekniği, konvansiyonel radyografi yöntemlerinden sonra tıpta devrim olarak nitelendirilebilecek bir gelişmeye neden olmuştur. Hekimlerin ancak cerrahi müdahale ile elde ettikleri bilgileri sunan tomografi cihazının tıp alanında kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Tomografi tekniği en sık kafa içi kanamaların acil olarak görüntülenmesinde tercih edilmektedir. Bu yöntem, hem kemiklerin hem de yumuşak dokuların incelenmesine izin verdiği için ortopedide de kendine önemli bir yer sağlamıştır. Bir organdaki patolojik kitlelerin sınırları, büyüklüğü ve yapısı hakkında önemli veriler elde edilmesini sağlamaktadır (99).

BT taraması sonucunda incelenen anatomik bölgenin iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüleri elde edilmektedir. Üç boyutlu hacimsel görüntülerin her yönde hareketi ve döndürülmesi mümkündür. Görüntülerin büyütülmesi ile anatomik bölgeler daha detaylı incelenmekte, işaret noktalarının yerleşimi daha kolay olmakta ve ölçümler daha dikkatli uygulanabilmektedir (101).

Yüz oranlarının belirlenmesinde, sert ve yumuşak doku ilişkisini daha net gösterdiği için tomografi, antropometriden daha üstün bir üç boyutlu yöntemdir (102). BT, daha önceleri antropometrik ölçümler ve sefalometrik incelemelerden elde edilen verilere ek bilgiler sunmakta ve başta sendromlu hastalarda olmak üzere morfolojinin anlaşılmasına ve rekonstrüksiyonuna katkıda bulunmaktadır (103, 104).

Üç boyutlu cisimlerin iki boyutlu tanı araçları ile tespitinde, özellikle orta hattan uzakta olan işaret noktalarında distorsiyon olmaktadır. İki boyutlu görüntüleme tekniklerinde sorun yaratan magnifikasyon, projeksiyon ve kafa konum hataları BT'de olmamaktadır (105).

Tomografi görüntüleri kullanıldığında, işaret noktaları daha kolay belirlenmekte ve daha doğru ölçümler elde edilmektedir. Sherrard ve ark. (106), domuz kuru kafalarında kök ve diş uzunluklarını ölçmüşler ve radyografiden ve BT görüntülerinden elde ettikleri ölçümler ile karşılaştırmışlardır. Tomografi görüntü ölçümlerinin gerçeğe daha yakın olduğunu bildirmişlerdir.

2.5.3.2.4.Bilgisayarlı Tomografi Çeşitleri

Bilgisayarlı tomografileri iki grupta incelemek mümkündür:

- Konvansiyonel tomografi
- Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi

2.5.3.2.4.1.Konvansiyonel Tomografi

Konvansiyonel tomografileri tek ve çok kesitli olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. İki arasında fark dedektör yapısından kaynaklanmaktadır. Tek kesitli BT'lerde dedektör tek sıra halinde dizilmiş tek boyutlu elemanlardan oluşmaktadır. Çok kesitli tomografide ise birden fazla sıradan oluşan iki boyutlu bir matriks söz konusudur. Tüp bir tur döndüğünde birden fazla kesitsel görüntü elde edilmektedir (107, 108, 109).

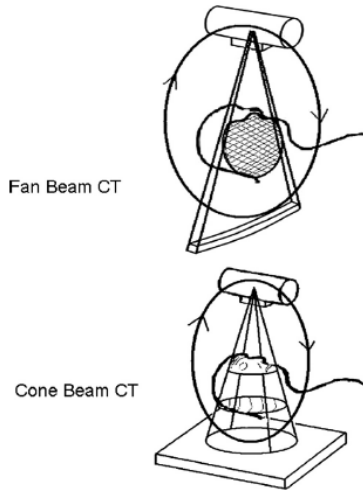
Tek ve çok kesitli tomografilerde sıralı ya da spiral tarama yapılabilmektedir. Sıralı tarama tekniğinde, X ışını tüpü 360⁰'lik dönüşünü tamamladığında tek bir aksiyal kesit elde etmektedir. İkinci kesitin elde edilmesi için, kısa bir duraksamadan sonra tüpün tekrar dönüş hareketine başlaması gerekmektedir. Bu durumda, incelenecek bölgenin boyutuna bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte tarama işlemi uzun sürmektedir. Spiral tarama tekniğinde ise X ışını tüpü belirli bir hızla sürekli dönerken, hastanın yatırıldığı masanın da konum değiştirmesi ile görüntü elde

edilmektedir. Hastadan spiral tarama tekniği kullanılarak görüntü alınması tetkik süresini kısaltmıştır. Bu teknik hasta konforunu arttırmış ve solunum hareketlerinin artefaktlara neden olduğu toraks gibi bölgelerin incelenmesini kolaylaştırmıştır. Ayrıca inceleme alanının tek tek kesitler ile değil de hacimsel görüntü olarak değerlendirilmesi mümkün olmuştur (99, 110).

2.5.3.2.4.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Dentomaksillofasiyal radyolojide son 10 yıldır sık sık sözü geçse de kuramsal olarak yeni bir teknik değildir. Bu yöntemin etkin kullanımını ilk defa 1982 yılında Mayo Kliniği'nde anjiyografi amacıyla gerçekleştirilmiştir (111).

Konvansiyonel tomografilerde, X ışını tüp ile dedektör arasında yelpaze (Fan-beam) şeklinde iki boyutlu bir geometri sergilerken KIBT'de koni (Cone-beam) şeklinde üç boyutlu bir geometriye sahiptir (91, 111, 112). KIBT'de tüp ve dedektörün tek turu ile kraniofasiyal bölgenin büyük bir bölümü taranabilmektedir (107). Bu sistemde kullanılan dedektörler iki boyutludur. Üç boyutlu konik yayılımlı X ışını bu bölgeye düştüğünde gantrinin (dedektörleri taşıyan dairesel metal iskelet) tek bir dönüşünde geniş bir alanı tarayabilir. Cone-beam tekniği, alan dedektörünün ve X ışını kaynağının başı bir tutucuyla sabitlenen hastanın çevresinde eş zamanlı olarak 360°'lik bir tarama yapmasıyla uygulanır (110, 111, 112). (**Şekil 2.3**)



Şekil 2.3. Konvansiyonel (Fan-beam) ve KIBT (Cone-beam) çalışma prensibi

Bu dönüş sırasında belirli açılarla izdüşümler elde edilir. Bu izdüşümler karmaşık algoritmalar kullanan bilgisayar yazılımlarıyla işlendiğinde ortaya üç boyutlu hacimsel veri setleri çıkar. Bu veriler aksiyal, sagittal ya da koronal kesitlerden rekonstrüksiyon yapmak için kullanılabilirler.

KIBT’de ortodontik aygıtlar veya amalgam dolgular nedeniyle oluşan artefaktlar konvansiyonel BT’lerden daha azdır (107).

Konvansiyonel tomografiler ile karşılaştırıldığında radyasyon dozunun ve hastaya maliyetinin daha düşük olması nedeniyle KIBT diş hekimliğinde kabul görmüştür. Scarfe ve ark. (112) göre, daha hızlı görüntü elde etmesi, daha ucuz radyasyon dedektörüne sahip olması, hastanın konum değiştirmesi sonucu oluşan görüntü netliğinde azalma probleminin bulunmaması, internal hasta hareketi sonucu oluşan görüntü distorsiyonunun daha az olması, X ışını tüpünün etkinliğinin artması ve hastaya daha az radyasyon vermesi KIBT’nin konvansiyonel tomografiye üstünlükleri arasında sayılabilir (113).

KIBT’de görüntü alanının seçilebildiği ve minimal voksel çözünürlüğüne (rezolüsyon) sahip olduğu bildirilmiştir. Voksel rezolüsyonu, lateral kesitlerin kalınlığına bağlıdır. KIBT görüntüleri koronal ve aksiyal kesitte aynı rezolüsyona sahiptir. Konvansiyonel BT görüntülerinde aksiyal düzlemde vokseller aynı boyuta sahipken, koronal düzlemde yer alan voksellerin boyutu kesit aralığına bağlıdır. KIBT görüntüleri rezolüsyon açısından konvansiyonel BT’lerden daha üstündür. Ortodontik açıdan voksel rezolüsyonunun minimum olması, ankiloze diş şüphesinde periodontal ligamentin belirlenmesi gibi durumlar göz önünde tutulursa son derece önemlidir (111).

2.5.3.2.5.KIBT’de İki ve Üç Boyutlu Görüntünün Oluşması ve İşleme Teknikleri

BT’de X ışını, üç boyutlu bir şekle sahiptir ve konvansiyonel röntgenlerde olduğu gibi foton enerjisine dayanmaktadır. Dijital algılayıcılar fotonları absorbe etmekte ve bilgisayar tarafından algılanan elektrik akımına dönüştürmektedir. Konvansiyonel BT’ler hastanın görüntüsünü, her hastanın kaydırılmasından elde edilen aksiyal kesitten oluşan bir dizilim olarak elde ederken, KIBT’ler panoramik radyografilerde olduğu gibi hastanın etrafında tek bir döngüde görüntüyü elde etmektedir. Bu rotasyon süresi, panoramik radyografi çekmek için gerekli süre ile aynı ya da daha azdır (112).

BT’den elde edilen görüntüler, DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine/ Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim) veri formatındadır. DICOM, tıbbi görüntülerin saklanması, yazdırılmasında ve bilgi

aktarımında bir standarttır. DICOM kaydı iki kısımdan oluşmaktadır; DICOMDIR dosyası (hasta bilgilerinin, tarama bilgilerinin ve aksiyal kesitlerin listesi) ve aksiyal kesitlerin sıralı görüntüleri. DICOM'un en önemli avantajı, hekime her düzlemde düzgün ölçümler yapma olanağı sunmasıdır. Hekim, DICOM veri formatında olan bilgileri farklı ara yüz programlarına aktararak tedavi planlamasında, üç boyutlu görüntü üzerinde daha doğru sonuç veren doğrusal ve açısal ölçümler yapılmasında ve sert-yumuşak doku ilişkilerini belirlemede kullanabilmektedir (114). DICOM'a uyumlu arayüz programları ile ortognatik cerrahi planları yapılmakta ve üç boyutlu sefalometrik analizler uygulanmaktadır. Veriler uygun ara yüz programına aktarıldıktan sonra görüntüler üzerinde büyütme, döndürme ve ölçümler ile analizler yapılabilmektedir (114).

2.5.3.2.6.KIBT'nin Avantajları

Yumuşak dokuların görüntülemesinde sınırlı olması bir yana bırakılırsa; KIBT baş ve yüz bölgesinin sert dokularının incelenmesinde tartışmasız bir yere sahiptir. Kassal yapılar ve ataşmanları gibi karmaşık yapılar konvansiyonel MR teknolojisi ile görüntülenebilir.

2.5.3.2.6.1.Radyasyon dozunun azaltılması

Konvansiyonel BT'ler ile karşılaştırıldığında KIBT'lerin en önemli avantajlarından biridir. Farklı çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, BT'lere göre aynı görüntüleri elde etmek için % 98'e varan oranda daha az radyasyon uygulanmaktadır (115). Farklı görüntüleme tekniklerine göre verilen dozların miktarı tabloda belirtilmiştir (110) (**Şekil 2.4**).

Imaging modality	Effective dose (μSv)
Conventional maxillofacial CT	310–410
Film-based cephalogram	100
Film-based orthopantogram	50
Film-based full-mouth dental series	150
CBCT	40–135
Digital full-mouth dental series	30–80
Digital cephalogram	5–7
Digital orthopantogram	3–11

Şekil 2.4. Farklı görüntüleme tekniklerine göre verilen dozların miktarı

2.5.3.2.6.2.Görüntü kalitesi

KIBT görüntülemesi sonucunda elde edilen hacimsel veri setleri ‘voksel’ adı verilen kubik şekilli üç boyutlu yapılar halinde saklanır. Her bir voksel farklı bir değerde X ışını emilimine sahiptir. Bu voksellerin boyutları görüntünün çözünürlüğünü belirler. BT'lerde vokseller dikdörtgen şeklindedir ve genellikle aksiyal kesitlerden elde edilirler. Bu yüzden voksellerin boyutları eş değildir (anisotropik). KIBT'de ise vokseller üç boyutuda (uzunluğu, genişliği, derinliği) eşit (isotropik) görüntü verirler. Bu durum detayı ve görüntü kalitesini arttıran bir etkidir (107, 111).

2.5.3.2.6.3.Hızlı tarama

KIBT cihazları, tek bir dönüşle ham verileri elde ettiği için dönüş hızları konvansiyonel panoramik cihazların hızları ile benzerdir (10-90 saniye). Bu sayede hastanın cihazda kalış süresi azalır ve hasta memnuniyeti artar (110).

2.5.3.2.6.4.Yazılım kolaylıkları

Tıp radyolojisinde kullanılan cihazlarla elde edilen verilerle doğrudan çalışmak güçtür. Bu cihazlar özel tasarlanmış platform bilgisayarlar gerektirirler. Elde edilen verilerin hekim tarafından incelenmesini sağlamak için özel yazılımlar kullanılarak yeniden oluşturulması gerekir. Bu durum, ileri düzeyde bilgisayar kullanımı bilgisini gerektirir. Bu işlemler zaman aldığından görüntünün elde edilmesi daha geç olur. KIBT'lerde ise üzerinde yazılım yüklü olan tek bir kişisel bilgisayar, görüntüleri incelemek için yeterlidir. Bu yazılımların kullanıcı ara birimleri kolaydır ve hekime hızlı bir şekilde değerlendirme yapma olanağı sunarlar (110, 112).

2.5.3.2.6.5.X Işının Sınırlanması

Üretici firmaya göre değişmekle beraber KIBT'ler genel olarak baş ve yüz bölgesini görüntülemek için üretilmiş özel cihazlardır. Bu özellikleri Cone-Beam teknolojisi ile birleştiğinde ilgili bölgede çok küçük alanlara odaklanmış bir tarama yapabilirler. Bu sayede hastanın aldığı radyasyonun dozu ve saçılımı sınırlanır ve çevre dokuların gereksiz yere radyasyon alması engellenir (116).

2.5.3.2.6.6.Üç Boyutlu Rekonstrüksiyon Özelliği

KIBT'den elde edilen veri setleri kullanılarak bilgisayar ekranında detaylı ve hızlı bir şekilde üç boyutlu, renklendirilebilen görüntüler yaratılabilir. Görüntüler bilgisayar ortamında her yöne rahatlıkla döndürülebildiğinden patolojilerin izlenmesi

kolaylaşır. Görüntüler üzerinde implant yönlendiriciler, yapay greft hacimlerinin hesaplanması, otojen kemik greftlerinin boyutlarının belirlenmesi gibi operasyon öncesi hazırlık yöntemleri uygulanabilir. Bu teknikler operasyonun başarısını artırır ve süresini kısaltırlar (117, 118).

Dental literatürde KIBT ile ilgili ilk yayınlar ağırlıklı olarak dentoalveoler prosesler(gömük dişler, kistler), dental implantlar ya da maksillofasiyal cerrahiye (kırıklar, paranasal sinüsler, osteomyelit) ilgilendiren konular ile ilgiliydi. Daha sonraki yıllarda ortodontik amaçlı görüntüleme artış olmuştur. (98,118)

2.5.3.2.7.KIBT'in Dezavantajları

Konvansiyonel görüntüleme yöntemlerine göre radyasyon dozu biraz daha fazladır (110, 119). Ayrıca maliyet de düşünülmesi gereken diğer faktörler arasındadır (119).

2.5.3.2.8.Ortodontide KIBT Kullanım Alanları

Uzun yıllar boyunca ortodontistler, maloklüzyonun teşhisini ve maloklüzyonu düzeltmek için uygulanacak üç boyutlu hareketlerin planlanmasını, iki boyutlu radyografi yöntemlerine dayanarak yapmışlardır. Günümüzde, KIBT giderek önem kazanan bir teşhis yöntemidir; çünkü iki boyutlu radyografilerin dezavantajlarının üstesinden gelinmektedir (105). Bjerklin ve ark. (120), özellikle gömük dişleri olan olgularda ortodontik tedavi planlamasının yarısından daha fazlasının KIBT verilerinin incelenmesinden sonra değiştiğini bildirmişlerdir.

Tomografi tekniği, henüz ortodontistlerin teşhis için aldıkları rutin kayıtlar içinde yer almamaktadır. Sert ve yumuşak dokunun aynı anda izlenmesine olanak veren bu tekniğin gelecek yıllarda fotoğraf, model ve konvansiyonel radyolojik tetkiklerin yerini alacağı düşünülmektedir (114). Üç boyutlu görüntülere alışmak ve uygulamaları benimsemek için hekimlerin bu konunun üzerinde çalışmaları gerekmektedir. Bu tekniğe alışmaya dek, BT üzerinde yapılan uygulamaların tekrarlanarak kontrol edilmesi ve konulan teşhislerin üzerinde durulması gerekmektedir (114).

Park ve ark. (119) göre BT'ler aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı diş hekimliğinin kullanım alanında bulunmaktadır:

- (1) BT görüntüleri üzerinde direkt ölçümlerin yapılabilmesi
- (2) Kraniofasiyal yapının uzaydaki görüntüsünün oluşturulabilmesi

- (3) Üç boyutlu görüntünün rotasyon merkezlerinin yeri değiştirilerek döndürülebilmesi
- (4) Dış anatomik yapıların uzaklaştırılması ile iç kısımların incelenebilmesi
- (5) Organların yoğunluk farklarından yararlanılarak tek tek incelenebilmesi
- (6) İki boyutlu teknikler ile belirlenemeyen orta yüz ve kraniyal kaide asimetritlerinin saptanması

Kraniyofasiyal yapıları kapsayan sendromlarda, birçok bölgede hem sert hem de yumuşak dokular etkilenmektedir. Deforme olan ve olmayan bölgelerin hacimsel ölçüm verilerinin ve doku morfolojilerinin karşılaştırılması ve birbirleri üzerine olan etkilerinin üç boyutlu olarak saptanması sonucunda sendromların ayırıcı teşhisi kolaylaşmaktadır (121, 122, 123).

KIBT'nin bir diğer kullanım endikasyonu sürme yönü değişmiş ya da gömük diş sahıp olgulardır (122). KIBT görüntülerinin incelenmesi ile gömük dişin konumu, kullanılacak braketin uygun konumu, uygulanacak kuvvetin vektörü ve ilgili dişin komşu dişler ile ilişkileri belirlenmektedir (124). KIBT tetkiki ile dişlerin konvansiyonel radyografilerde izlenemeyen yüzeylerindeki rezorpsiyonlar da değerlendirilmektedir (122).

KIBT'nin bir diğer kullanım alanı TME patolojilerinin incelenmesidir. TME bölgesinden elde edilen KIBT'lerin kondiler erozyonu göstermekte, panoramik ve tomografik incelemelerden daha güvenilir olduğu ve daha doğru sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (122, 125). Ortognatik cerrahi gören hastaların bazılarında kondilde rezorpsiyon görülebilmektedir. KIBT ile ayrıca kondil başlarının boyutları şekli ve pozisyonları değerlendirilebilir (126).

KIBT teknolojisi ile üç boyutlu ve hacim hesaplaması ile havayolu analizinde büyük gelişme sağlanmıştır. Havayolu analizi daha önce lateral sefalogramlar ile yapılmaktaydı. Lateral sefalogramlar ve KIBT kullanarak 11 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada üst havayolu alan ve hacim ölçümleri arasında orta düzeyde farklılık gösterilmiştir (127). Üst hava yollarının KIBT görüntülerinde üç boyutlu incelenmesi ile tıkanıklığın konumu belirlenmekte ve o bölgenin kesitsel yüzey alanı hesaplanmaktadır (128).

KIBT, alveolar kemik yüksekliği ve hacminin değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Klinikte, implant tedavisinde kullanılmakla beraber (129)

ortodontide dudak-damak yarıklı hastalarda alveoler cerrahiye takiben kemik greftinin kalitesinin klinik olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (130). KIBT ile elde edilen görüntüler kemik bölgelerinin daha iyi değerlendirilmesine ve bu sayede klinisyene eksik dişin olduğu bölgeyi implant ile restore etme şansı ve ayrıca onarılmış alveole dişlerin ortodontik olarak hareket ettirilip ettirilmeyeceği ile ilgili karar vermesine yardımcı olur.

Tomografi görüntülerinde kraniyofasiyal yapıların üç boyutlu olarak izlenmesi, yüz rekonstrüksiyonunda tomografi tetkikinin tercih edilmesine neden olmaktadır (123). Sendromlu vakalarda ve çenelerin iskeletsel sagittal, vertikal ve transversal uyumsuzluğunun giderilmesinde uygulanan ortognatik cerrahi sonrasında doğrusal olmayan ve hacimsel olarak değerlendirilmesi gereken değişimlerin olduğu rapor edilmiştir (131).

Ortodontistler tarafından rutin olarak profil değerlendirilse de, hastalar profil görüntülerini nadiren algılamakta ve daha çok aynada her gün gördükleri frontal görüntü ile ilgilenmektedirler. KIBT, yumuşak doku ve kemiksel asimetrielerin incelenmesinde oldukça yararlı bir yöntemdir (96, 132, 133). Süperimpozisyon, distorsiyon ve hastanın konumundan etkilenmeyen bu teknik ile sağ ve sol kısımdaki anatomik noktaların doğrusal ve hacimsel ölçümlerini karşılaştırmak mümkündür.

KIBT tekniği ile ortodontik tedavi esnasında uygulanan aygıtların kraniyofasiyal yapılar üzerine etkilerini incelemek de mümkündür. Ortodontide uygulanan kuvvetler üç boyutlu vektörlerden oluşmaktadır ve etkileri her üç düzlemde gerçekleşmektedir. Konvansiyonel radyografların incelenmesi ile uygulanan kuvvetin sadece iki vektörü değerlendirilmektedir. Tomografi incelemelerinde ise kuvvetin tüm etkileri göz önüne serilmektedir. Tomografi tekniği ile hızlı üst çene genişletilmesinin dişler, periodontal ve iskeletsel dokular üzerine olan etkileri anatomik yapılar üst üste süperpoze olmadan ve üç boyutlu olarak incelenmektedir (31, 32, 33, 34).

2.5.3.3. Radyasyon Dozu

KIBT, konvansiyonel tomografilere göre 4 kata kadar daha az radyasyon ile üç boyutlu görüntüler sağlamasına rağmen, etkili olan radyasyon kullanılan ayarlamalara bağlıdır. Örneğin, daha düşük doz verilmesi hastanın aldığı radyasyon miktarını azaltmak için kullanılan yöntemlerden biridir. Ama bu durum görüntü

kalitesinin azalmasına neden olur. Radyolojik görüntüleme tekniklerinde, insan doku ve organlarının maruz kaldığı radyasyon miktarının belirlenmesi gerekli görülmüştür. Bu amaç için kullanılan ve 'Sieverts (Sv)' ölçü birimi ile ifade edilen etkili radyasyon doz miktarı, Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi (ICRP) tarafından belirlenmektedir (134). KIBT cihazlarının etkili dozu (patient effective exposure dose) 40-135 μ Sv olduğu ve Paris-Tokyo arasında gidiş dönüş yolculuk yapan bir yolcunun $129 \pm 10 \mu$ Sv radyasyon aldığı bildirilmiştir (135).

2.6.Maksiller Darlık Tedavisine Yönelik Yaklaşımlar

Sutura palatina media'nın yırtılma hızına bağlı olarak üst çene genişletme yöntemleri sınıflandırılmaktadır (8). Üst çene genişletmesi yavaş, yarı hızlı ve hızlı olmak üzere üç değişik metod ile yapılmaktadır.

Apikal kemik kaidesinin yeterli veya geniş olduğu ve dişlerin uzun eksen eğimlerinin kron bölgesinde orta çizgiye yaklaştığı, apeks bölgesinde ise orta çizgiden uzaklaştığı vakalarda sadece diş kavsi genişletilmesi gerekmektedir (81). Fakat apikal kemik kaidesinin dar olduğu ve oluşan kompanzasyondan dolayı dişlerin bukkal tipping sonucu eksen eğimlerinin kron bölgesinde orta çizgiden uzaklaştığı durumlarda midpalatal suturun açılmasıyla apikal kemik kaidenin genişletilmesi gerekmektedir (1, 8, 14, 81).

2.6.1.Yavaş Üst Çene Genişletmesi (Slow Maksiller Ekspansiyon-SME)

Yavaş üst çene genişletmesi işleminde, 450-900 gr arasında değişen oranlarda kuvvet uygulayan çeşitli apareyler vasıtasıyla yapılan genişletme işlemi 2-6 ay arasında yapılmaktadır (8, 136). Yavaş genişletme prosedürünü savunanlar, 2 ila 6 ayda gerçekleşen yavaş genişletme işleminin sirkummaksiller yapılarda daha az doku direnci ile intermaksiller suturda daha iyi bir kemik formasyonu meydana geldiğini ve bu iki faktörün genişletme sonrası nüksü minimize ettiğini savunmaktadırlar (8).

Mew (137), yavaş üst çene genişletmesi ile haftada 1/3 mm genişletmenin hedeflendiğini bildirmiştir. Storey (138) ise midpalatal suturanın burun tarafındaki kemiğin fizyolojik adaptasyonu için haftada 0.5-1 mm'lik yavaş genişletmenin daha iyi sonuçlar vereceğini söylemiştir. Araştırmacı bu şekilde genişletme ile suturun hızlı genişletmeye oranla daha az travmatik sutural adaptasyon, daha büyük bir iyileşme reaksiyonu ve daha fazla bir sutural stabilite ile fizyolojik sutural adaptasyona imkan sağladığını belirtmiştir.

Yavaş genişletme prosedürlerinde, sutural yapıların çekme direnci olmadığından ortodontik hareketlerin yüzdesi artmaktadır (42, 53, 139). Diğer bir deyişle yavaş üst çene genişletmesi işleminde, sutural dokuların direnci kırılmadığı için ortodontik hareket miktarı fazla ortopedik hareket miktarı azdır. Bununla birlikte maksiller segmentlerin ortopedik seperasyonu, özellikle süt veya karma dişlenme dönemindeki genç yaş grubunda, hem primat (13, 140) hem de insan (141) çalışmalarında yavaş üst çene genişletmesinin bir komponenti olarak radyografilerle gösterilmiştir (142).

Hicks (140), haftada 0.4 ila 1.1 mm genişletme hızı ile 2 pound'luk kuvvetler uygulanarak, tedavi süresince 3.8 ila 8.7 mm'lik maksiller ark genişliği artışı elde etmiştir. Hicks (140), total ark genişliği artışının 10-11 yaşındaki hastalarda % 24 ila 30'unun, 14-15 yaşındakilerde ise % 16'sının iskeletsel olarak gerçekleştiğini tahmin etmiştir. Ortodontik değişikliğe karşı ortopedik değişikliklerin sayısal derecesi belgelenememesine rağmen, süt ve karma dişlenme döneminde W-ark ve quad helix gibi apareyler ile midpalatal sutur ayrılması radyografik olarak kanıtlanmıştır (142).

Skieller (142), yavaş genişletme tedavisi esnasında elde edilen PA analizinde standardize referans prosedürlerin kullanımı ile ark genişliği artışının midpalatal suturun ortopedik seperasyonunun yaklaşık % 20'si olduğunu bildirmiştir.

Cotton (13, 140), Macaca Mulatta maymunları üzerinde yavaş genişletme yaptığı çalışmada, genişletme sonrasında erken dönem iskeletsel stabilitenin yavaş genişletmenin bir sonucu olabileceğini; genişletme sonrasında kısa bir pekiştirme periyodunun elde edilen midpalatal seperasyonun sürdürülmesi için yeterli olduğunu bildirmiştir.

Yavaşça genişletilmiş maksiller segmentlerde 3 ay veya daha az süren bir pekiştirme periyodu, sutural rejenerasyon ve stabilizasyona imkan sağlaması açısından yeterli olmaktadır (142).

2.6.2.Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi (Semi Rapid Maksiller Ekspansiyon-SRME)

1977 yılında Mew (143), 'Bioblock' olarak adlandırdığı kroşe ve akrilik bir kaideden oluşan vidalı hareketli bir aparey kullanarak, günlük 1/8 turun çok az üstünde bir çevirme prosedürü uygulayarak haftada 1-1.5 mm'lik maksiller genişleme elde etmiş ve bu genişleme miktarının yavaş ve hızlı üst çene genişletmesine göre

daha fizyolojik olduğunu belirtmiştir. 1983 yılındaki başka bir çalışmasında ise Mew (144), haftada 1 mm olarak gerçekleştirdiği üst çene genişletmesi işlemini ‘Yarı hızlı üst çene genişletmesi’ olarak adlandırmıştır.

2004 yılında İşeri ve Özsoy (145), yaptıkları çalışmalarında, rijit akrilik bonded maksiller genişletme apareyinin vida çevirme programında, sutural açılma oluncaya kadar ilk 5-6 gün için günde 2 çeyrek tur, suturun açıldığı oklüzal röntgenlerle belirlendikten sonra haftada 3 çeyrek tur şeklinde bir uyarlama yapmışlar ve bunu ‘Yarı hızlı üst çene genişletmesi’ adıyla literatüre tanıtmışlardır. Araştırmacılar bu şekilde genişletme ile nazomaksiller komplekste adaptasyon sürecinin stimüle olacağını ve pekiştirme sonrası periyotta nüksün azalacağını savunmuşlardır.

İşeri ve ark. (146), hızlı üst çene genişletmesi sonucunda çevre dokularda oluşan direnci üç boyutlu insan kafatası modelleri üzerinde sonlu elemanlar metodu ile inceledikleri çalışmalarında, kraniyofasiyal komplekste farklı bölgelerde yüksek kuvvetler oluştuğunu ve kuvvetin yönüne ve merkezine bağlı olarak bu yapıların farklı derecelerde direnç oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bundan dolayı araştırmacılar, daha yavaş genişletme prosedürü ile daha az direnç meydana geleceğini belirtmişler ve yarı hızlı üst çene genişletmesini önermişlerdir. Buna göre genişletmenin, suturda açılma olana kadar hızlı, daha sonra ise yavaş olarak yapılmasını önermişlerdir.

İşeri ve Özsoy (145), maksiller genişletmenin daha yavaş olarak uygulanmasıyla çevre dokulara daha az ve daha fizyolojik kuvvetin uygulanacağını, çevre dokuların tamir işlemiyle birlikte yeni duruma daha iyi uyum sağlanacağını belirtmişler ve RME işlemi sonrası meydana gelen değişimlerin 3 yıllık pekiştirme dönemi sonrasında da korunduğunu bildirmişlerdir.

2006 yılında Ramoğlu (147), yaptığı çalışmasında, yarı hızlı genişletme prosedürünün vertikal yön boyutlarının çok artmış olduğu, ciddi açık kapanış vakalarında tercih edilebileceğini ve yarı hızlı genişletme prosedürü ile üst çene çevre dokularında biriken stres miktarının azalacağını dolayısıyla nüks miktarının da azalacağını bildirmiştir.

2.6.3.Hızlı Üst Çene Genişletmesi (Rapid Maksiller Ekspansion-RME)

Başlangıçta bilateral olarak gelişen ve median suturada birleşen premaksilla ve damağı oluşturan kemiklerin fiziksel olarak suturadan hızlı bir şekilde

ayrılmasıyla yapılan genişletmeye hızlı üst çene genişletmesi denmektedir ve en önemli hedefi ortopedik hareketin miktarını arttırmak ve ortodontik diş hareketini azaltmaktır (148).

Hızlı üst çene genişletmesi, dişler veya palatal mukozaya veya her ikisine birden lateral yönde kuvvet uygulanarak midpalatal suturun açılması işlemidir (149).

Hızlı üst çene genişletmesiyle hedeflenen olay, dişlere ve alveoler yapılara ortodontik diş hareketi limitlerini aşan kuvvetler uygulayarak (148), ortodontik diş hareketinin miktarını azaltmak ve ortopedik hareketin miktarını arttırmaktır. Genişletme esnasında uygulanan kuvvet dişlere etkiğinde önce periodontal ligamentler sıkışır ve kuvvet alveoler kemiğe aktarılır. Bunun sonucunda hem midpalatal suturun açılması hem de dişlerin ekseninde vestibül yöne doğru eğilmeler görülür (14). Kuvvetler periodontal ligamentlerin elastik limitlerini geçmeyecek miktarda ise diş hareketine neden olacaktır. Ağır kuvvetlerin uygulanmasıyla dişlerin lateral hareketlerinin engellenmesi sonucu iskeletsel etkinin oluşturulması mümkün olacaktır (8, 148).

2.6.3.1.Hızlı Üst Çene Genişletmesi Endikasyonları

Hızlı üst çene genişletmesinin endikasyonları genel olarak şu ana başlıklar altında toplanabilir:

- 1.) Gerçek üst çene darlığı vakalarında (transversal yönde, diğer fasiyal yapılara göre normal alt çeneye karşılık yetersiz üst çene durumunda) (27),
- 2.) Dişsel, iskeletsel veya her ikisinin kombinasyonu sonucu ortaya çıkmış olan ve maksiller darlık veya mandibuler genişlik nedeniyle oluşan tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanış vakalarında (1, 7, 8, 14, 21, 28, 52),
- 3.) Göreceli üst çene yetersizliği olgularında (transversal yönde, diğer fasiyal yapılarla karşılaştırıldığında üst çenenin normal fakat alt çenenin geniş olduğu durumlarda) (21,150),
- 4.) Erken dönemde dişlerin daha iyi sıralanması için yer kazanmak amacıyla, 3-6 mm arasında sınır miktarda çapraşıklığa sahip posterior çapraz kapanışı olmayan hastalarda çapraşıklığın giderilmesi amacıyla (8, 14, 28, 52, 150, 151),
- 5.) Çapraz kapanışı olan veya olmayan Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu hastalarda (8, 28, 151),
- 6.) Üst çenesi kollabe olmuş dudak-damak yarıklı hastalarda (8, 27),

- 7.) Geniş bir gülümseme oluşturarak gülümseme esnasında ağız köşelerinde meydana gelen karanlık bölgelerin giderilmesi için (52, 58),
- 8.) Karma dişlenme döneminde yüz maskesi ile tedavi planlanan Sınıf III olgularda, üst çeneyi bağlı olduğu kemik yapılardan serbestlemek ve maksiller sutural sistemin mobilizasyonunu sağlamak amacıyla (21, 27, 28, 58, 152),
- 9.) Süt ve karışık dişlenme dönemindeki tek taraflı fonksiyonel yan çapraz kapanışın daha sonraki dönemlerde morfolojik yan çapraz kapanışa dönüşmesini ve kraniyofasiyal asimetriye yol açmasını engellemek amacıyla (55),
- 10.) Nazal stenozlu hastalarda burun solunumunu rahatlatmak amacıyla (7, 16, 27, 28, 153) hızlı üst çene genişletmesi prosedürü uygulanabilir.

2.6.3.2.Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Kontrendikasyonları

Hızlı üst çene genişletmesinin kontrendikasyonları genel olarak şu ana başlıklar altında toplanabilir:

- 1.) Tek dişi çapraz kapanışta olan hastalarda hızlı üst çene genişletmesine ihtiyaç yoktur.
- 2.) Sadece nazal stenoz varlığında hızlı üst çene genişletmesine ihtiyaç yoktur.
- 3.) Midpalatal suturun kaynaşmış olduğu vakalarda hızlı üst çene genişletmesi uygun değildir.
- 4.) Hızlı üst çene genişletme tedavisi, iskeletsel açık kapanış eğilimi bulunan, dudakları arasında büyük açıklık olan, iskeletsel Sınıf II maloklüzyonla birlikte uzamış alt yüz ve artmış fasiyal konveksitesi olan hastalarda uygun değildir.
- 5.) Alt veya üst çenesinde iskeletsel seviyede asimetrisi olan hastalarda, anteroposterior ve vertikal yönde şiddetli iskeletsel uyumsuzluk olan erişkin hastalarda hızlı üst çene genişletmesi uygun görülmemektedir. Bu tip vakalar için ortognatik cerrahi tedavi tavsiye edilmektedir (1, 7, 8, 20, 21, 42, 154).

2.6.4.Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Apareyler

Coffin Aygıtı: Bu aparey 1880 yılında Coffin tarafından geliştirilmiş olup, orta hat boyunca ikiye ayrılmış olan bir üst çene plağı ve bu parçaları birleştiren omega şeklinde bir zemberekten oluşmakta ve üst çenede dental genişletme yapmaktadır (44, 155).

Vidalı Hareketli Apareyler: Akrilik kaide içerisinde yer alan bir vida sayesinde kuvvet uygulayan ve farklı şekillerdeki kroşeler yardımıyla dişlere tutunan

hareketli apareylerdir (44). Robin 1902 yılında, Badcock ise 1911 yılında, üst hareketli plağın ortasına vida yerleştirerek üst çene genişletmesi yapmıştır (156).

Porter Aygıtı: Tamamı metal olan bu genişletme apareyi, 1923 ve 1924 yıllarında Dr. H.C. Pollock tarafından Crozat aygıtından esinlenilerek geliştirilmiştir (157).

W apareyi: Quad-Helix gibi kalın bir tel yardımıyla dişlere kuvvet uygulamakta olan aparey ismini bükümdeki 'W' şeklinden almaktadır (141). Ortasında w şekilli bir tel içeren bu aparey de Crozat aygıtından izler taşımaktadır (157).

Minne Apareyi: Cotton, 'Minne apareyi' adını verdiği ve üst birinci azı ve birinci premolar dişlerine bant yerleştirmek suretiyle elde ettiği apareyin ortasına vida yerine, sıkıştırılarak aktive olan bir yay yerleştirerek üst çene genişletmesinde kullanmıştır. Araştırmacı Minne apareyi ile Macaca Mulatta maymunları üzerinde genişletme yaparak sutural açılma sağladığını bildirmiştir (13).

Haas Apareyi: Diş ve doku destekli bir hızlı üst çene genişletme apareyi olan 'Haas apareyi' 1961 yılında Dr. Andrew J. Haas tarafından tanıtılmıştır. Aparey, ortasında vida bulunan, damağa temas eden akrilik bir plak ve bu plak içinden çıkan kalın tellerin üst birinci premolar ve molar dişlere yerleştirilen bantlara lehimle tutturulması ile elde edilmektedir. Haas'a göre bu aparey akrilik desteği vasıtasıyla kuvveti bir bütün olarak maksillanın iskeletsel ve dentoalveoler yapılarına uygulamakta ve daha fazla paralel genişleme sağlamaktadır. Doku destekli olan bu apareyin ortopedik etkisinin ortodontik etkisinden daha fazla olduğu öne sürülmektedir (1, 14, 27, 158). Fakat akrilik plağı nedeniyle bu apareyin çok fazla hijyenik olmadığı ve yumuşak dokuda irritasyona neden olabileceği bildirilmiştir (44).

Quad-Helix Apareyi: Porter aygıtının modifikasyonlarından olan Quad-Helix apareyi, klinik olarak en çok kullanılan yavaş genişletme apareyidir. 1973 yılında Ricketts tarafından tanıtılan, daha sonra da Wilson tarafından geliştirilerek hareketli hale getirilen bir apareydir (155, 157). Ortalama 400 gr kuvvet uygulayan helikal bükümlü paslanmaz çelik kalın teller ile anterior ve posterior genişleme miktarı ayarlanabilmekte ve molar dişlerdeki rotasyonlar düzeltilebilmektedir. Karışık dişlenme gibi erken yaşlarda midpalatal suturanın ayrılması ile ortopedik etki

sağlanırken erişkin yaşlarda alveol ve dişlerin eğilmesine yol açarak ortodontik etki meydana getirir (51, 65, 159, 155).

Hyrax Apareyi: İlk olarak 1973 yılında Biederman tarafından tanıtılmıştır (160). Genişletme vidasının kalın tel uzantıları aracılığı ile birinci premolar ve birinci molar dişlere yerleştirilen bantlara lehimlenmesi yoluyla oluşturulan Hyrax apareyi, akrilik parça içermediğinden daha hijyenik bir aparey olarak kabul edilmektedir (44, 46).

Hyrax Modifikasyonları: Lamparski ve ark. (148), genişletme vidasının birer kolunu keserek tek kolunu molar bantlarına lehimleyerek iki bantlı genişletme apareyi olarak kullanmışlardır. Davidovitch (161), vidanın kollarını üst birinci molar dişlerdeki bantlara lehimleyerek direkt kuvveti molar dişlere uygulayacak şekilde modifiye ederek iki bantlı üst çene genişletme apareyi olarak kullanmıştır. Cozza ve ark. (162), karma dişlenme dönemindeki hastalarda Hyrax apareyini modifiye ederek süt azı dişlerden destek alan süt ikinci azı dişe bantlanmış 'Butterfly Expander' apareyini kullanmışlardır. Schneidman ve ark. (163) sadece üst molar dişlerinden ankraj olarak modifiye bir Hyrax apareyi yapmışlar ve iki noktadan hızlı genişletme adımı vermişlerdir. Araştırmacılar yeni apareylerinin en az Hyrax apareyi kadar etkili olduğunu bildirmişlerdir. Hyrax apareyinin posterior dişlerin oklüzal yüzeyleri ve buna ek olarak diğer yüzeylerine akrilik eklenmesi suretiyle yapılan çeşitli modifikasyonları geliştirilmiştir. Bu akrilik desteklerin eklenmesinin başta vertikal yön kontrolü olmak üzere bir takım avantajları olduğu bildirilmiştir (164, 165). Howe (166), bant kullanmaksızın Hyrax vidasının kollarını posterior dişlerin etrafını çepeçevre saran çelik teller ile birleştirmiş, ardından posterior dişlerin dişeti kenarından oklüzale kadar olan kısımlarını akrilik ile kaplayarak 'acrylic-lined bondable' genişletme apareyini tanıtmış ve genişletme apareyi olarak kullanmıştır. Spolyar (167), bant kullanmadan yaptığı, dişleri tamamen kaplayan akrilik genişletme apareyinin etkili ve çok yönlü bir aparey olduğunu söylemiş ve farklı ankraj gereksinimlerini karşılamak için, akrilik kaplanan dişlerin sayılarında değişiklik yaparak asimetrik genişletmeler için de kullanmıştır.

Cap Splint Apareyi: 1981 yılında Timms (7) tarafından tanıtılan bu aparey, üst santral dişler dışındaki tüm dişlerin oklüzal ve insizal kenarlarını örten krom

kobalt döküm plak ve bir vidadan oluşmaktadır. Bu aparey zamanla geliştirilmiş ve döküm yerine akrilik plaktan yapılmaya başlanmıştır.

Magnetler(mıknatis) İçeren Genişletme Apareyleri: 1989 yılında Vardimon ve ark. (168), Macaca Fascicularis maymunları üzerinde yaptıkları çalışmalarında mıknatis içeren aparey ile genişletme elde etmişlerdir.

Darendeliler ve ark. (49) 250-500 gr (0.55-1.1 pound) kuvvet uygulayacak şekilde mıknatis içeren magnetik genişletme apareyi ile devamlı ve hafif kuvvetler uygulayarak üst çene genişletmesi yapmışlardır.

Nikel Titanyum Genişletme Apareyi: 1993 yılında Arndt (48), 'Nickel Titanium Palatal Expander' adını verdiği midpalatal suturda hafif ve devamlı kuvvet üreten nikel-titanyumdan oluşan, ağız ısıyla aktive olan bir genişletme apareyi geliştirmiştir. Bu aparey molar rotasyonunu düzeltme imkanı sağlamaktadır. Aynı zamanda apareyle hasta kooperasyonunun daha iyi olduğu ve daha az laboratuvar işlemi gerektirdiği belirtilmiştir. 2002 yılında Karaman (169), ortalama yaşları 13,8 olan daimi dişlenme dönemindeki hastalarda nikel titanyum genişletme apareyi ile yaptığı çalışmasında dentoalveoler genişlemenin yanı sıra iskeletsel genişleme olduğunu da bildirmiştir.

Transpalatal Distraktörler: 1999 yılında Mommaerts (50), distraksiyon osteogenezisinin gelişmesi sonucu, maksillanın yan duvarlarında kemik üzerine sabitlenen, 'Transpalatal Distractor' kullanarak günde 0.33 mm genişletme elde etmek suretiyle üst çene genişletmesi yapmıştır.

Rijit Akrilik Bonded Maksiller Genişletme Apareyi: Diş-doku destekli bir aparey olan bu aparey, midpalatal düzlemde premolar dişler arasına konan bir vida ve bu vidayı posterior dişlerin bukkal, palatinal ve oklüzal yüzeylerini, anterior dişlerin sadece palatinal yüzlerini ve maksillanın palatinal kısmını tamamen saran akrilikten oluşmaktadır. Rijit bir yapıya sahip olmasından dolayı, bu aparey ile dişlerde daha az tipping ve daha fazla iskeletsel genişleme sağlandığı ve daha kalıcı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (17, 170). Hekim açısından yapımı ve hastaya uygulanması kolay olan apareyin kullanımı, son yıllarda oldukça artmıştır (16, 170) .

Hafızalı vidalar: Wichelhaus ve ark. (171) tarafından 2004 yılında Ni-Ti hızlı maksiller genişletme vidası (hafızalı vida) olarak tanıtılan, sürekli kuvvet uygulamak için vida haznesinde Ni-Ti açık yaylar (open coil springler) bulunduran Hyrax

vidasının bir modifikasyonudur. Wichelhaus ve ark. Ni-Ti hızlı üst çene genişletme vidalarıyla yapılacak tedavilerde vidanın sabah, öğle ve akşam ikişer defa çeyrek tur çevrilmesini önermişlerdir. Halıcıoğlu (172), hafızalı vida ve Hyrax vidası ile üst çene genişletmesi yapmış ve her iki vidanın dentofasiyal yapılar üzerine olan etkilerini karşılaştırmıştır. Araştırmacı, hafızalı vida ile yapılan hızlı üst çene genişletmesinin daha kısa sürede tamamlandığını, bu vidaların pekiştirme döneminde bir miktar daha genişlemediğini ve daha hafif kuvvetler uyguladığını bildirmiştir.

2.7.Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dentofasiyal Yapılar, Çevre yapılar ve Yumuşak Doku Üzerine Olan Etkileri

Hızlı üst çene genişletmesi esnasında maksilla, maksiller dişler ve alveoler kemikte, maksillanın anatomik olarak bağlantılı olduğu kemiklerde ve bu yapıları çevreleyen yumuşak dokularda çeşitli değişiklikler meydana geldiği bilinmektedir.

2.7.1.Sutura Palatina Media Üzerine Etkisi

Yapılan çeşitli sayıda araştırmada, midpalatal sutur açılımının, tabanı aşağıda, tepesi frontomaksiller sutur bölgesinde olmak üzere bir piramit şeklinde olduğu; oklüzalden bakıldığında ise, ön nasal çıkıntı bölgesinde daha geniş, arka nasal çıkıntı bölgesinde ise daha dar olmak üzere yine V şeklinde bir açılma olduğu bildirilmiştir. Bunun sebebinin ise; açılmaya direnç gösteren anatomik yapıların arka bölgede daha güçlü, ön bölgede ise daha zayıf olması şeklinde açıklanmıştır (1, 20, 45). Wertz (20), hızlı üst çene genişletmesi tedavisi uyguladığı hastalarda oklüzal radyografiler üzerinde yaptığı çalışmalarda suturanın açılmasının palatinal kemiklerin horizontal plaklarına kadar uzandığını göstermiştir.

2.7.2.Maksilla Üzerine Etki

Yapılan çalışmalar sonucunda, hızlı üst çene genişletmesi sonrasında maksillanın sıklıkla aşağı ve ileri doğru hareket ettiği bildirilmiştir ve genişletme tamamlandıktan sonra, maksillanın alacağı son konumun tahmin edilemez ve kısmen ya da tamamen kendi orijinal pozisyonuna döndüğü belirtilmiştir (1, 14, 21, 45).

Haas (27), spesifik olarak maksilladaki suturların oryantasyonu nedeniyle maksiller büyüme vektör yönlerinin aşağıya ve ileriye doğru olduğunu ve bu nedenle de hızlı üst çene genişletmesi tedavisi ile birlikte maksillanın aşağı ve ileri hareket ettiğini belirtmiştir.

Timms (173), üst çeneye genişletici bir kuvvet uygulandığında, kuvvetin komşu kemikler ile birlikte palatinal kemik boyunca iletildiğini ve palatomaksiller suturun kemikten ayrı olarak hareket ettiğini ve kuvvetin uygulanmaya devam edilmesiyle pterygoid yapıların pterygopalatin sutur boyunca etkilendiğini bildirmiştir. Timms (173) ayrıca, hızlı üst çene genişletmesi tedavisi ile bazal kemiğin posterioruna uygulanan kuvvetin, pterygoid hamuli başlangıç noktası olarak kullanıldığında meydana gelen hareketin bilinenden daha büyük olduğunu ve sadece maksiller kemiklerde değil aynı zamanda palatinal kemiklerde ayrılma hareketi ile birlikte sfenoid kemiğin pterygoid sürecinin en azından alt bölümlerine kadar, dışarı doğru bir kayma hareketinin meydana geldiğini bildirmiştir.

Üst çene açılmasının rotasyon merkezinin frontonazal suturada olduğu kabul edilmektedir (20, 174). Hızlı üst çene genişletmesi sonrasında alveoler süreçlerin yumuşak doku direncine bağlı olarak dikleşme eğilimi göstermeleri nedeniyle, gerekenden 2-3 mm daha fazla genişletme önerilmiştir (1, 45).

2.7.3.Maksiller Dişler Üzerine Olan Etki

Orta hatta geçici diastema oluşumu, maksiller genişletmenin erken aşamasında göze çarpmaktadır. Daha sonra gerilmiş periodontal ve palatal dokuların biyoelastik aktivitesi, meziale doğru kaymış dişleri upright (dikleşmesi) etmek suretiyle keser dişlerin normal dizilimini sağladığı saptanmıştır (1, 138, 142, 175). Midpalatal suturun aktif olarak açılması süresince, keser dişlerin, genişletme vidasının açıklığının yarısı kadar açıldığı tahmininde bulunmaktadır. Fakat keserler arasındaki ayrılma miktarı suturun ayrılma miktarının göstergesi olarak kullanılmamaktadır (8, 149). Suturdaki ayrılma sonrasında, kesici dişlerin kronları birbirlerine doğru yaklaşmaktadır. Diş kronlarının mesial tippingi, transseptal periodontal liflerin elastik özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kronların temas etmeleri sonrasında fibrillerde devam eden çekim kuvveti sebebiyle diş köklerinde de orijinal eksen eğimlerine dönme eğilimi gözlenmektedir (8, 142, 149).

Haas (1, 14), suturun açılmasıyla birlikte kesici dişler arasında meydana gelen diastemanın, vidadaki açılmanın yaklaşık yarısı kadar olacağını bildirmiştir. Haas (14, 21), sutur açıldıkça üst orta kesici dişlerin kronlarının elastik transseptal lifler aracılığıyla birbirlerine doğru yaklaşırken köklerinin de birbirlerinden uzaklaştığını, sutural açılma bittikten sonra ise üst orta kesici diş köklerinin de ideal aksiyal

eğimlerine kavuştuğunu bildirmiştir. Üst kesici dişlerin vestibülo-lingual yöndeki eksen eğimlerinin azaldığı ve bu dişlerin uzadığı pek çok klinisyen tarafından kabul edilmektedir (1, 20). Wertz (20) ise üst keser eksen eğiminde çoğunlukla azalma bazen de artma olduğunu söylemiştir. Bishara ve Staley (8), keser dişlerin eksen eğimindeki azalmayı perioral kasların baskısına bağlamışlardır. Hızlı üst çene genişletme işlemi sonrasında üst çenede molar dişler ve kanin dişler arası mesafede artış meydana geldiği, bu artışın ise molarlar arasında kaninler arasından daha fazla olduğu bildirilmiştir (1, 20, 21). Ayrıca, üst molar dişler bukkale doğru hareket ederken, hem palatinal tüberküllerinin sarktığı yani vestibüler tipping yaptığı hem de uzadığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (7, 20, 22, 176). Hicks (140, 177), üst molar dişlerin hızlı üst çene genişletme tedavisi sonrasında 24°'ye kadar tipping yapabileceğini ve bir miktar uzama meydana gelebileceğini belirtmiştir.

2.7.4.Kapanışa Olan Etki

Hızlı üst çene genişletme işlemi ile birlikte mandibulanın saat yönünde, aşağı ve geri yönde rotasyon eğilimi gösterdiği yaygın olarak kabul edilen bir görüş olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değişikliğin önemi ve sürekliliği konusunda birtakım görüş farklılıkları mevcuttur. Hızlı üst çene genişletme işlemi esnasında mandibular düzlem, tutarlı bir şekilde açılmakta ve bu da muhtemelen maksiller posterior dişlerin uzaması ve tippingi ile oklüzyonu engellemesi ile açıklanmaktadır. Bu sebeple, artmış mandibular düzlem açısına sahip ve/veya open bite eğilimi olan hastalarda hızlı üst çene genişletmesi yapılırken çok dikkatli olunması gerektiği bildirilmiştir (8, 142). Bununla birlikte, literatürde hızlı üst çene genişletmesi sonrası maksillanın konum olarak değişmediğini (178) veya geriye ve yukarıya doğru saatin tersi yönünde rotasyon yaptığını bildiren araştırmacılara da rastlanmaktadır (179). Haas (21) ve Silva ve ark. (177), üst çenenin genişletme sırasında öne ve aşağı hareket ettiğini, bunun sonucunda da alt çenenin aşağı ve geriye rotasyon yaptığını ve mandibular düzlem açısının artarak alt yüz yüksekliğini arttırdığını bildirmişlerdir. Bu bulgular üst çene genişletmesinin Sınıf III maloklüzyona olumlu, Sınıf II maloklüzyona ise olumsuz etki ettiği fikrini desteklemektedir. Wendling ve ark. (180), oklüzalden akrilikle kaplı genişletme aparatının ısırma plağı olarak çalışacağını ve oluşturduğu intrüziv etkinin alt çenenin geriye aşağı hareketini azaltacağını belirtmiştir. Sarver ve Johnston (179), bantlı aparat ile akrilik splintli

aparey kullanarak yaptıkları çalışmalarının sonucunda, üst çenenin akrilik splintli aparey ile daha az öne hareket ettiğini ve üst çenenin aşağı ve ileri hareketini azaltmak için akrilik splintli genişletme apareylerinin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarının sonucunda arka nazal çıkıntının yukarı ve geriye, ön nazal çıkıntının ise aşağıya ve geriye hareket ettiğini, üst keserlerin ise saat yönünde rotasyon yaptığını ve ayrıca bunun Sınıf II bölüm 1 vakalarda faydalı olabileceğini rapor etmişlerdir. Asanza ve ark. (36) da bonded ve banded tip iki apareyin etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalarında, bonded tip aparey ile üst çenenin sagittal yönde daha az öne hareket ettiğini bildirmişlerdir. Başçiftçi ve Karaman (181), tüm dişleri kaplayan akrilik splintli aparey ile yaptıkları üst çene genişletmesi sonucunda, üst çenenin öne hareket yaptığını rapor etmişler ve akrilik splintli apareye ek olarak vertikal çenelik kullanılmasıyla alt çenenin geriye aşağı doğru hareketinin önlenebileceğini bildirmişlerdir.

2.7.5.Yumuşak Dokular Üzerine Olan Etki

Kılıç ve ark. (182), bilateral çapraz kapanışı olan hastalarda hızlı üst çene genişletmesi sonrası yumuşak dokular üzerindeki değişiklikleri Holdaway yumuşak doku ölçümleri kullanılarak araştırdıkları çalışmalarında, hızlı üst çene genişletmesi prosedürlerinin yumuşak dokuları etkileyebileceğini ve bu nedenle genişletme yaparken bunun göz önünde bulundurulması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tedavi sonrasında yumuşak doku fasiyal açısının azaldığını ve profil konveksitesinin hızlı üst çene genişletmesi sonrasında arttığını; pekiştirme periyodunda ise bu değerlerde anlamlı değişikliklerin olmadığını söylemişlerdir. Karaman ve ark. (183), hızlı üst çene genişletme işlemi ile maksilla ve maksiller kesicilerin anterior yönde hareket ettiğini, burun ucu ve yumuşak doku A noktasının da sert dokuyu takip ettiğini bildirmişlerdir. Fakat Tindlund ve Rygh (184), yaptıkları çalışmada maksiller genişletme periyodunda, yumuşak doku profilinde anlamlı bir değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir. Johnson ve ark. (185), prepubertal ve postpubertal dönemdeki hastalarda hızlı üst çene genişletmesi ile yumuşak doku nazal genişlikte meydana gelen değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında, burnun apikal taban genişliği ve büyük olan alar kıkırdağında anlamlı klinik etkilerin meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Halazonetis ve ark. (186), hızlı üst çene genişletmesi öncesinde ve sonrasında bukkal kasların üst birinci molar bölgesinde uyguladığı basıncın değişip

değişmediğini inceledikleri çalışmalarında, genişletme öncesinde 3 gr/cm² olan bukkal basıncın genişletme sonrasında 9 gr/cm²'ye yükseldiğini ve 3-4 aylık pekiştirmeden sonra bu değer değişmediğini, yumuşak dokuda bir adaptasyon gözlenmediğini ve sonuçta 3-4 aylık bir pekiştirme periyodu sonrasında bile nüks meydana gelebileceğini bildirmişlerdir.

2.7.6.Mandibula Üzerine Olan Etki

Hızlı üst çene genişletme tedavisi sonrası mandibulada da birtakım etkilerin meydana geldiği ortaya konmuştur. Mandibulada saat yönünde bir rotasyon meydana gelmektedir. Mandibulanın saat yönünde rotasyonunun, maksillada meydana gelen saat yönündeki rotasyonun yanı sıra maksiller posterior dişlerde meydana gelen devrilme ve uzamaya bağlı olarak interdijitasyonun bozulmasıyla da ilgili olduğu bildirilmiştir (20, 22, 187).

2.7.7.Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Paramedikal Etkileri

2.7.7.1.Nocturnal Enuresis

Nocturnal enuresis geceleri istem dışı olarak idrar kaçırmaya anlamına gelmektedir ve 4-6 yaşlarından sonra gece altını ıslatan çocuklara nocturnal enuresis tanısı konmaktadır. Hızlı üst çene genişletme tedavisinin nazal hava yolu akışını ve dolayısıyla kanın oksijenlenmesini arttırdığını varsayan bazı araştırmacılar, hızlı üst çene genişletme tedavisinin nocturnal enuresis üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve gece idrar kaçırmaya oranlarında azalma veya gerileme olduğunu bildirmişlerdir. Aynı etkinin özellikle tonsillektomi uygulanan çocuklarda da görülmesi, hızlı üst çene genişletme tedavisinin nazal direnç üzerinde etkili olduğu ve solunumu rahatlattığı yönünde yorumlanmış fakat daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu rapor edilmiştir (188, 189).

2.7.7.2.İşitme Kaybı

Ceylan ve ark. (190), 14 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada hızlı üst çene genişletmesinin iletim tipi işitme kaybını istatistiksel olarak önemli düzeyde azalttığını göstermişlerdir. Araştırmacılar işitme kayıplarındaki bu azalmanın, midpalatal sutur açılmasını takiben tensor ve levator veli palatini kaslarının gerilmelerine bağlı olarak östaki borusunun farinkse açılan ağzının genişlemesi sonucu orta kulağa hava giriş çıkışına izin vermesi ve dolayısıyla da orta kulağın daha iyi havalanması sonucu meydana geldiğini bildirmiştir. Laptok (191), erken

yaşlarda çok sık olarak geçirilen üst solunum yolu enfeksiyonlarının, maksiller darlıkla birlikte işitme kayıplarına da sebebiyet verebileceğini ve bu tip hastalarda yapılacak hızlı üst çene genişletme tedavisinin, olanaklı dental ve respiratuar faydalarının yanı sıra, östaki borusu ve orta kulak problemleri nedeniyle işitme kaybı yaşayan hastalarda işitmeyi arttırabileceğini belirtmiştir. Taşpınar ve ark. (192), yaş ortalamaları 14 olan 35 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında, hızlı üst çene genişletme tedavisi sonrasında işitme seviyelerinde ve kemik hava boşluklarında önemli ölçüde artışların meydana geldiğini ve bu sonuçların genişletme tedavisinden yaklaşık 2 yıl sonra bile hastaların % 74'ünde stabil kaldığını bildirmiştir. Kılıç ve ark. (193), büyümesi devam eden 15 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında maksiller darlık ve iletim tipi işitme kaybı olan hastalarda hızlı üst çene genişletme tedavisinin, işitmenin ve östaki borusunun normal fonksiyonunun iyileştirilmesinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğunu bildirmiştir.

2.7.7.3. Nazal Kavite Genişliği ve Hava Yolu

Burun tabanı maksiller kemik tarafından oluşturulduğundan, hızlı üst çene genişletme tedavisi sonrası burun tabanı, lateral yönde genişleyen maksiller segmentlerle birlikte genişlemekte ve dolayısıyla nazal kavite genişliğinde bir artma meydana gelmektedir (1, 14, 20, 21). Hızlı üst çene genişletme işlemi sonrasında median suturun ayrılması ile nazal kavitede laterale doğru hareket meydana gelmekte ve nazal bölgede genişleme görülmektedir. Dolayısıyla bazı hastaların daha rahat burun solunumu yaptıkları belirtilmektedir (1, 16, 17, 18, 194). Derichsweiler (195), ağız solunumu yapan bireylerde hızlı üst çene genişletme tedavisine bağlı olarak meydana gelen nazal genişlikte artış, damağın alçalması ve nazal septum düzleşmesinin, solunum için nazal pasajların kullanılmasına ve burun solunumuna geçilmesine imkan verdiğini iddia etmiştir. Hızlı üst çene genişletmesinin nazal kavitenin eksternal duvarlarını lateral yönde ayırdığını ve damak kubbesinin alçalması ve nazal septumun düzelmesine neden olduğu gösterilmiştir. Bunun sonucunda nazal direncin azaldığı, internazal kapasitenin arttığı ve solunumun iyileştiği bildirilmiştir (196). Doğru (37), RME tedavisinin iskeletsel, dişsel, yumuşak doku ve üst solunum yolu üzerine olan etkilerini incelediği çalışmasında, hızlı üst çene genişletmesi tedavisi sonrasında, üst ve alt birinci molar dişler arası genişlikte ve nazal kavite genişliğinde önemli artışlar meydana geldiğini, bu

artışların pekiştirme sonunda stabil kaldığını ve genişletme sonrasında burun solunumunda bir rahatlama meydana geldiğini bildirmiştir.

Akkaya ve ark. (197) havayolu derinliğinde, nazofarengeal yükseklikte ve kemiksel nazofarengeal boşlukta artış meydana geldiğini bildirmişler ve nazofarengeal yükseklikteki artışın üst çenenin hareketiyle bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir.

2.8.Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Komplikasyonları

Hızlı üst çene genişletme işlemi banded tip apareylerle gerçekleştirildiğinde, apareyin dişler ve damak mukozasını kaplamasından dolayı banded apareylerle kıyasla ağız hijyenini korumak daha zor olmaktadır. Bu durumda damakta doku büyümesi ve kanama gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Akrilik yükselticili apareylerle genişletme sonrasında 3-6 aylık pekiştirme periyodu süresince damakta hipertrofi ve kanama gibi problemlerden dolayı pekiştirme periyodunun hareketli bir apareyle veya başka bir sabit apareyle sağlanması daha doğru olabilir, banded tip apareylerde ise böyle bir sorun yoktur (37).

Timms ve Moss (198), hızlı üst çene genişletmesinin dişler ve destek dokular üzerindeki etkilerini inceledikleri histolojik çalışmalarında, tüm vakaların köklerinin koronal üçlü bölümünde, meziobukkal ve distobukkal yönlerde rezorbsiyon meydana geldiğini ve tamir aktivitesinin 2 yıl sonra bile devam ettiğini bildirmişlerdir.

Hızlı üst çene genişletme işleminin erişkin hastalarda uygulanması sırasında cerrahi gereksinim için hazır olmakta fayda vardır (199). Geçmeyen ağrıların varlığı ve aktivasyonlara rağmen keser dişler arasında diastema oluşmaması gibi semptomlar başarısızlığı göstermektedir ve bu durumda genişletme işleminin durdurulması gerekmektedir. Aksi takdirde bukkal devrilme veya kontrolsüz tedavi sonucu alveol kemik yıkımı, fenestrasyon ve kök rezorbsiyonu gibi komplikasyonlar ile karşılaşılır (200). Kayhan ve ark. (201), hızlı üst çene genişletmesi sonrasında destek dişlerin pulpalarında dolaşım bozukluğu, odontoblastların dizilişlerinde bozulma, dentin birikimi ve merkezde fibrotik değişiklikler gözlemiştir. Rungcharassaeng ve ark. (200), maksiller genişletme sonrası maksiller posterior dişlerin bukkal kemik değişimlerini etkileyen faktörleri araştırdıkları çalışmalarında, hızlı üst çene genişletmesi uygulanmış 30 adet hastadan alınan KIBT görüntülerini incelemişler ve maksiller posterior dişlerin bukkal kron tippingi, bukkal kemik

kalınlığı ve bukkal marjinal kemik seviyelerinde azalma meydana gelmesinin, hızlı üst çene genişletmesinin beklenen ilk etkilerinden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ikinci premolar dişte klinik olarak daha fazla bukkal kron tippingi meydana geldiğini; fakat bukkal kemik kalınlığı ve bukkal marjinal kemik seviyelerinde birinci premolar ve birinci molar dişlere oranla istatistiksel olarak daha az oranda azalma meydana geldiğini ve ikinci premolar dişteki bukkal kemik değişimleri ve dental tippingin herhangi bir başka değişkenden etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Genel iskeletsel rijidite veya midpalatal sutural direnç nedeniyle sutur açılmazsa hastada ağrı şikayeti olur ki her iki sebep de artan yaşa bağlıdır. Ağrı, genel olarak iyi bir diagnostik semptom olmamakla birlikte vida çevrildiğinde ağrı ortaya çıkmakta ve suturun açılmasıyla hafiflemektedir. Bu ağrı sutur açılmazsa sabit kalmaktadır.

Baysal ve ark. (202), RME yapılmış hastalarda bilgisayarlı tomografi ile kök rezorbsiyonunu inceledikleri çalışmalarında; üç boyutlu görüntüler üzerinde daimi birinci molarlar ile birinci ve ikinci premolar dişleri segmente etmişler, bu dişlerin köklerini izole etmişler ve kök hacimlerini hesaplamışlardır. Araştırmacılar genişletme öncesi ve sonrası kök hacimlerindeki değişikliklerinin incelenen her kök için istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlar; maksimum hacim azalmasının birinci molar dişin mesiobukkal kökünde gözlendiğini (18.60 mm^3), birinci molar dişin distobukkal kökünün ise genişletme prosedüründen en az şekilde etkilendiğini (9.47 mm^3) ve kökler arasındaki hacim kaybı yüzdesinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya koymuştur.

2.9.Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Pekiştirme, Nüks Eğilimi ve Stabilité

Ortodontik tedavilerin çoğunda olduğu gibi hızlı üst çene genişletme tedavisinde de nüks meydana gelme olasılığı oldukça yüksektir. Nüksün meydana gelmesinde genetik ve çevresel faktörlerin de rol oynadığı düşünülmekle beraber, en önemli etkenlerin genişletme kaynaklı olduğu kabul edilmektedir. Bu etkenler, hızlı üst çene genişletmesi ile oluşan ağır kuvvetler sonucunda sert dokularda meydana gelen deformasyonlar ve yumuşak doku gerilmeleridir (7).

Aktif genişletme periyodu sonunda oluşacak rezidüel yükler, hareket ettirilmiş üst çene segmentlerinin geriye kollabe olmasına sebebiyet verecektir. Sutural bağ

doku elemanları, sonuçta suturun rejenerasyonunu sağlayacak şekilde kendine has bir proliferatif cevap ile iyileşmelerine rağmen, genişleyen maksiller segmentlerin kollapsına neden olabilecek rezidüel kuvvetler yok olmadıkça, stabil bir maksiller kompleks elde edilemez (203). Yetersiz pekiştirme periyotları azımsanmayacak kadar çok iskeletsel nüks ile sonuçlanmaktadır (15, 138, 204). Maksiller genişletme sonrası pekiştirme için hızlı bir şekilde genişletilen maksiller suturların reorganizasyonu ve stabilizasyonu için 3-6 aylık pekiştirme periyodu (8, 15, 20, 138) hatta bazı klinisyenler tarafından daha uzun süreli pekiştirme süresi önerilmiştir (14, 27). Mew (144), genişletmenin miktarına bağlı olarak 1.5-4 yıl pekiştirme periyodu uygulanması gerektiğini iddia etmiştir. Parker (205), üst çene genişletmesi yaptığı bir hastasında genişletme sonrası sonuçların 43 yıl sonrasında bile stabil kaldığını göstermiştir. Ekström ve ark. (206), ortodontik genişletme sonrası midpalatal suturun mineralizasyonunu incelemişler ve suturun ilk 1 ay içinde mineralizasyonunun büyük oranda tamamlandığını fakat 3 ayın sonunda ölçüm bölgelerinin mineral içeriğinin hepsinin aynı olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle ancak 3 ay sonunda iyice mineralize olmuş suturdan bahsedilebilir. Bell (142), yavaş üst çene genişletmesi sonrası uygulanacak 1-3 ay arası retansiyon periyodunun yeterli olacağını bildirmiştir. Bunun hızlı üst çene genişletmesi sonrası uygulanması gereken 3-6 aylık süreden kısa olduğuna dikkat çekmiştir. Asanza ve ark. (36) çalışmalarında genişletme işlemi sona erdikten sonra sutural bölgede yeni kemik oluşumuna izin vermek için apareyi pasif bir şekilde 3 ay süre ile taşıtmıştır. Proffit ve Fields (2) de aynı prosedürü tarif etmişler ve süre olarak da 3-4 ay önermişlerdir. Bishara ve Staley (8), apareyin 3-6 ay boyunca sabit pekiştirme apareyi olarak kullanılmasını, böylece dokuların yeni konumlarında tekrar organize olmalarına izin verilmesini önermişler fakat yapılan genişletmenin miktarı arttıkça pekiştirme döneminin de uzaması gerektiğini bildirmişlerdir. Hicks (140) ise 8 hafta sabit apareylerle yapılan pekiştirmenin yeterli olacağını, hareketli apareylerin ise daha az etkili olacağını belirtmiştir. Literatürde periodontal, palatal ve muskuler dokuların gerilmeleri nedeniyle geri dönme eğilimleri, pekiştirme yapılmasına rağmen nüks gelişmesine neden olabileceği için 2-3 mm'lik aşırı genişletme yapılması önerilmektedir (15, 140, 144).

Bazı araştırmacılar (20, 207), nüksün yaşla ilişkisini ortaya koyarak daha yaşlı hastalarda daha fazla nüks olduğunu rapor etmiştir. Bartzela ve Jonas (207), erken ve

geç dönem karma dişlenme döneminde olan hastalara hızlı ve yavaş genişletme uyguladıkları çalışmalarında unilateral posterior çapraz kapanışın stabilitesini incelemişler ve vakaların % 79'unda tedavi sonuçlarının uzun dönemde stabil kaldığını bildirmişlerdir. Sarnas ve ark. (208), genişletme sonrasında meydana gelen nüksü genel olarak; sirkummaksiller suturalarda biriken rezidüel yüklere, zigomatik kemikte genişletmeye karşı gelişen dirence, üst çeneyi çevreleyen yumuşak doku ve bukkal kas gerginliğine, gerilmiş mukoperiosteum ve pekiştirme döneminin yetersiz kalması nedeniyle ossifikasyonun tamamlanmamış olmasına bağlamışlardır. Haas (14), genişletme yaptığı hastalarından genişletmeyi takiben 1 yıl sonra PA filmleri almış ve hastalarda apikal kaidede ve nazal kavitedeki genişlemenin stabil kaldığını bildirmiştir. Araştırmacı hastalarını 5 sene sonra tekrar çağırmış ve yaptığı ölçümlerde yine herhangi bir nükse rastlamamıştır. Timms (209), yapmış olduğu çalışmasıyla daha farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Araştırmacı, hızlı üst çene genişletmesi sonrası hastalarının transpalatal genişliklerinde ortalama % 41 olmak üzere, % 31-82 oranında nüks olduğunu bildirmiştir. Fakat Timms'in bu çalışmasında birkaç tereddütlü nokta vardır. Birincisi, kullandığı genişletme apareyinin rijit olmamasından dolayı stabilite açısından son derece kötü sonuçlar vermiştir. Kullanılan bu non-rijit aparey ile elde edilen genişlemenin büyük bir bölümü premolar dişlerin devrilmesiyle elde edilmiştir ve böylece nüks kaçınılmaz olmuştur. Genişletme apareyi, kuvveti bazal yapılara iletecek dişlerde tippingi kontrol edecek şekilde olmalıdır. İkinci dikkat edilmesi gereken nokta ise pekiştirme döneminde hasta kooperasyonunun zayıf olduğudur. Bunun sonucu olarak da en az 3 ay olması gereken pekiştirme devresine tam olarak uyulmamış ve nüks gözlenmiştir. Wertz ve Dreskin (210), erişkin hastalarda palatal genişletme ile elde edilen artışın çoğunun kaybedildiğini, genç hastalarda ise nüksün gözlenmediğini bildirmiştir.

Wertz ve Dreskin (210), maksiller genişletme sonrası sonuçların stabil kalmasında, hasta yaşının, kullanılan apareyin rijiditesinin, kemik maturasyonunun, ve retansiyon döneminin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Stabilitayı arttırmak için uzun süreli pekiştirme süresi ve bir miktar fazladan genişletme önerildiği gibi (21, 27, 143, 144, 209, 210) vida çevirme programının değiştirilmesi ile daha hafif ve devamlı kuvvetlerle yapılan yavaş genişletme prosedürleri uygulayarak nüksün azaltılmasına çalışılmıştır (13, 43, 138, 144, 159).

Yumuşak dokulardaki gerilmeler nüks nedeni olarak düşünüldüğünden genişletme sonrasında gerilen palatal mukozada insizyon yaparak stabiliteyi artırmaya yönelik deneysel çalışmalar da yapılmıştır (175).

Timms (7), yüksek tüberküllü ve iyi interdijitasyonlu vakalarda elde edilen genişletmenin muhtemelen daha stabil olduğundan bahsetmiştir.

2.10.Maksilla ve Mandibulanın Anatomisi

2.10.1.Maksilla Anatomisi

Maksilla yüz iskeletinin ortasında bulunur. Kavitas nasi'nin yan duvarlarının büyük bir kısmını oluşturur. Aynı zamanda orbita tabanını da yapar. Maksilla kemiğinin bir cismi ve dört de çıkıntısı bulunur.

Cismine 'corpus maxilla' denir. Corpus'un dört yüzü bulunur. Orbitanın tabanını yapan yüzüne 'facies orbitalis' denir. Maksilla kemiğinin ön yüzüne 'facies anterior' denir. Bu yüz öne ve yana bakar. İçbükey olan bu ön yüz deri altı dokusu ve kaslar ile örtülüdür. Cismin arkaya ve dış yana bakan yüzüne 'facies infratemporalis' denilmektedir. Pürtüklü ve kabarık bir yüzeyi vardır. En belirgin, en kabarık yerine 'tüber maxilla' denmektedir. Cismin içteki yüzüne 'facies nasalis' denmektedir.

Maksilla kemiğinin 'processus frontalis, processus zygomaticus, processus palatinus, processus alveolaris' olmak üzere dört çıkıntısı vardır. Processus frontalis; maksillanın ön üst köşesinden yukarıya doğru frontal kemiğe doğru uzanan çıkıntısıdır. Processus zygomaticus; dış yana, zigomatik kemiğe doğru uzanan çıkıntısıdır. Zigomatik kemiğinde çıkıntısı ile birleşerek 'arcus zygomaticus' u oluşturur. Processus palatinus; damak çıkıntısıdır, nazal yüzün alt kenarı hizasından başlar. İçe doğru yatay olarak orta çizgiye kadar uzanır. Her iki palatin çıkıntı orta çizgi üzerinde birleşerek 'sutura palatina mediana' adı verilen yapıyı oluştururlar. Palatin çıkıntılar, palatinal kemiğin horizontal laminaları ile birleşerek sert damağı oluştururlar. Processus alveolaris; corpus maxilladan aşağı doğru uzanan ve dişlerin yerleştikleri çıkıntılardır. İki maksilla parçasının birleşmesi sonucu, processus alveolarislerin oluşturdukları kemer 'arcus alveolaris' ismini alır. Arcus alveolaris üzerinde, diş köklerinin yerleştiği çukurlar 'alveoli dentales' olarak adlandırılır (211).

2.10.2.Mandibula Anatomisi

Baş iskeletinin tek hareketli kemiği mandibuladır. 'Corpus mandibula' ve 'ramus mandibula' olmak üzere iki kısımda incelenir. Corpus mandibula; mandibula

kemiğinin cisimidir, kalın ve yassı şekildedir. Corpus mandibulanın alt yarısına ‘basis mandibula’ denmektedir. Üst yarısını dişlerin yer aldığı kısım olan ‘processus alveolaris’ oluşturmaktadır. Ramus mandibula, corpus mandibulanın üzerinde yer alır ve yukarı, arkaya doğru uzanır. Corpus ile birleştiği yerde oluşan köşeye ‘angulus mandibula’ denmektedir. Ramus mandibulanın üst kenarında büyük bir çentik ve iki adet çıkıntı bulunmaktadır. Çıkıntılardan önde olanına ‘processus coronoideus’ arkadaki çıkıntıya ise ‘processus condylaris’ denmektedir. Bu iki çıkıntı arasındaki büyük çentiğin adı ‘incisura mandibulae’dir (211).



3.MATERYAL-METOD

3.1.MATERYAL:

Çalışmamızın materyalini Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı arşivinden seçilen ve tedavi amacı ile hızlı üst çene genişletmesi yapılan hastaların KIBT görüntüleri oluşturmuştur. Kontrol grubunu ise maksiller darlığı olmayan ve ortodontik olarak herhangi bir tedavi görmemiş hastalardan elde edilen KIBT görüntüleri oluşturmuştur.

Çalışmamız 15 banded RME uygulanmış (3 erkek, 12 kız), 15 bonded RME uygulanmış (7 erkek, 8 kız) bireylerden ve 15 kişilik kontrol grubundan (7 erkek, 8 kız) oluşturulmuştur. Çalışmamızda kullanılan RME grubundaki bireyler Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı arşivinden, kontrol grubundaki bireyler ise Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı arşivinden seçilmiştir. Araştırma, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı tarafından onaylanmıştır.

Araştırmaya dahil edilen RME gurubundaki hastaların seçiminde şu kriterler esas alınmıştır:

1. Maksiller darlığa bağlı bilateral posterior çapraz kapanışa sahip olmaları,
2. Hastaların 8-15 yaşları arasında olmaları,
3. Geç karışık dişlenme veya daimi dişlenme döneminde olmaları,
4. RME işlemi esnasında cerrahi gereksinime ihtiyaç duymamaları,
5. Hastaların herhangi bir lokal veya sistemik hastalığının olmaması,
6. Daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olmaları,

RME grubunda bonded ve banded tip apareylerle maksiler genişletme hedeflenmiştir.

Bonded tip RME apareyi uygulanan grupta, yaşları ortalama 12.84 ± 1.82 olan 8 kız 7 erkek toplam 15 hasta, banded tip RME apareyi uygulanan grupta ise yaşları ortalama 13.32 ± 0.33 olan 12 kız 3 erkek toplam 15 hasta tedavi edilmiştir. RME grubundaki hastalardan genişletme öncesi ve genişletmeden 6 ay sonra konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri alınmıştır.

RME grubundaki hastaların verileri, 15 hastadan oluşan, maksiler darlığa sahip olmayan, dişsel ve iskeletsel Sınıf I, herhangi bir ortodontik tedavi uygulanmamış, yaş ortalaması 12.51 ± 0.57 olan bir kontrol grubu ile karşılaştırmalı

olarak incelenmiştir. Kontrol grubu hastalarından alınan ilk tomografi verileri ile ikinci tomografi verileri arasında 6 aylık bir süre vardır. Araştırmaya dahil edilen kontrol gurubundaki bireyler şu özelliklere sahiptir;

1. Bilateral ya da unilateral maksiller darlık olmayan,
 2. 8-16 yaşları arasında olan,
 3. Geç karışık dişlenme veya daimi dişlenme döneminde olan,
 4. Herhangi bir lokal veya sistemik hastalığa sahip olmayan,
 5. Daha önceden herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olan bireyler seçilmiştir.
- Seçilen tüm bireylerin cinsiyet ve yaşlarına göre dağılımı **Tablo 3.1**'de gösterilmiştir.

Hastalar	Kız	Erkek	Min	Max	Ortalama (yaş)	Standart Sapma	Toplam
Bonded RME Grubu	8	7	10.10	15.40	12.84	1.82	15
Banded RME Grubu	12	3	11.40	15.70	13.32	0.33	15
Kontrol Grubu	8	7	8.80	16.60	12.51	0.57	15

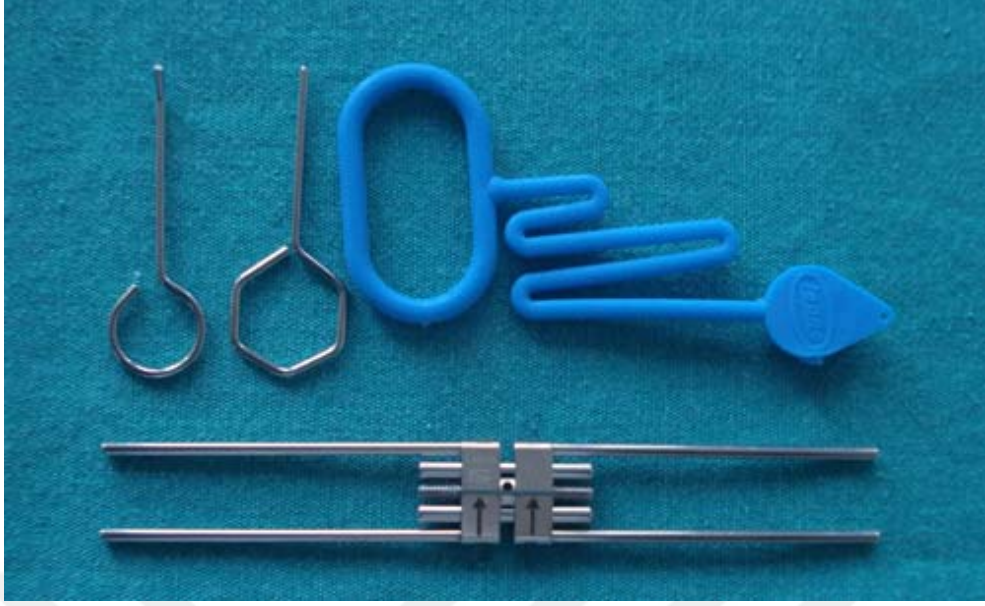
Tablo 3.1. Araştırmaya dahil edilen bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımları

3.2.METOD:

3.2.1.Uygulanmış Tedavi Protokolü:

3.2.1.1.Üst Çene Genişletmesi İçin Kullanılan Apareyler ve Özellikleri

Araştırma kapsamında tedavi edilen hastalara Hyrax tipi genişletme vidası (Leone, Fiorentino, Italy) (**Şekil 3.1**) kullanılarak bonded ve banded tip RME apareyi uygulanmıştır (**Şekil 3.2**).



Şekil 3.1. Hyrax vidası (Leone, Fiorentino, Italy)



Şekil 3.2. Bonded ve banded tip RME apareyleri

Bu vida ile 13 mm'ye kadar üst çene genişletmesi yapılabilmektedir. Vidanın dörtte birlik bir turu 0.25 mm'lik genişleme sağlamaktadır.

3.2.1.2. Apareylerin Yapımı ve Uygulanması

Banded RME grubundaki hastalarda, üst birinci molar dişler ve birinci premolar dişlere band uygulanmıştır. Bantlar ağızdayken aljinat ölçü maddesi ile

ölçüler alınmıştır. Hyrax vidasının kolları, elde edilen bantlı model üzerinde, vida mümkün olduğunca damağa yakın ve paralel olacak şekilde bantlı dişlerin palatinal yüzeylerine uyumlu olacak şekilde bükülmüştür. Vida kollarının uzantıları ile palatinalde destek sağlanmış ve Hyrax vidasının kolları bantlara lehimlenmiştir. Lehim yapıldıktan sonra tesviye ve polisaj işlemleri yapılarak aparey ağıza yerleştirmeye uygun hale getirilmiştir. Aparey, cam iyonomer siman (CİS) (Voco Meron, Products, Cuxhaven, Germany) (Şekil 3.3) kullanılarak dişlere simante edilmiştir.



Şekil 3.3. Voco Meron cam iyonomer esaslı siman

Bonded RME grubundaki hastalardan aljinat ile ölçü alındıktan sonra elde edilen alçı model üzerinde; Hyrax vidası banded RME apareyinde hazırlandığı şekilde uyumlandırılmış ve vidanın kolları üst birinci premolar, üst ikinci premolar ve üst birinci molar dişleri çevreleyecek şekilde bükülmüştür. Daha sonra dişlerin oklüzallerini ve 1/3'lük bukkal kron kısımlarını örten akrilik kısımların yapılması işlemine geçilmiştir. Soğuk akrilikten yapılan blokların tesviye ve polisajından sonra aparey hasta ağızında denenmiştir. Anterior dişler arasında 2-3 mm'lik bir aralık ve çift taraflı eşit oklüzal temaslar olmasını sağlayacak şekilde artikülasyon kağıdı ile akrilik blokların kalınlığı uyumlanmış ve apareyin polisajı yenilenmiştir. Tükürük izolasyonunun ardından aparey cam iyonomer siman kullanılarak dişlere simante edilmiştir.

3.2.1.3. Aparentlerin Aktivasyonu ve Pekiştirme Periyodu

RME apanyi uygulanan hastalarda aktivasyon aşaması için hastalar eğitilmiş, rutin kontrolleri yapılmak üzere haftada bir kez kliniğe çağırılmış ve oral hijyene önem vermeleri gerektiği anlatılmıştır. RME apanyi ilk gün hasta nazal bölge ve dişlerde gerginlik ve ağrı hissedinceye kadar çevrilmiş, ilk hafta boyunca hasta ebeveynlerinden apanyi sabah ve akşam günde iki kez birer çeyrek (1/4) tur olmak üzere aktive etmeleri istenmiştir. Takip eden günlerde genişletme gereksinimine göre apanyin günde bir çeyrek tur olmak üzere aktivasyonuna devam edilmiştir. Hastalardaki aktivasyon işlemleri ortalama olarak 21 ± 7 günlük bir periyot sonunda tamamlanmıştır. Hastalarda yeterli genişletme elde edildikten sonra vida mesing tel vasıtasıyla fikse edilerek sabit hale getirilmiş, böylece vidanın geri dönme olasılığının önüne geçilmiştir. RME grubundaki hastalarda aşırı düzeltme hedeflenmiştir. Bu amaçla; maksiller birinci molar dişlerin palatinal tüberkülleri, mandibuler molar dişlerin bukkal tüberkülleri hizasına gelinceye kadar genişletme işlemine devam edilmiştir. Çalışma grubundaki banded RME apanyi uygulanan hastalarda, pekiştirme periyodu boyunca apanye ağızda tutulmuştur. Bonded RME uygulanan hastalarda ise olası hijyen bozukluklarının önüne geçmek ve KIBT verilerinin elde edilmesi esnasında, apanyin akrilik kısımlarının ağız açıklığı yaratmasını önlemek amacıyla, apanye sökölüp yerine Transpalatal ark (TPA) uygulanmış ve pekiştirme periyoduna geçilmiştir. Hastalarda altı aylık pekiştirme periyodu süresi uygulanmıştır.

3.2.2. Hastalardan Alınan Kayıtlar

Hastalardan tedavi başında uygun endikasyon, tanı ve teşhis amaçlı olmak üzere panoramik, lateral sefalometrik radyografiler ile birlikte ortodontik alçı modeller elde edilmiştir. Bonded ve banded tip genişletme apanyi uygulanan çalışma grubundaki tüm bireylerden genişletme işlemi öncesi ve 6 ay sonunda KIBT görüntüleri alınmıştır. Bonded ve banded RME uygulanan hastalardan elde edilen tomografi verileri, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı'nın arşivinden elde edilen, tedavi grubundaki hastalarla ortalama olarak aynı yaşa denk gelen, maksiller darlığı olmayan, herhangi bir tedavi uygulanmamış iskeletsel ve dişsel Sınıf I hastalardan alınan KIBT görüntüleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Tüm KIBT görüntüleri İ-CAT 3D (Imaging

Sciences International, Hatfield, PA, USA) görüntüleme cihazı (Şekil 4.4) ile elde edilmiştir. Cihaz 5.0 mA ve 120 kV'a ve voksel kalınlığı 0,3 mm olacak şekilde ayarlanmıştır ve tomografi görüntüleri 360⁰ rotasyonla ve 9.6 saniyede alınmıştır.



Şekil 3.4. Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinin alındığı i-CAT 3D(Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) cihazı

Rutin tomografik görüntü alınması protokolünde, hastanın başı, Frankfurt horizontal düzlemi yer düzlemine paralel olacak şekilde, çeneler sentrik ilişkide ve hastaların dudakları istirahat pozisyonunda iken ayarlanmaktadır. İncelenecek tüm alanların tam olarak alındığından emin olmak ve kafa oryantasyon hatalarını minimize etmek için öncü lateral radyograflar alınmakta ve küçük ayarlamalar yapılmaktadır.

3.2.3. Etik Kurul Değerlendirmesi

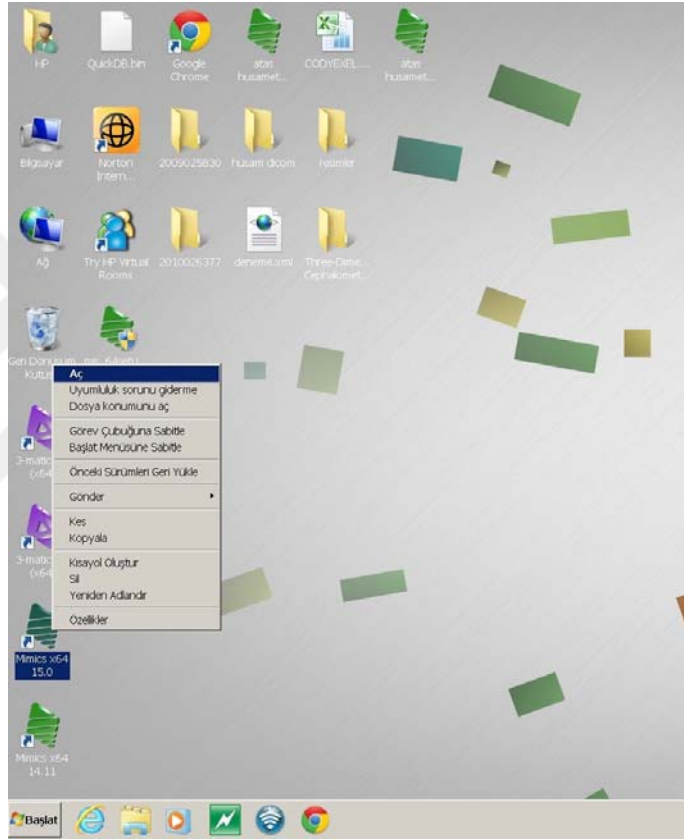
Materyal ve metodu anlatılan şekilde kurulan çalışmamız için Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan 26.11.2014 tarihli ve DUDFEK 2014/12 sayı numaralı Etik Kurul Yönergesi Uygunluk Belgesi alınmıştır.

3.2.4. KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Mimics® Yazılım Programına Aktarılması

45 bireyin tomografi verisi Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) verisi olarak bir masaüstü bilgisayarda saklanmıştır. Bireylerin DICOM verileri, Mimics 15.0® (Materialise, Leuven, Belçika) yazılım programına aktarılmıştır. Araştırmamızda Mimics® Temel Modülü ve Simülasyon Modülü kullanılmıştır. Bu bilgisayar programıyla iki boyutlu kesitsel görüntüler

birleştirilerek üç boyutlu görüntüler elde edilebilmekte ve üzerlerinde ölçümler yapılabilmektedir. Alınan aksiyal görüntüler program dahilinde işlenip, verilerden aksiyal, koronal, sagittal kesitler çıkartılmakta ve tüm datalar bu üç kesit üzerinde incelenebilmekte ve işlenebilmektedir.

Bu amaçla öncelikle hastaların DICOM verilerinin Mimics® programına aktarılması gerekmektedir. Bilgisayarın masaüstünde yer alan programa mouse'ın sağ tuşu tıklanıp, oradan aç sekmesi seçilir ve programın çalışması başlatılır (**Şekil 3.5**).



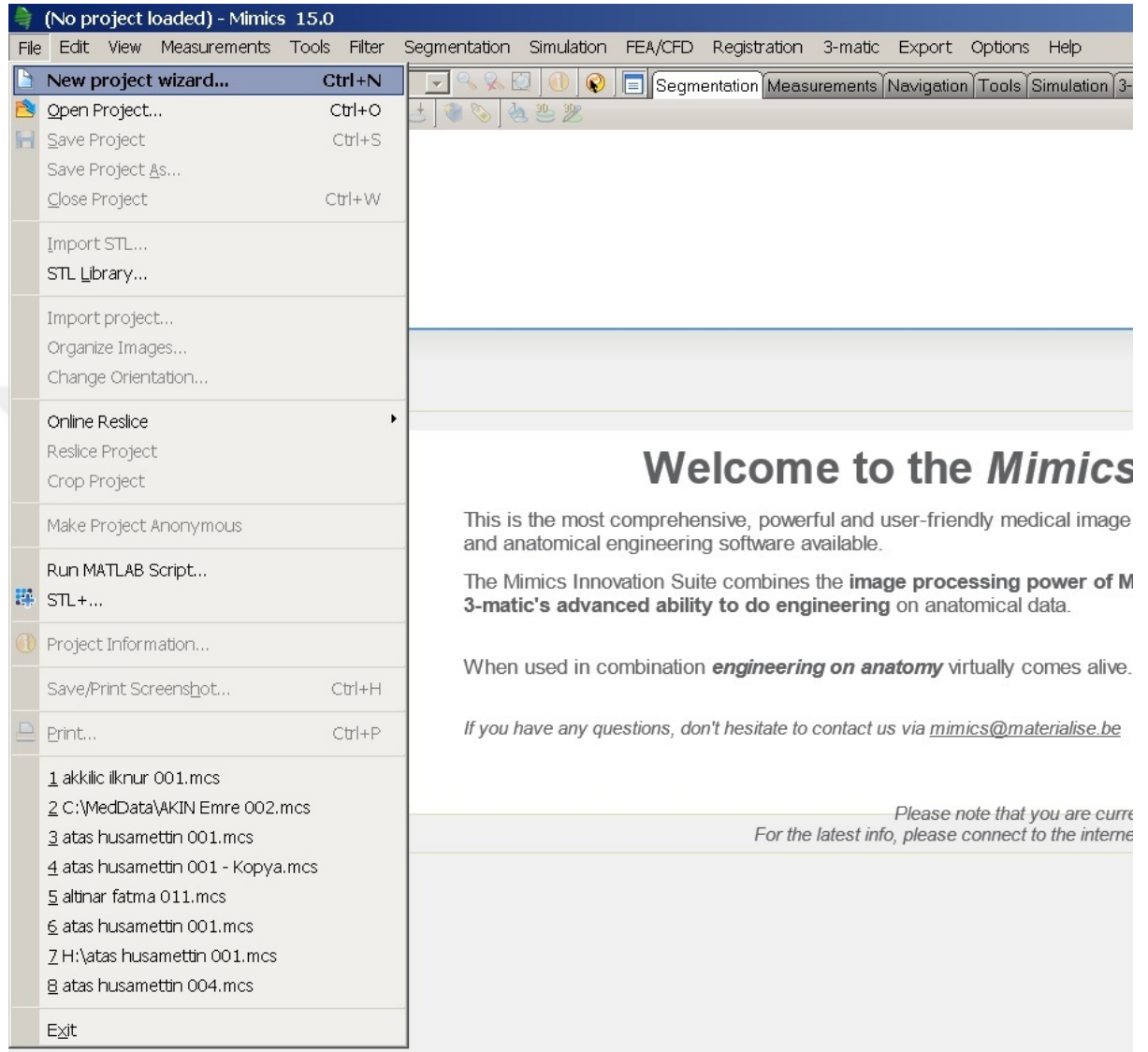
Şekil 3.5. Mimics® 15.0 programının açılması

Herhangi bir tomografi verisi programa aktarılmadığı zaman, açılan ekranda sol üst köşede parantez içerisinde '(No project loaded)' yazmaktadır (**şekil 3.6**).



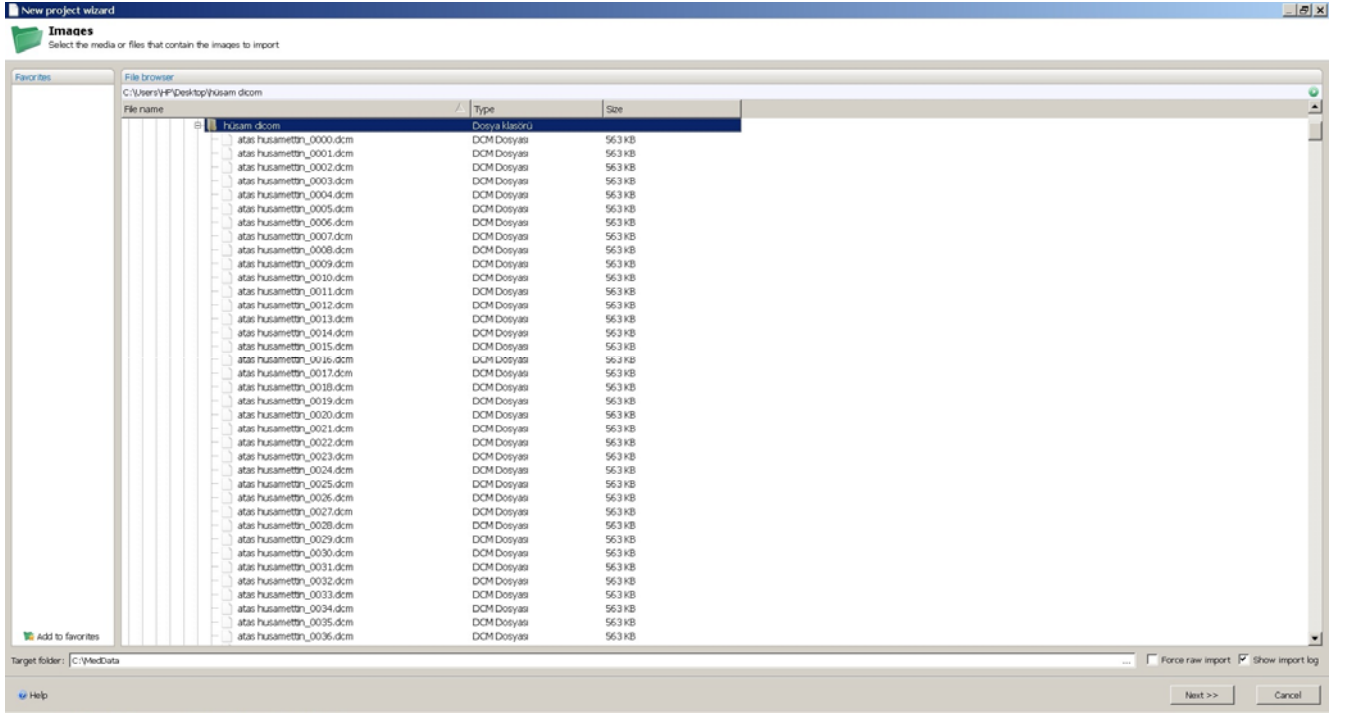
Şekil 3.6. Programa tomografi verisi yüklenmediğinde sol üst köşede yazan uyarı

Programa tomografi verisi aktarabilmek için bazı aşamalar vardır. Bunlar sırası ile şöyledir; Sol üst köşede 'File' yazan sekmeye tıkladığında karşımıza 'New project wizard' sekmesi çıkar (Şekil 3.7).



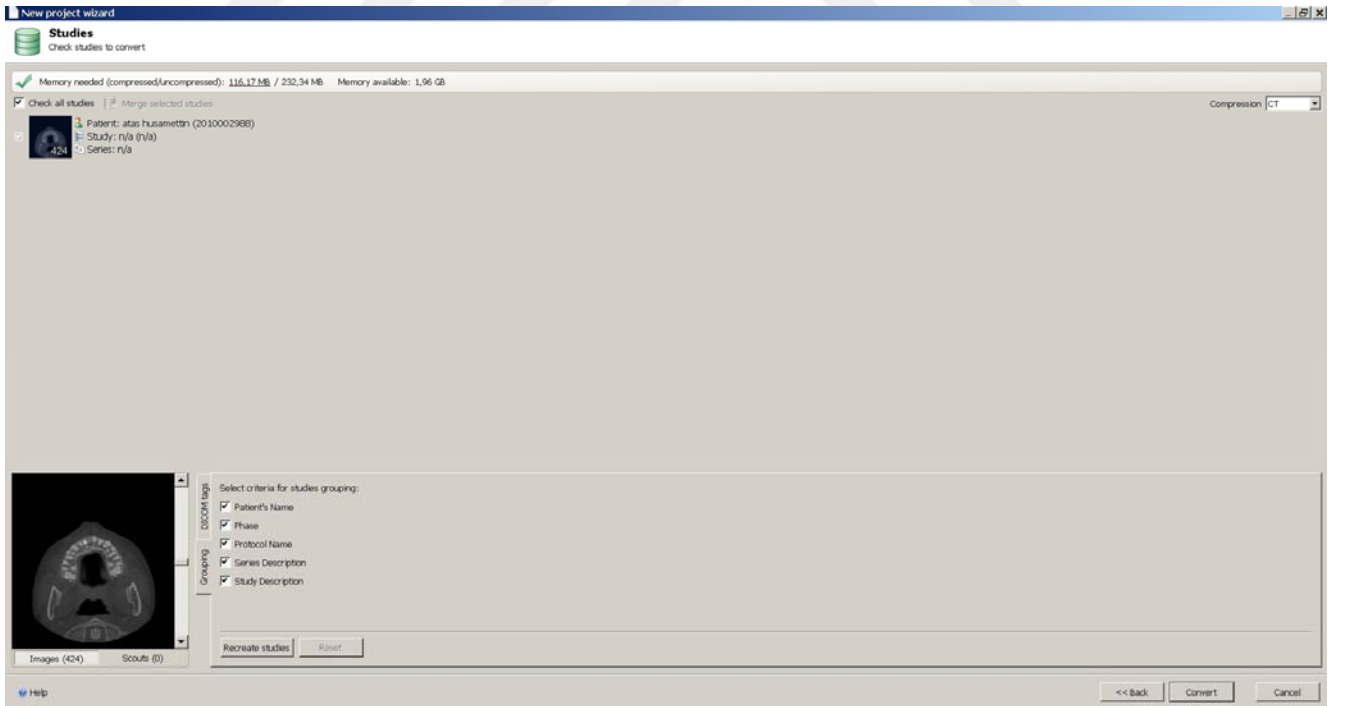
Şekil 3.7. 'New project wizard' sekmesi

'New project wizard' sekmesi tıkladığında çıkan ekran üzerinde hastanın DICOM verilerinin olduğu klasörü seçip, DICOM verileri açmamız gerekmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Bireylere ait DICOM verilerinin açılması

Daha sonra sağ altta yer alan 'Next' sekmesi (Şekil 3.8) tıklandığında karşımıza yeni bir ekran açılacaktır.



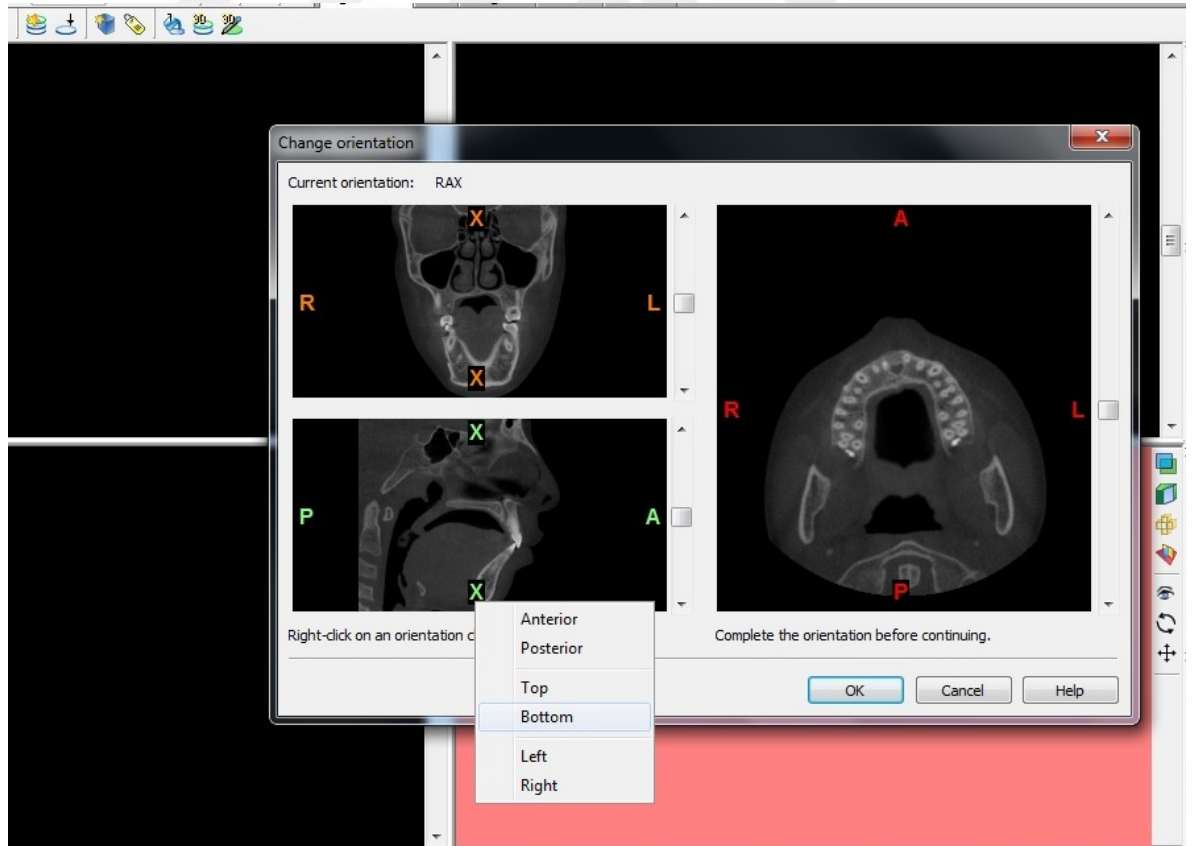
Şekil 3.9. DICOM verilerin 'convert' sekmesi kullanılarak '.mcs' dosyasına dönüştürülmesi

Açılan bu ekranda sağ altta yer alan ‘Convert’ sekmesi (Şekil 3.9) tıklandığında hastalardan elde edilmiş DICOM veriler Mimics® programına ait ‘mcs’ dosyasına dönüşmektedir. Ham tomografi verilerinin (DICOM) dosya uzantısı ‘dcm’dir. Mimics® programına aktarıldıktan sonra dosya uzantısı ‘.mcs’ olmaktadır. Veriler ‘.dcm’ dosyasından ‘.mcs’ dosyasına dönüştürüldükten sonra görüntüler üzerinde elde etmeyi amaçladığımız işlemleri gerçekleştirebiliriz.

3.2.5.KIBT Görüntülerinin İşlenmesi

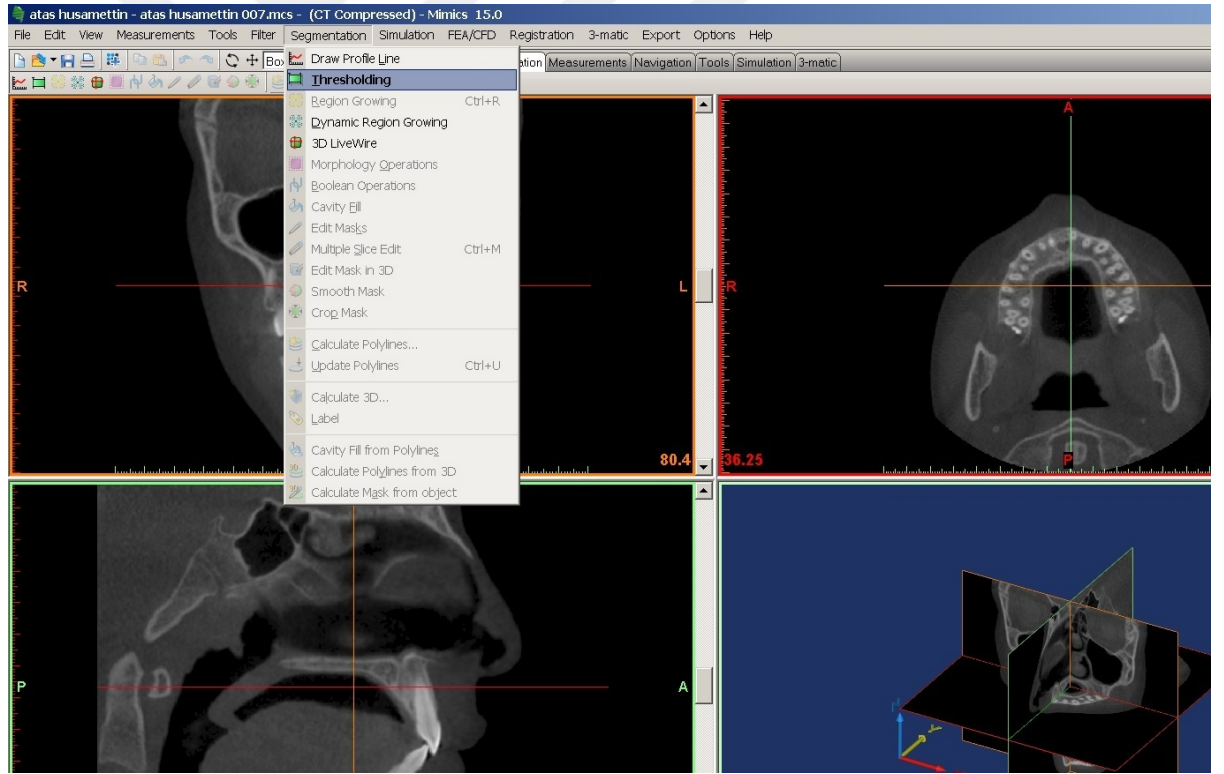
3.2.5.1.Oryantasyon, Pencere Aralığının(Tresholding değeri) Belirlenmesi ve Segmentasyon İşlemi

Hastalarının DICOM verileri Mimics® yazılım programına aktarıldığında koronal, sagittal ve aksiyal kesitlerin yönlerinin belirlenmesine yarayan oryantasyon penceresi açılmaktadır. ‘X’ ile ifade edilen kutulardan biri seçilerek, seçeneklerden (anterior-posterior,right-left,top-bottom/ön-arka, sağ-sol, üst-alt) görüntünün konumu ayarlanır (Şekil 3.10). Bu işlem hastanın yönünün doğru konumlandırılmamız için yapılmaktadır.

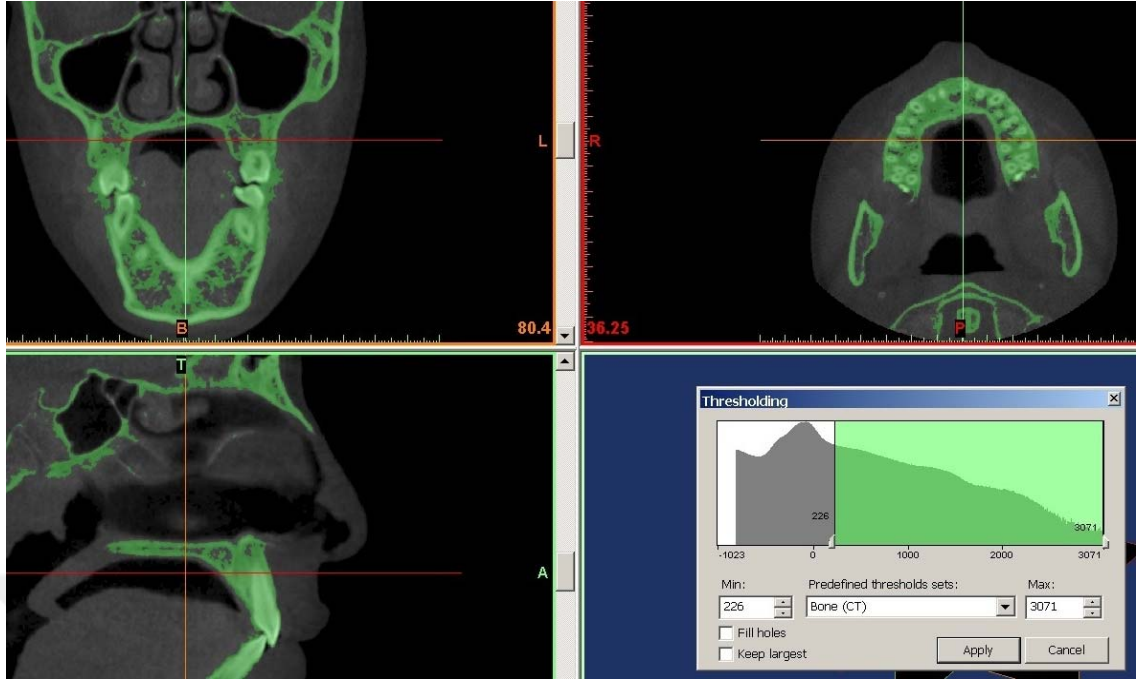


Şekil 3.10. Görüntülerin yönünü doğru olarak belirleyebilmemiz için açılan ‘Change orientation’ ekranı

Tomografi verileri üzerinde dokular farklı yoğunluklarda görülürler. Veriler üzerinde çalışılmaya başlamadan önce her dokunun kendi yoğunluğunda seçilmesi gerekir. Farklı dokuların birbirlerinden ayrılabilmesi için Hounsfield değerlerinden yararlanılmaktadır. Hounsfield değerlerinde '0' su yoğunluğunu temsil etmektedir. Eksi değerlere gidildikçe hava görüntüsüne ulaşılmakta, artı değerlere gidildikçe spongios kemik, kortikal kemik, diş dokuları ve benzer dokular diğerlerinden ayırt edilebilmektedir. Sert doku için 226-3071 HU değerleri arasındaki pencere aralığı seçilmiş, bu değerler dışında yer alan dokular işlenmemiş ve sadece ilgili dokulara ait dosyalar (masklar) oluşturulmuştur. Bu değerlerin ayarlanabilmesi için program üzerinde sağ üstte yer alan 'Segmentation' başlığı altında 'Thresholding' sekmesi (Şekil 3.11) tıklandığında sol altta açılan pencere üzerinde 'Bone' seçilip 'Apply' tuşuna basılınca (Şekil 3.12), istediğimiz thresholding değerlerinde 'mask'lar oluşmaktadır.

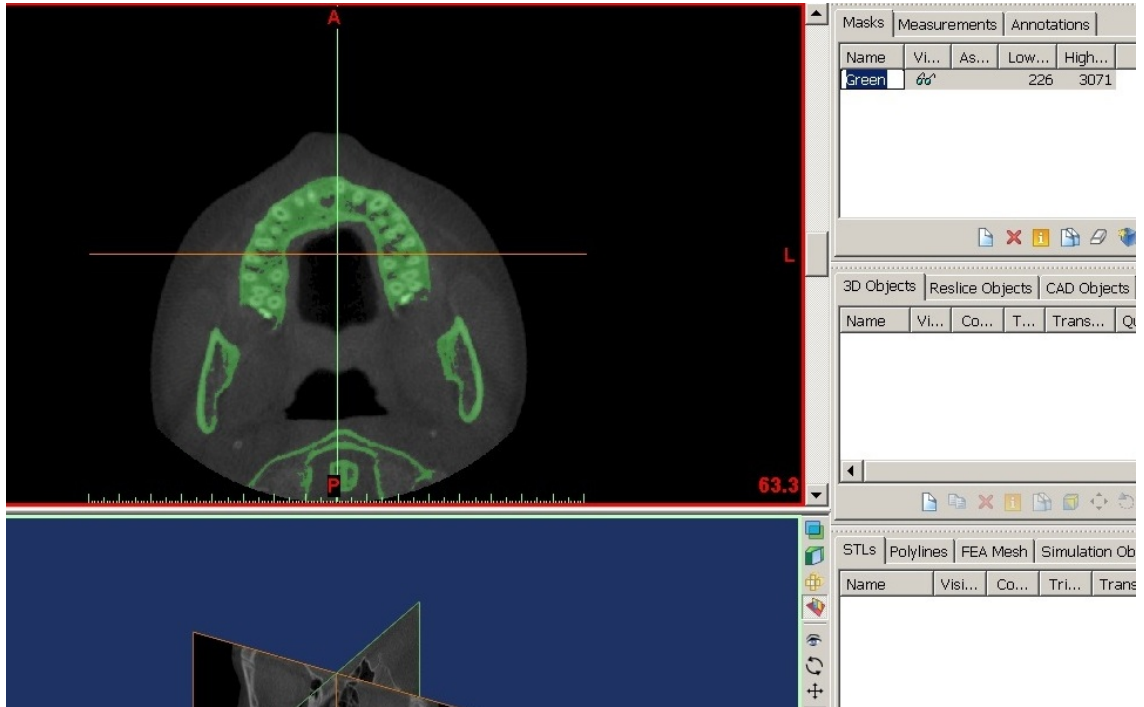


Şekil 3.11. 'Thresholding' sekmesinin açılması

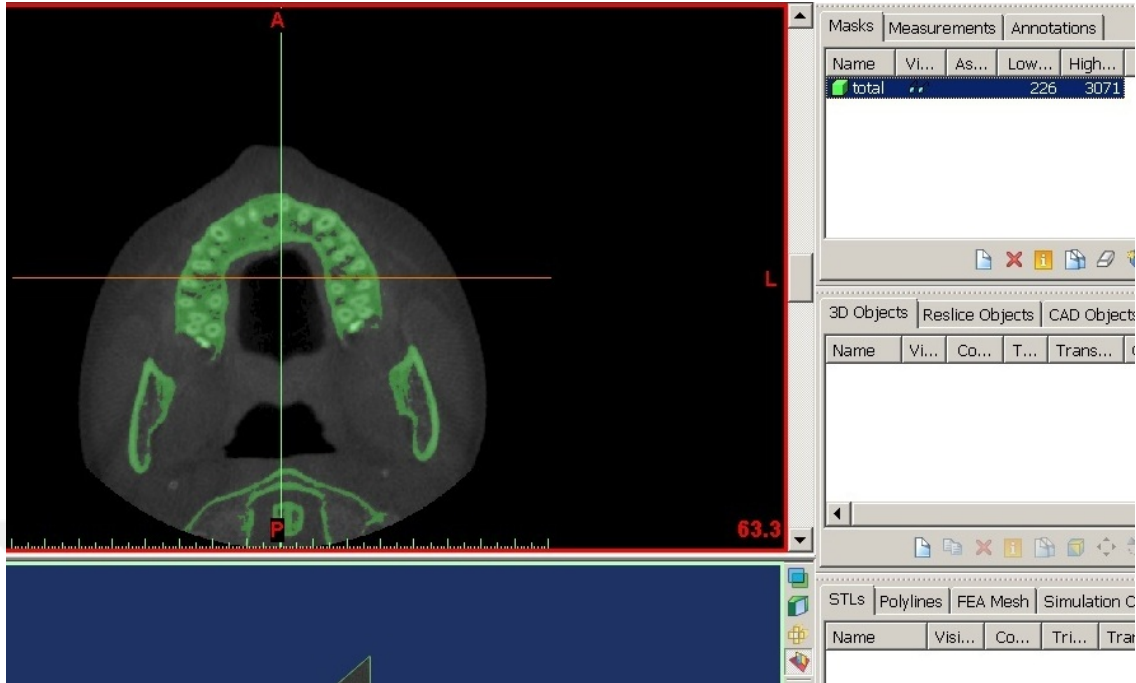


Şekil 3.12. Kemik (bone) dokununu ‘Thresholding’ değerlerinin ayarlanması

Oluşan bu mask’ların isimleri programda sağ üst köşede görülmektedir. Mask’lar aksiyal, sagittal ve koronal kesitlerde görülen iki boyutlu görüntüleri temsil etmektedir. Sağ üst köşede yer alan mask’ın üzerindeki yazıya mouse’ın sol tuşu ile çift tıkladığında açılan kutucukta mask’ın adını değiştirebiliriz (Şekil 3.13). Biz ilk mask’ın adını ‘total’ olarak yazdık (Şekil 3.14).

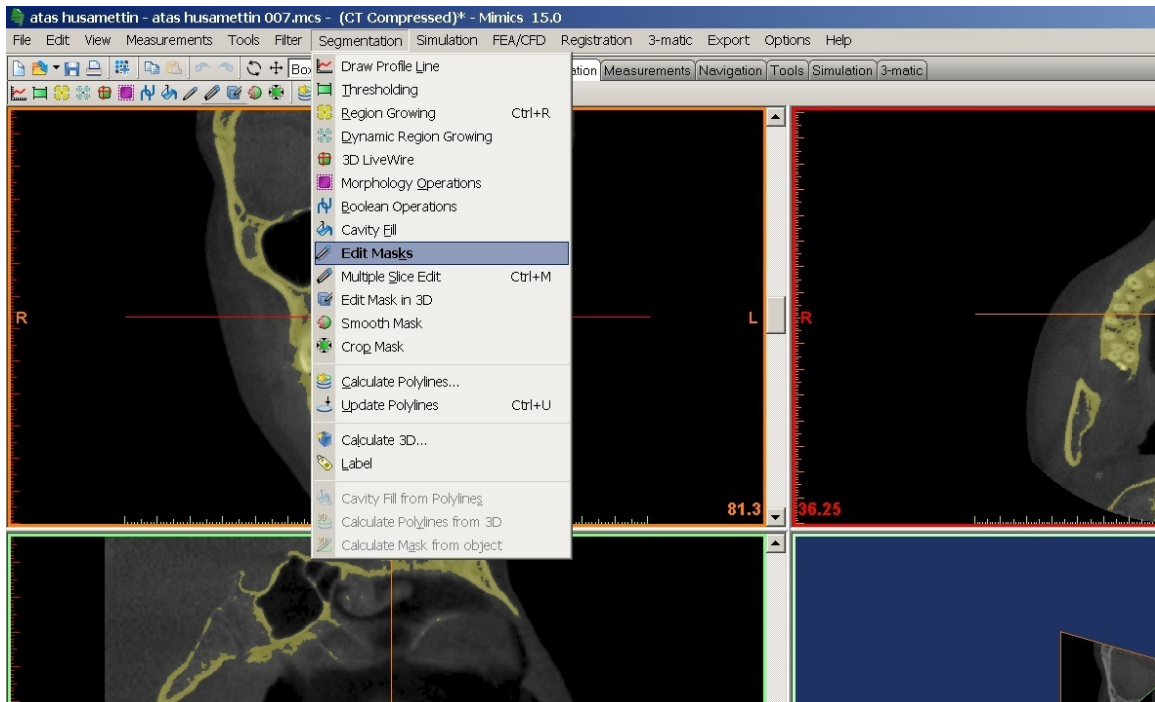


Şekil 3.13. Oluşturulan ‘mask’lar programda sağ üst köşede gösterilmektedir.



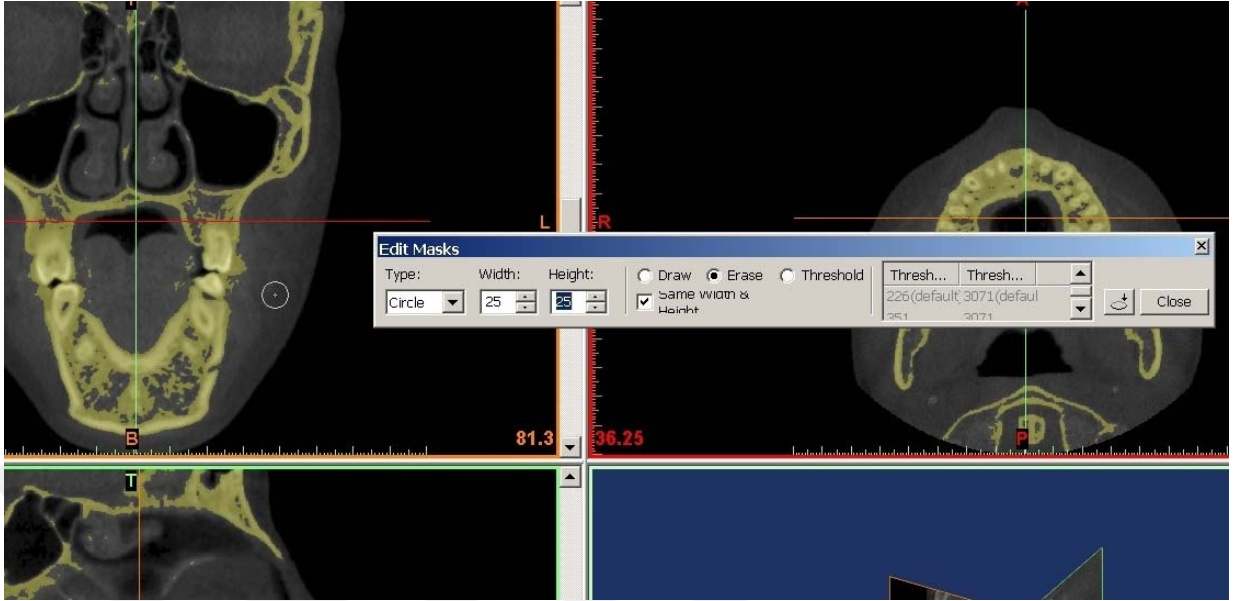
Şekil 3.14. Mask'ın adının değiştirilmesi

Bireylerin tomografi görüntüleri üzerinde amalgam dolgu, braketler gibi metal yapılardan dolayı artefaktlar oluşmaktadır. Öncelikle bu artefaktların temizlenmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle sağ üstte yer alan 'Segmentation' başlığı altında 'Edit Mask' sekmesine tıklanır (Şekil 3.15).



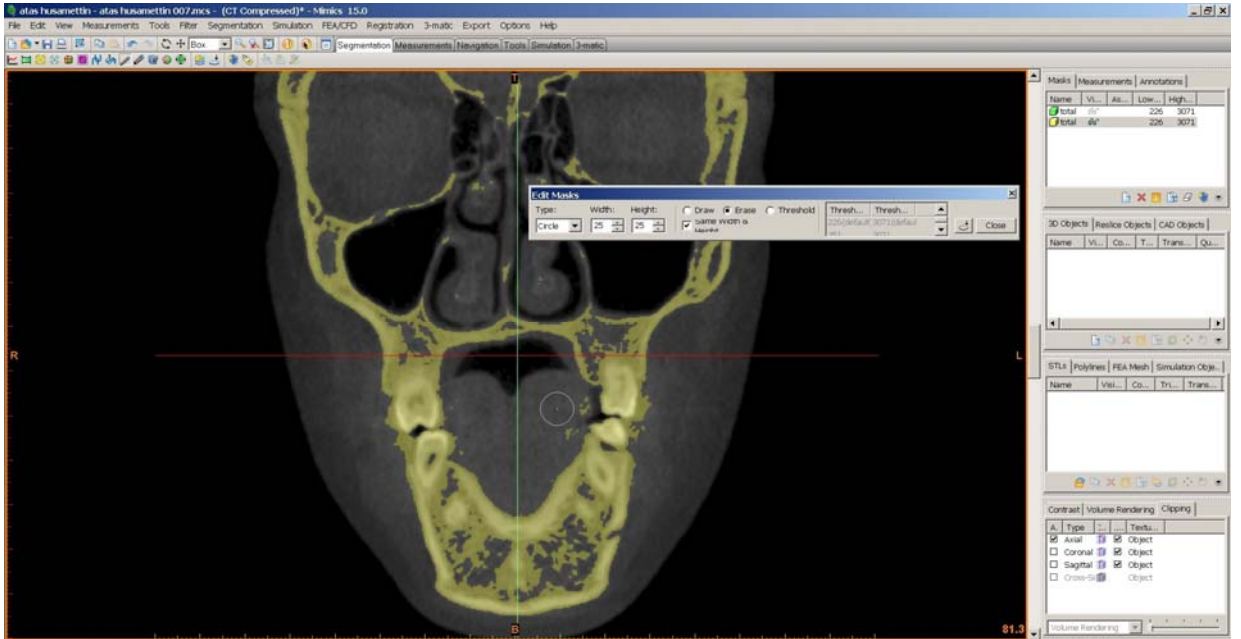
Şekil 3.15. 'Edit Mask' sekmesinin seçilmesi

Daha sonra ekranda 'Edit Mask' başlığında bir kutucuk çıkar. Eğer kesitler üzerinde silme işlemi yapmak istiyorsak 'Erase' işlemi seçilmelidir (Şekil 3.16).



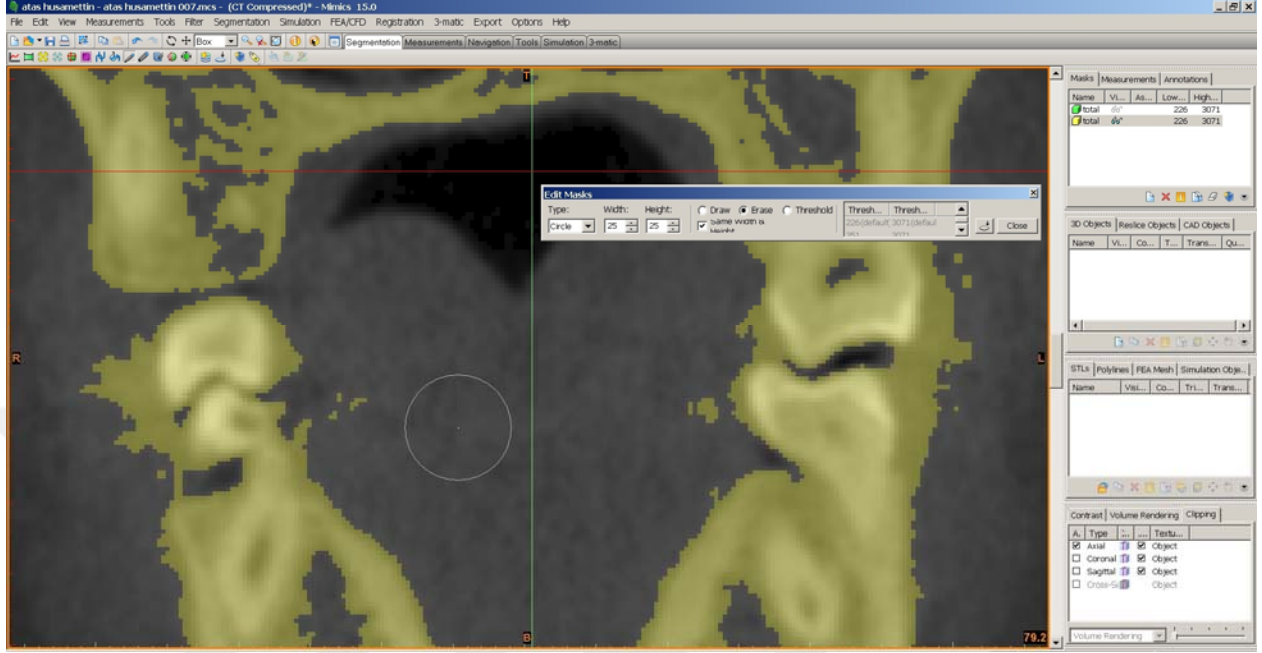
Şekil 3.16. 'Erase' sekmesinin seçilmesi

Silme işlemi yapmadan önce silme işlemi hangi kesit üzerinde yapmak istersek mouse'ın ekrandaki görüntüsünü o kesitin üzerine getirip, klavyedeki 'tab' tuşuna basarız ve böylece o kesit ekranda daha büyük görülür (Şekil 3.17). Yani dört kesitin görüldüğü ekran yerine tek kesitin olduğu pencere ana ekrana yansır. Tekrar 'tab' tuşuna basarsak eski ekrana geri dönebiliriz.



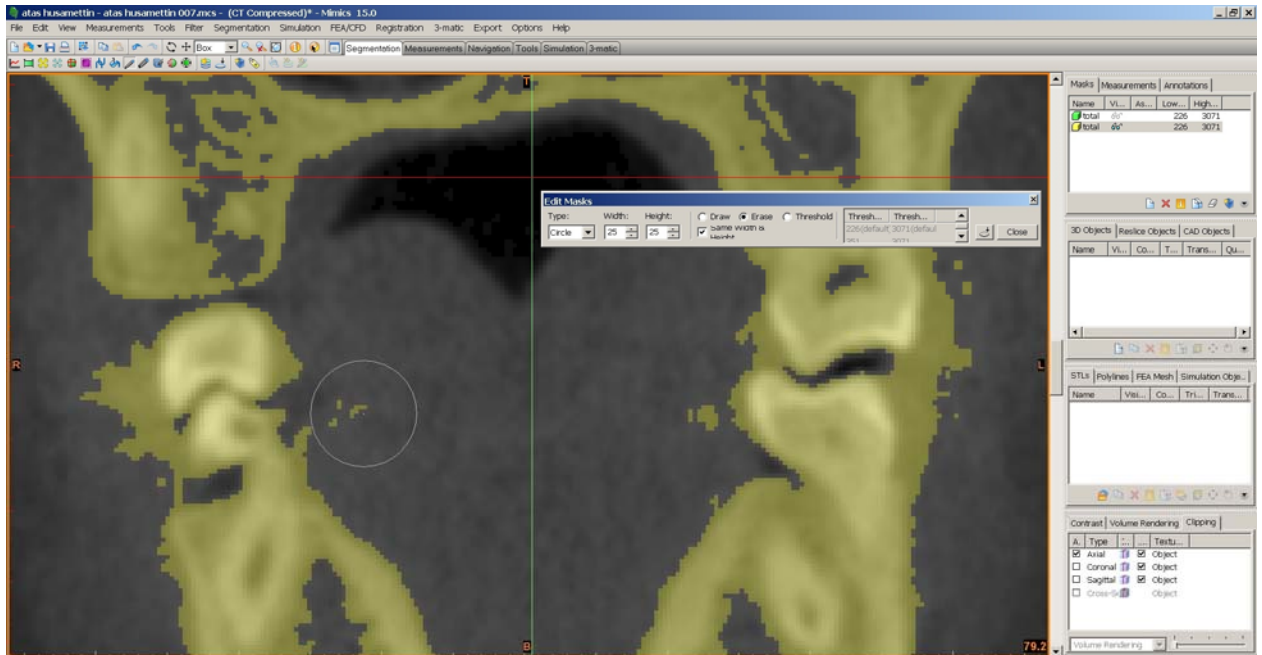
Şekil 3.17. Koronal kesitin ana ekrana yansıtılması

Eğer görüntüyü daha da büyötmek istersek, sol elimizle klavyedeki ‘ctrl’ ile ‘alt’ tuşlarına basılı tutarken, diğere elimizle mouse’ın sağ tuşuna basılı tutarak mouse’ı öne doğru kaydırduğımızda görüntü daha da büyömektedir (Şekil 3.18).

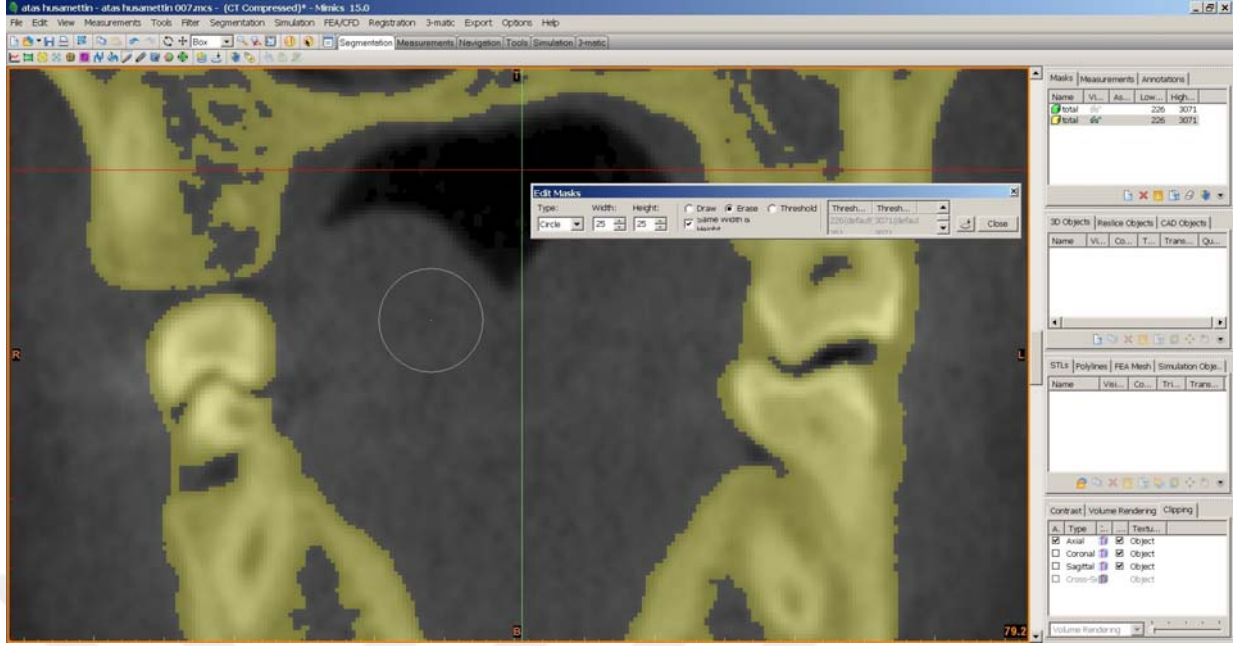


Şekil 3.18. Görüntünün daha da büyütülmesi

Görüntü yeterince büyük hale geldiğinde artefaktların üzerine mouse’ın ucunu getirip artefaktın tam üzerinde iken mouse’ın sol tuşuna basıp tek tek silebiliriz (Şekil 3.19, Şekil 3.20).



Şekil 3.19. Mouse’ın ucunun artefaktın üzerine getirilmesi

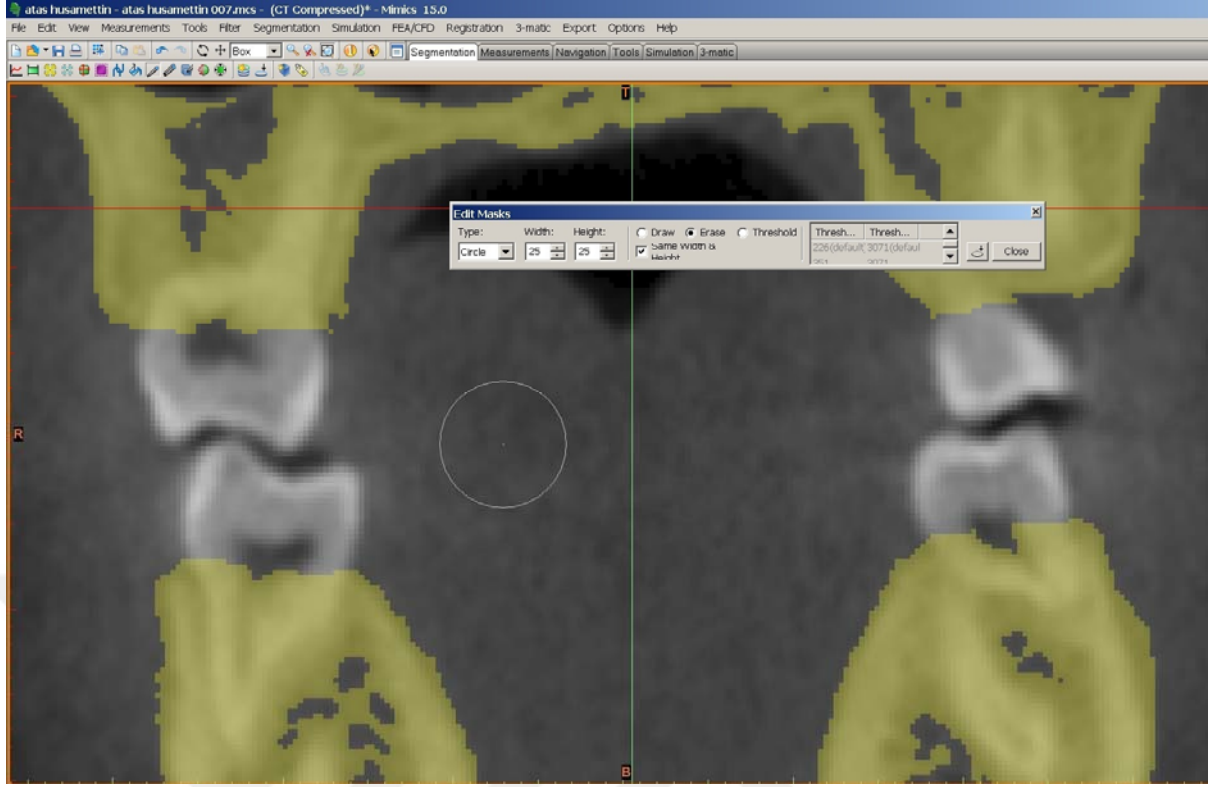


Şekil 3.20. Artefaktların silinmesi

Tek bir kesitteki artefaktlar temizlendikten sonra diğer kesitlerdeki artefaktları da silmemiz gerekmektedir. Bunun için hangi kesitte isek, örneğin koronal kesit, o kesit üzerinde mouse'ın ortasındaki scroll tuşunu çevirdiğimizde sıra ile koronal kesit bölmesi üzerinde yer alan diğer kesitler açılmaktadır. Böylece kesitleri tek tek kontrol etmiş oluruz.

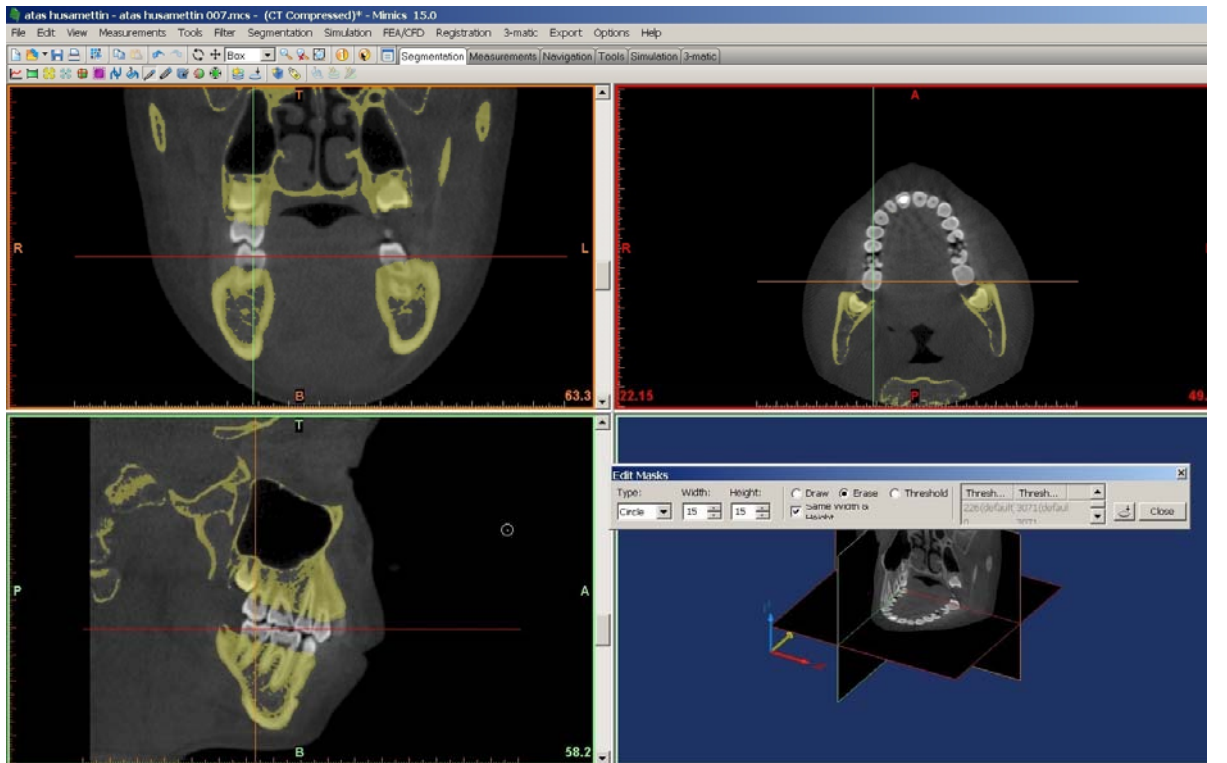
3.2.5.2. Mandibula Segmentasyonu ve Rekonstrüksiyonu

Bireylerin ilk tomografi görüntüleri üzerinde braket ve bantlar yoktur. Ancak altı ay sonra alınan tomografi görüntüleri üzerinde braket ve RME aygıtından sonra pekiştirme amacıyla takılan TPA aygıtının görüntüsü vardır. İlk filmler ile ikinci filmler arasında hacimsel olarak karşılaştırma yapmadan önce, tomografi verileri üzerindeki diş kronları, braket ve TPA gibi yapılar silinmelidir. Artefaktları 'Edit Mask' sekmesindeki 'Erase' kutucuğunu seçerek silmiştik. Diş kronlarını silmek için de aynı yöntemi kullanırız. Burada dikkat etmemiz gereken husus şudur; kesitler üzerinde görülen diş minesinin parlaklığının bittiği sınıra kadar diş kronlarını sileriz (şekil 3.21).



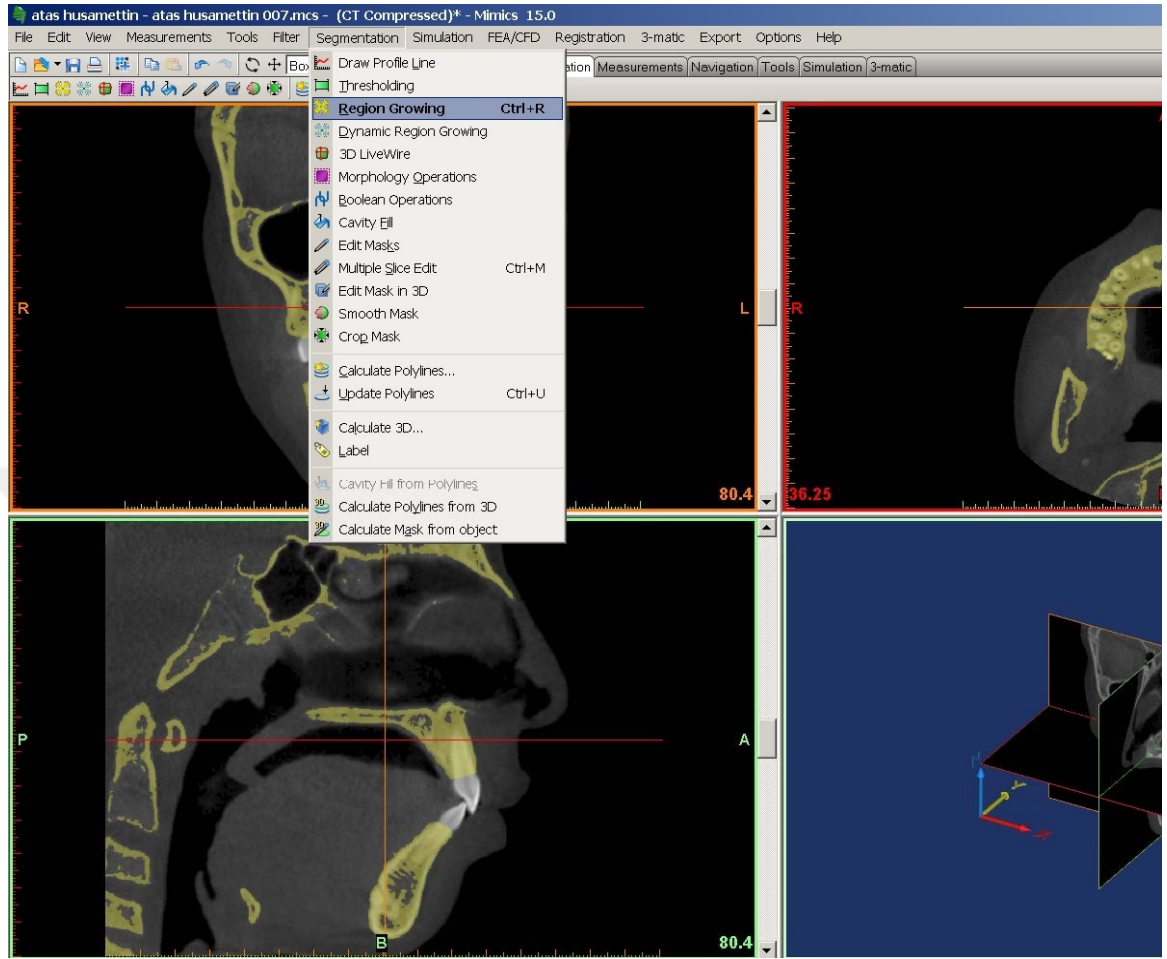
Şekil 3.21. Diş kronlarının silinmesi

Ayrıca aksiyal, sagittal, koronal kesitler üzerinde silme işlemlerini kontrol etmemiz gerekmektedir (şekil 3.22).



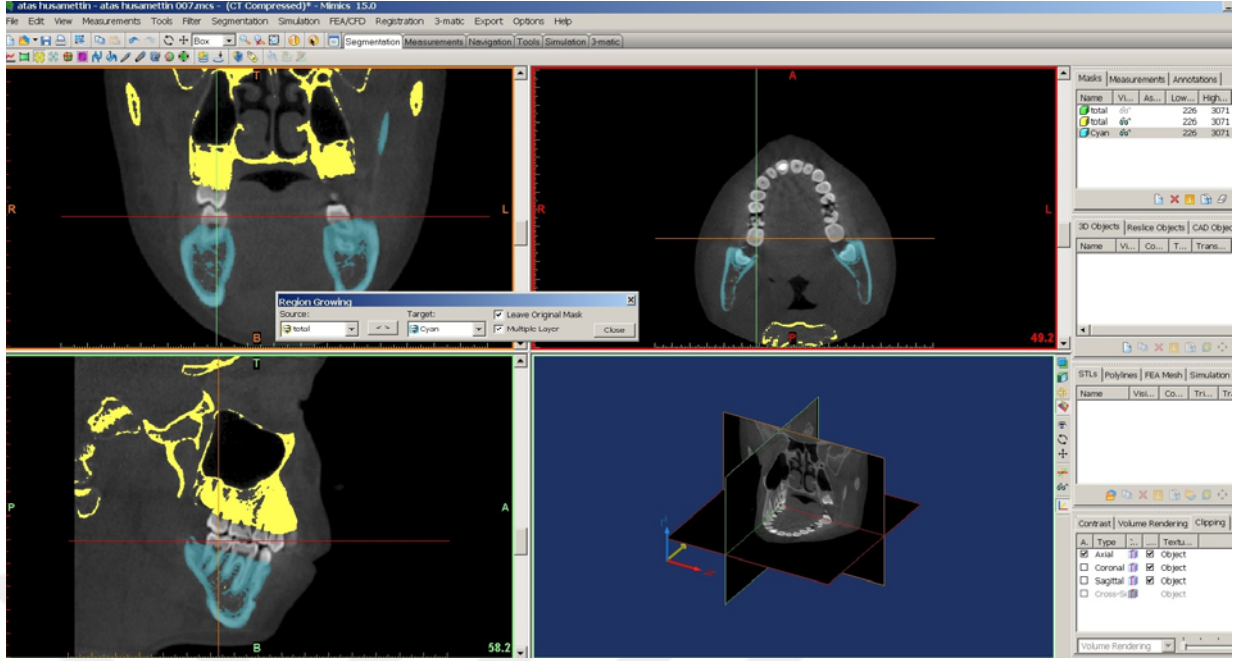
Şekil 3.22. Silinmiş diş kronlarının her kesitte kontrol edilmesi

Maksilla ve mandibuladaki dişler silindikten sonra üst sol köşede 'Segmentation' sekmesinde 'Region Growing' seçilir (şekil 3.23).



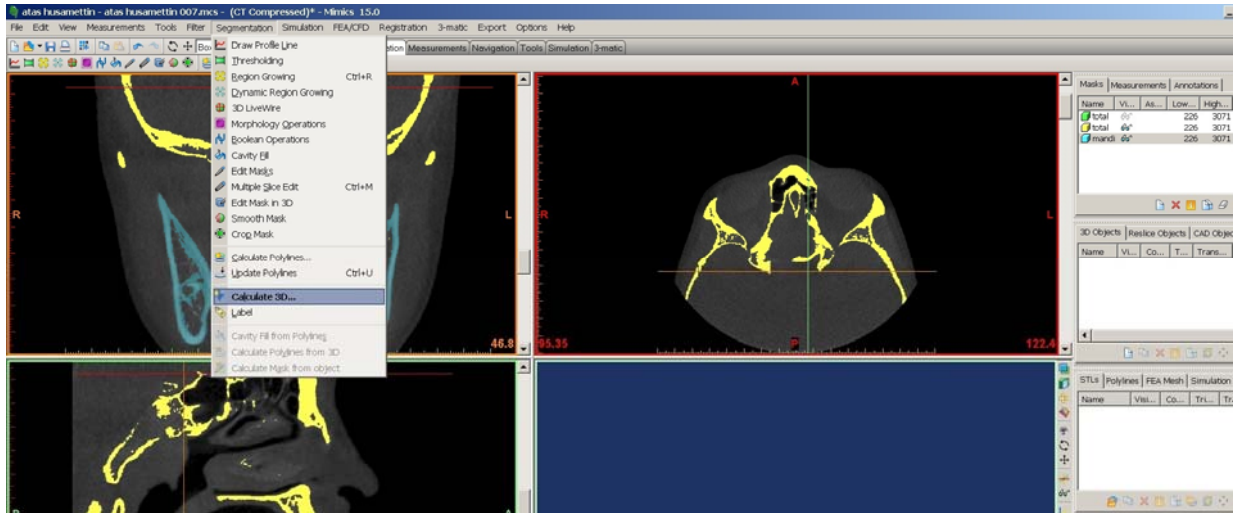
Şekil 3.23. 'Region Growing' sekmesinin seçilmesi

Daha sonra mouse'ın ucunu mandibula bölgesine getirip sol tuşa bir kere tıkladığımızda mandibula maksillofasiyal kompleksden ayrılır ve sol üst köşede yeni bir mask oluşur (şekil 3.24).



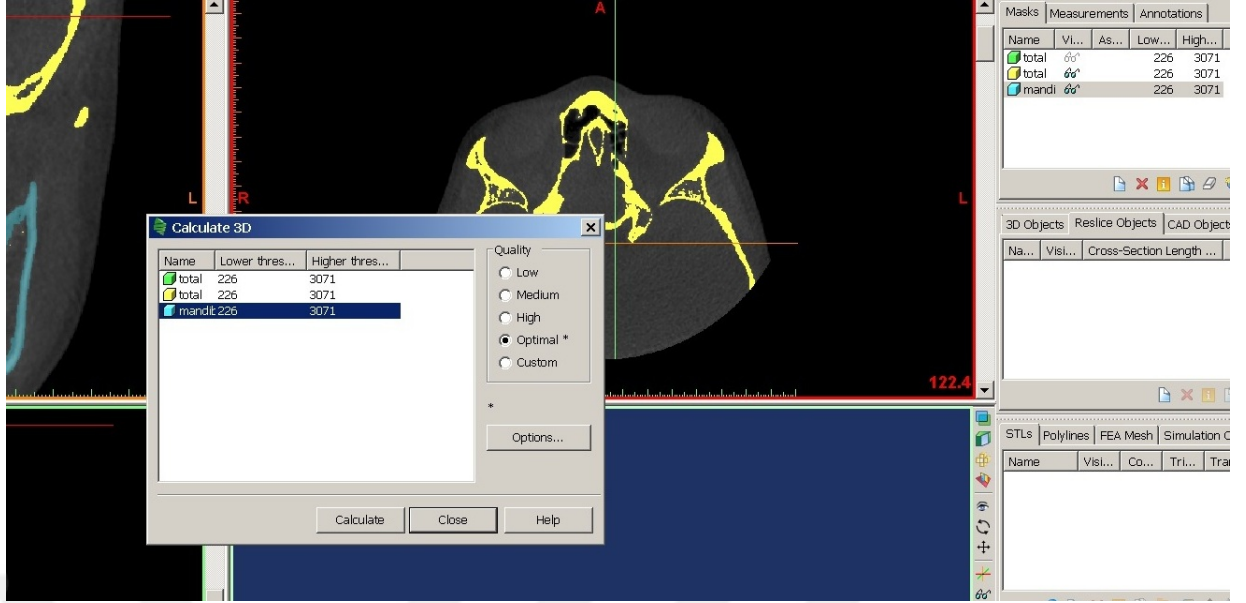
Şekil 3.24. Mandibula'nın 'region growing' işlemi ile maksillofasiyal kompleksten ayrılması

Bu mask'ın adını mandibula olarak kaydediyoruz. Oluşturulan bu mandibula isimli mask'ın üç boyutlu görüntüsünün oluşturulması gerekir. Bunun için ana sayfasının sol üst köşesinde yer alan 'Segmentation' sekmesi içinde 'Calculate 3D' seçeneği seçilir (şekil 3.25). Bu sekme seçildiğinde ana ekranın ortasında 'Calculate 3D' kutucuğu açılır.



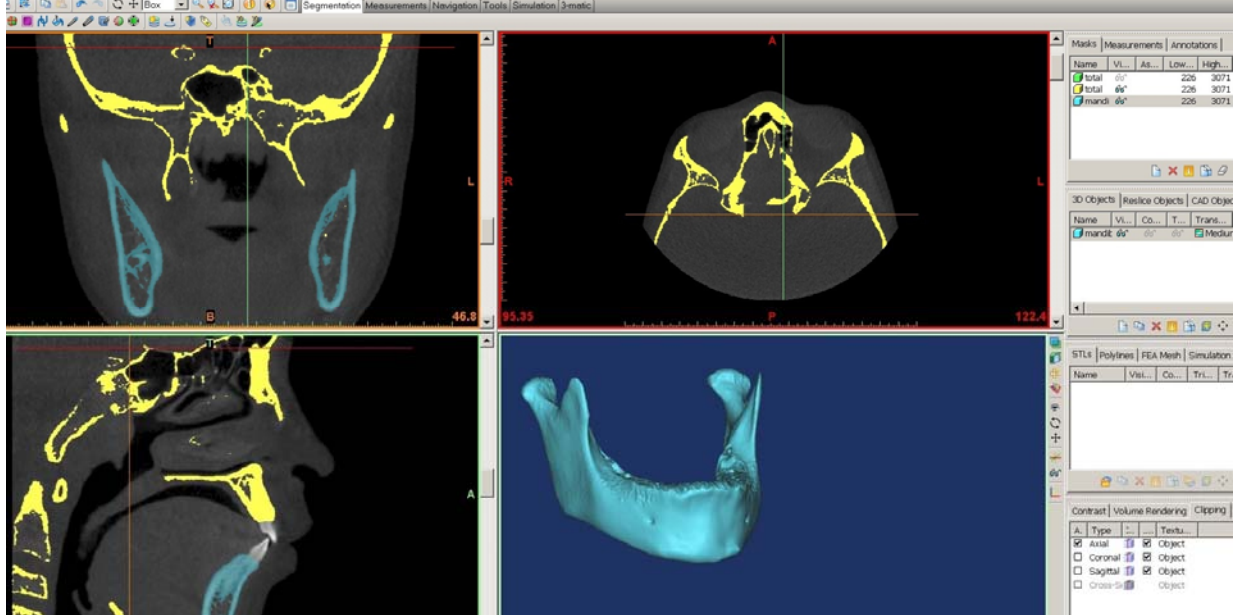
Şekil 3.25. 'Calculate 3D' sekmesinin seçilmesi

Açılan ekranda sol pencerede 'mandibula' seçeneği, sol tarafta 'Quality' başlığı altında ise 'optimal' kutucuğu seçildikten sonra ekranın altında yer alan 'calculate' sekmesine tıklanır (şekil 3.26).

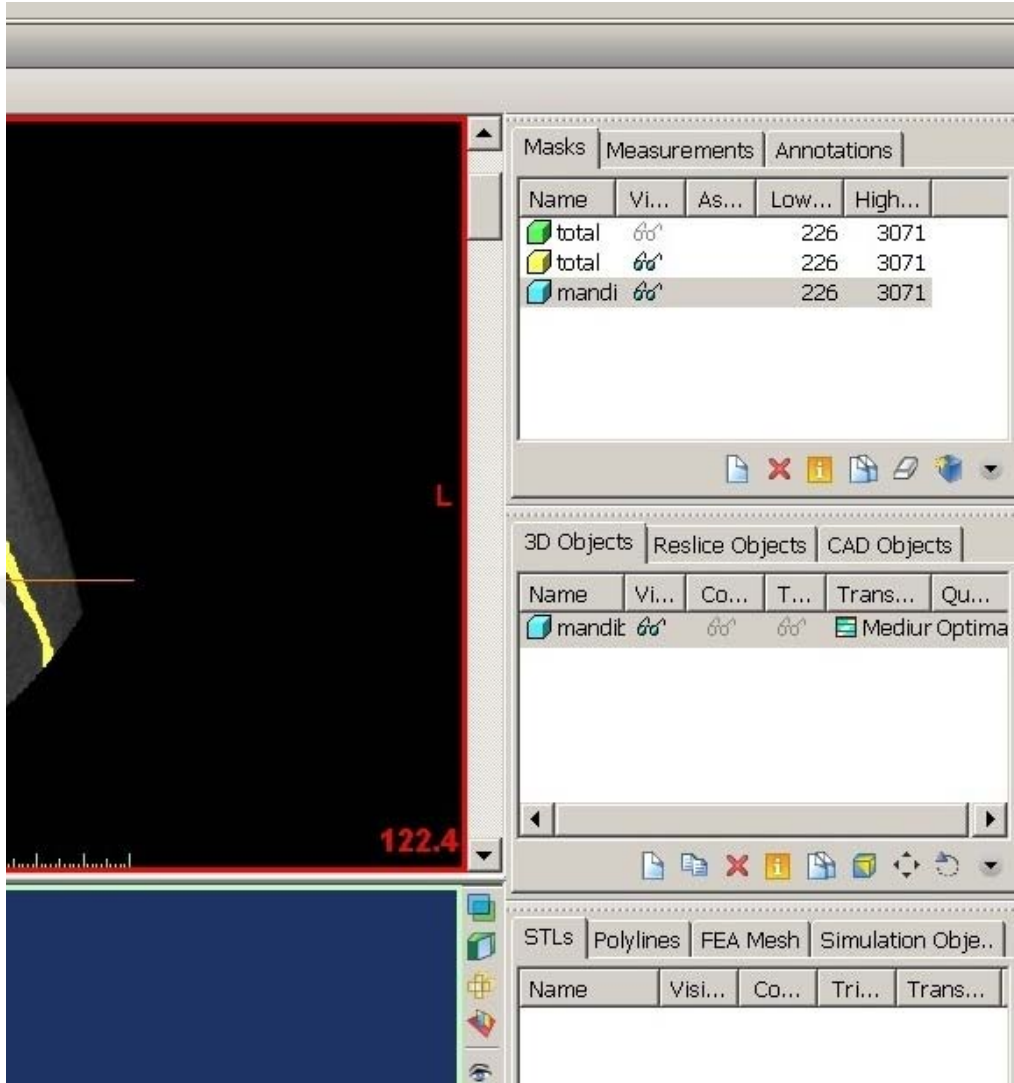


Şekil 3.26. Mandibula isimli mask'ın 'Calculate' işlemi ile üç boyutlu görüntüsünün eldesi

Böylece mandibula kemiğinin üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsünü elde ederiz ve sağ tarafta yer alan '3D Objects' başlığı altında mandibula ismi ile kaydedilir (Şekil 3.27).

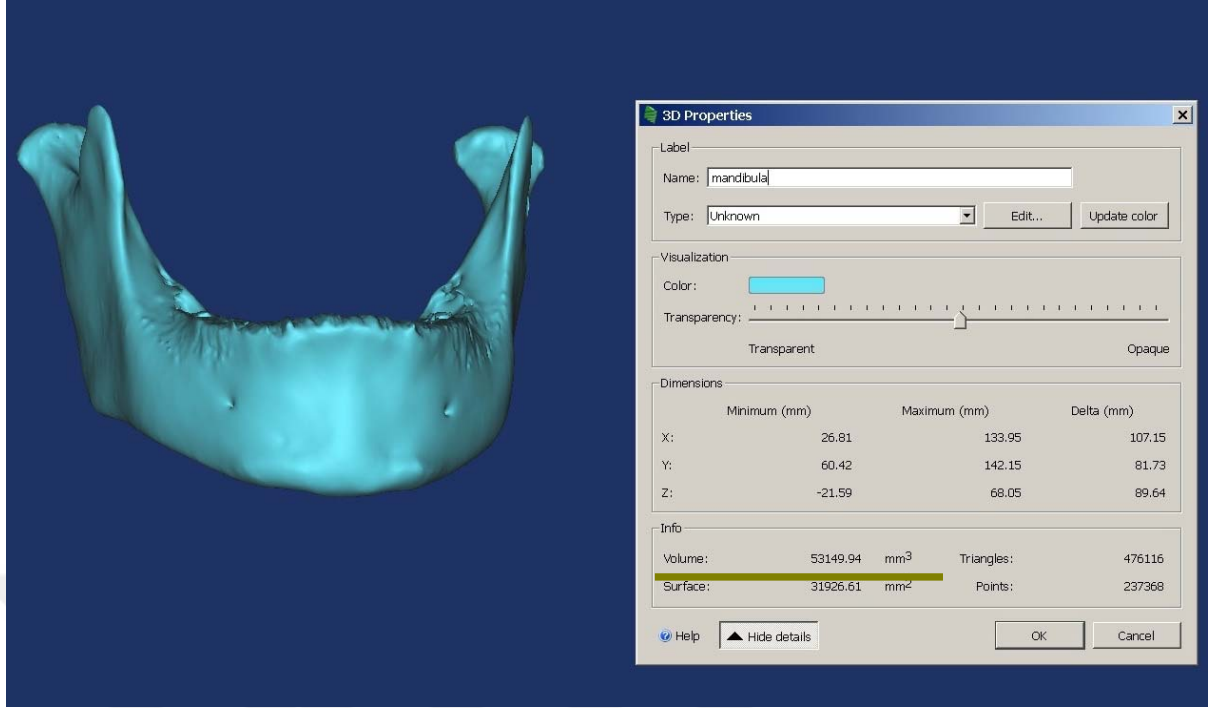


Şekil 3.27. Mandibula kemiğinin üç boyutlu görüntüsü



Şekil 3.28. 3D Objects başlığı altında yer alan ‘İ’ simgesi

Sağ tarafta yer alan ‘3D Objects’ bölümünün altında ‘İ’ simgesi (Şekil 3.28) ile gösterilen ‘properties’ kutucuğa tıklandığında ‘3D Properties’ adında bir kutucuk ekrana gelir. Bu kutucuğun sol alt tarafında ‘volume’ başlığı altında mandibula hacminin mm^3 cinsinden değeri yazmaktadır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Mandibula kemiğinin üç boyutlu görüntüsünün hacmi

Programda ana ekranda üç boyutlu mandibula görüntüsü yer alırken mouse'ın sağ tuşuna basılı tutup, mouse'ı hareket ettirir isek üç boyutlu görüntüyü her yöne doğru çevirip inceleme imkanı bulabiliriz. Eğer mouse'ın ortasındaki scroll tuşunu çevirmeden üzerine basılı tutup mouse'ı hareket ettirirsek ekrandaki görüntü sadece sağa-sola ya da aşağı-yukarı hareket eder.

Mandibula kemiğinin bu şekilde üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsü ve hacmini elde etmiş oluruz. Ayrıca bu görüntü üzerinde mandibula kemiğini her yönden inceleme imkanı da bulabiliriz.

3.2.5.3. Maksilla Segmentasyonu ve Rekonstrüksiyonu

Maksiller hacmin hesaplanması için maksilla kemiğinin tomografi görüntüleri üzerinde maksillofasiyal kompleksten segmente edilmesi gerekmektedir. Maksilla kemiğinin birçok kemikle suturlar vasıtası ile komşuluğu vardır. Bu amaçla maksillanın üst ve arka sınırını düzlemlerle belirleyip maksillofasiyal kompleksden ayırmamız gerekmektedir. Segmentasyon yapılırken düzlemler oluşturmak standardizasyon sağlamaktadır.

Öncelikle maksillanın üst düzlemini oluşturmamız gerekmektedir. Bir düzlem oluşturabilmek için en az üç nokta belirlemeliyiz. Bunun için x-y düzlemi üzerinde ELSA noktası (foramen spinosumların orta noktası) (Şekil 3.30) ve sağ-sol Meatus

Acusticus Externus (Şekil 3.31) noktaları seçilerek aksiyal kesit üzerinde bir düzlem oluşturulmuştur.

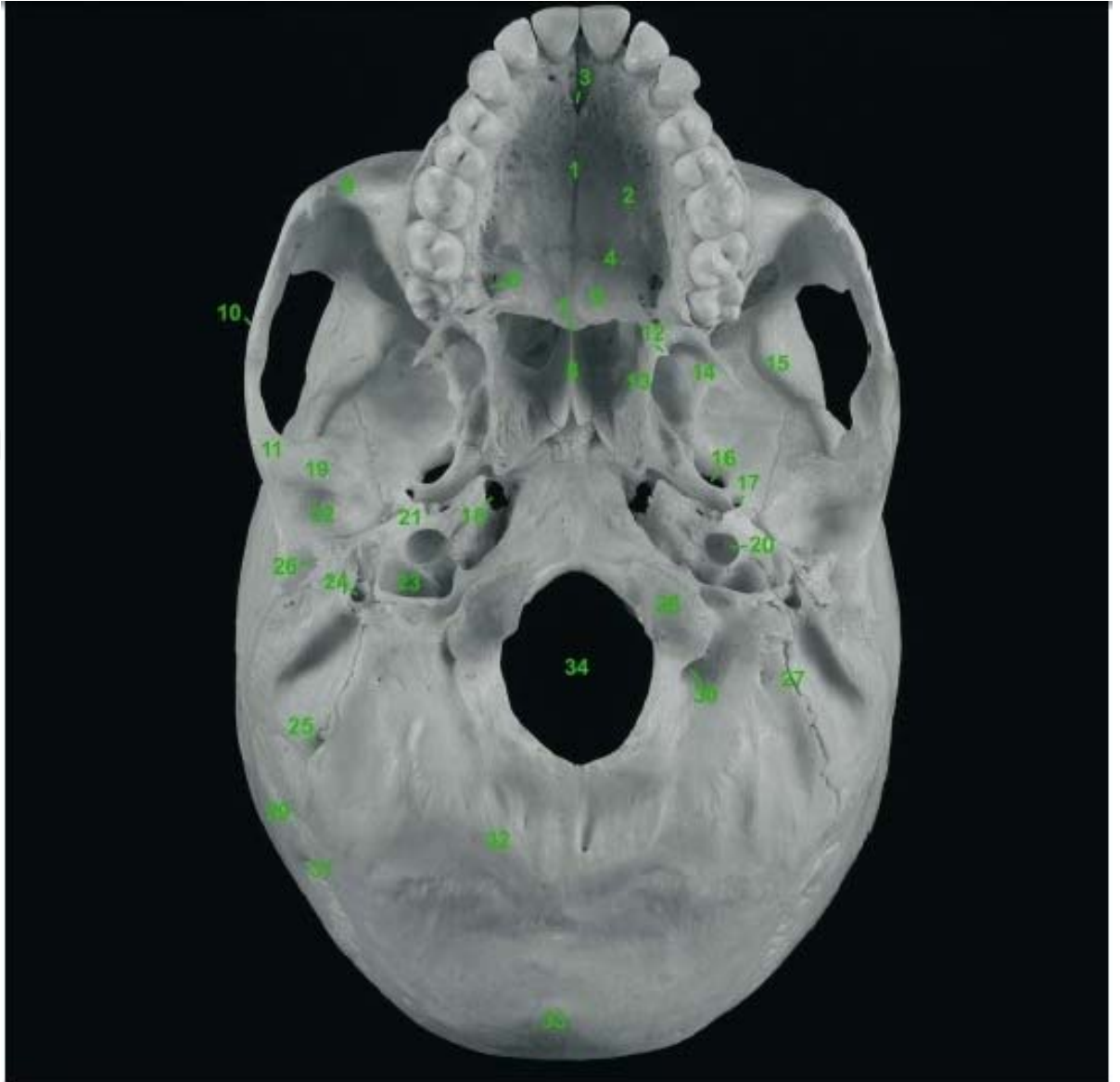


Fig. 2.4. a The skull base with the mandible removed: exocranial view (adult cadaver skull). 1 Median palatine suture; 2 Palatine process of maxilla; 3 Incisive foramen (foramen incisivum); 4 Transverse palatine suture; 5 Palatine bone; 6 Greater palatine foramen; 7 Posterior nasal spine; 8 Vomer; 9 Zygomatic process of maxilla; 10 Zygomatic arch; 11 Zygomatic process of temporal bone; 12 Pterygoid hamulus; 13 Medial lamina of pterygoid process; 14 Lateral lamina of pterygoid process; 15 Infratemporal crest, greater wing of sphenoid bone; 16 Oval foramen of sphenoid bone (foramen ovale); 17 Spinous foramen (foramen spinosum); 18 Foramen lacerum; 19 Articular tubercle; 20 Carotid canal; 21 Incomplete styloid process; 22 Mandibular fossa; 23 Jugular foramen (foramen jugulare); 24 Stylomastoid foramen; 25 Mastoid foramen; 26 External acoustic meatus; 27 Occipitomastoid suture; 28 Occipital condyle; 29 Parietal bone; 30 Condylar canal; 31 Lambdoidal suture; 32 Inferior nuchal line; 33 External occipital protuberance; 34 Great foramen (foramen magnum)

Şekil 3.30. Foramen Spinosum'ların gösterilmesi (17 nolu anatomik yapı)

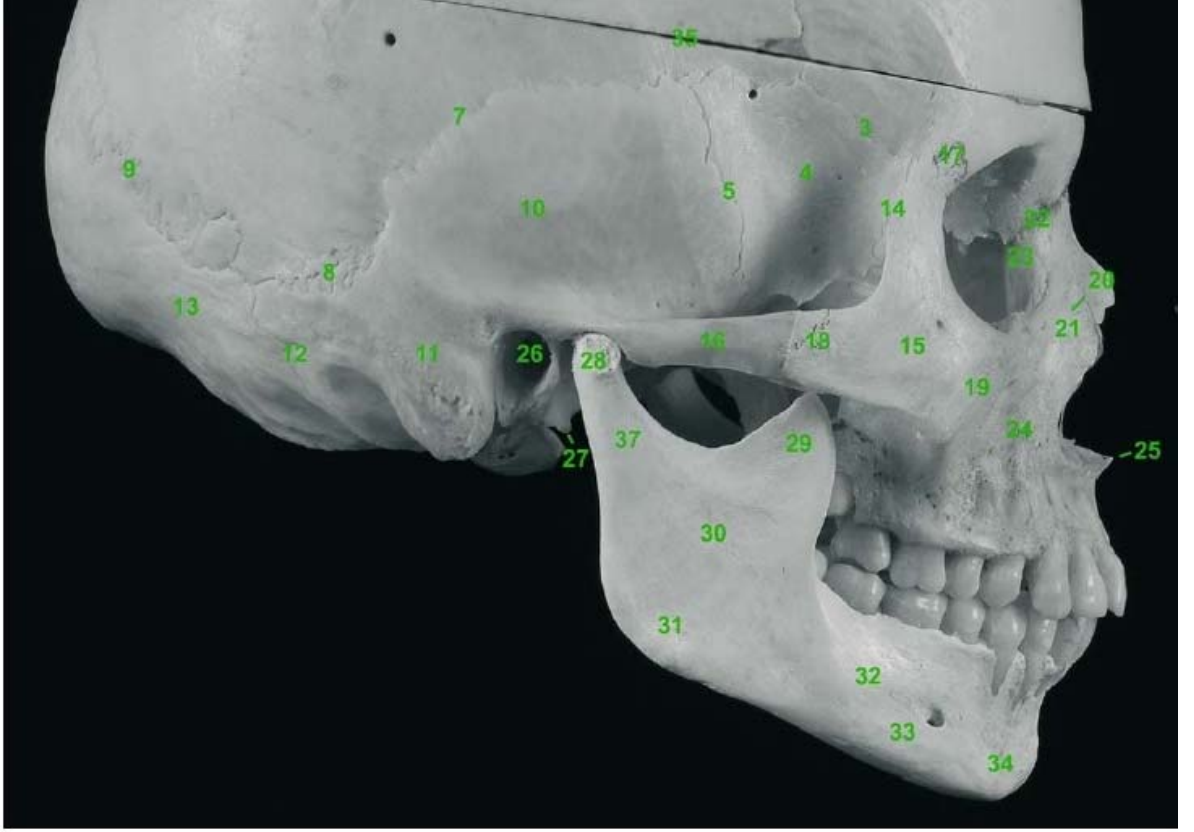
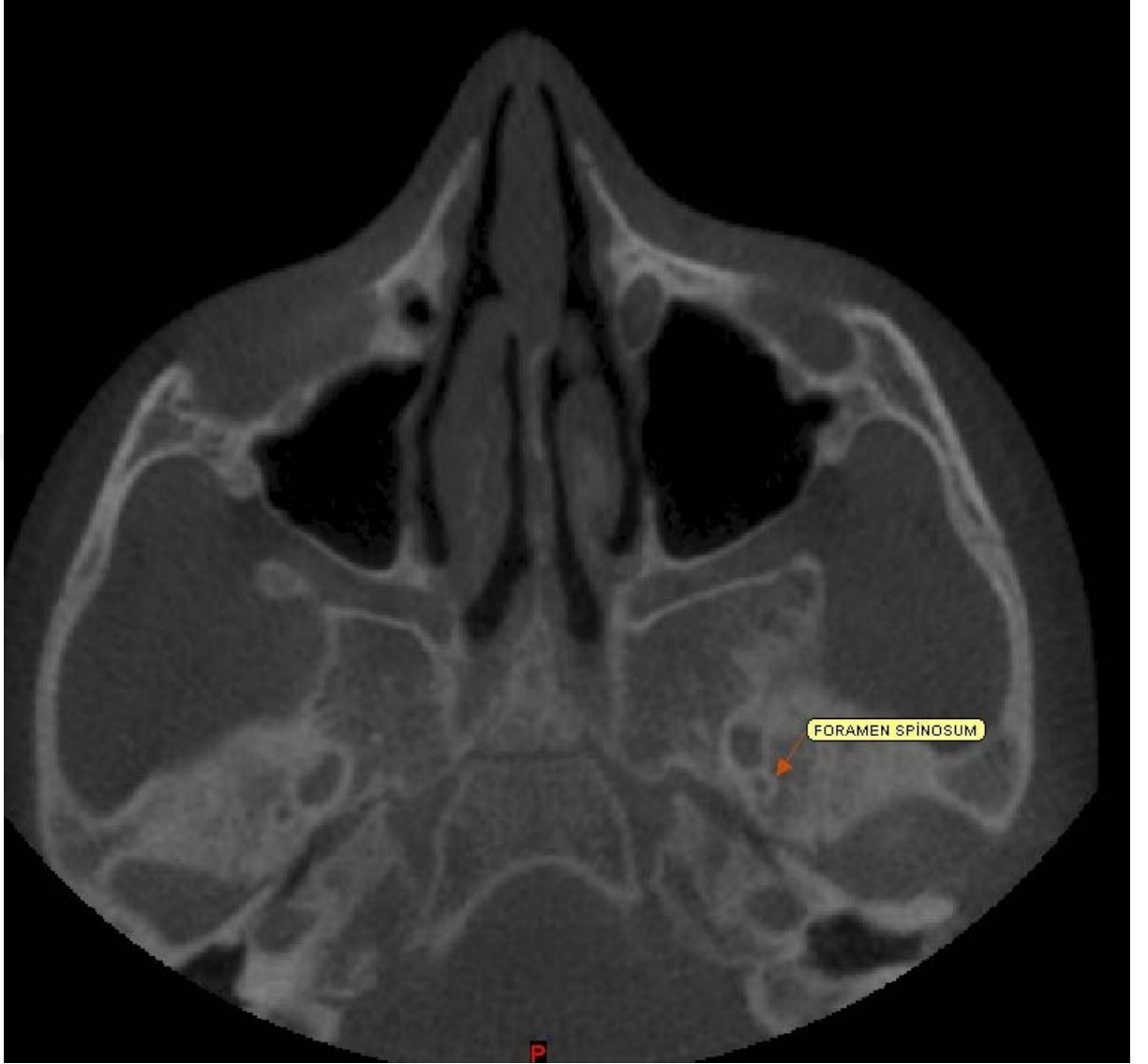


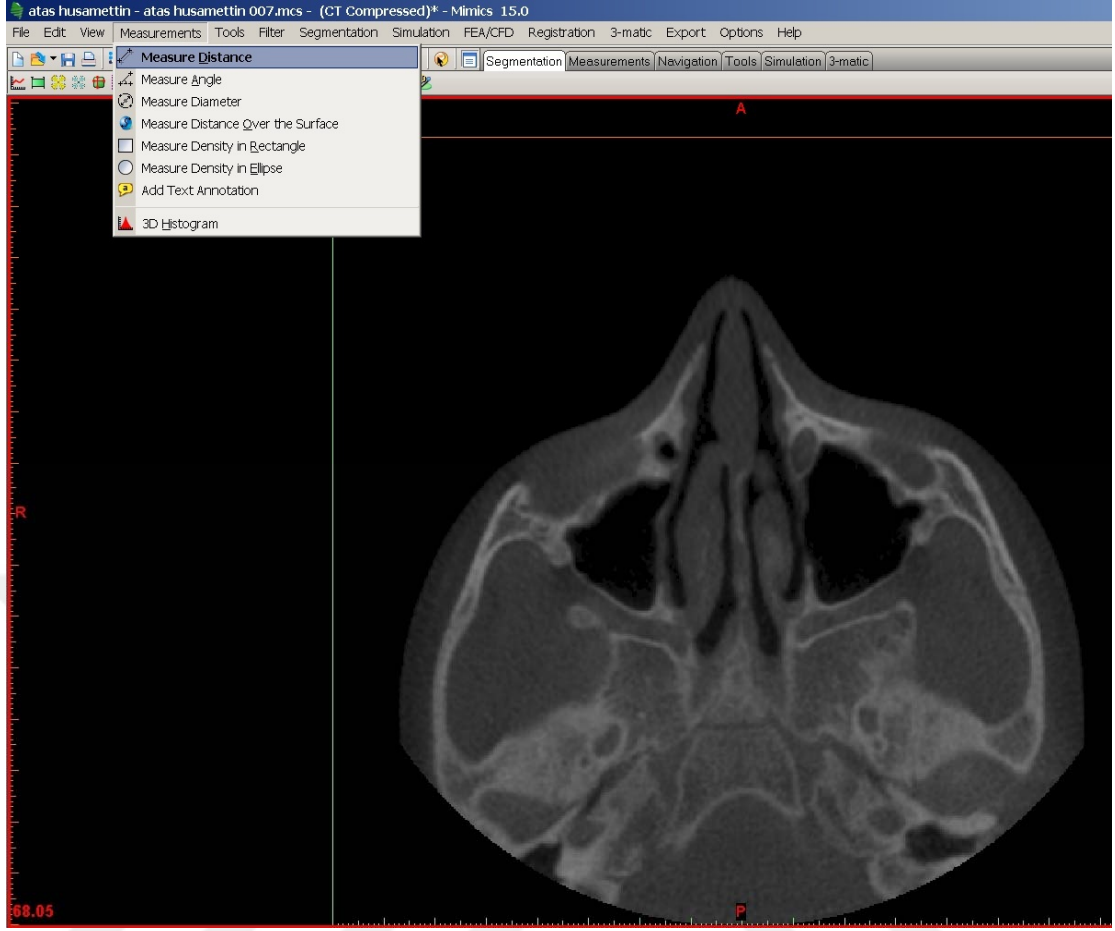
Fig. 2.2. a Right lateral view of the skull in centric occlusion (adult cadaver skull). 1 Frontal bone; 2 Coronal suture; 3 Sphenofrontal suture; 4 Greater wing of sphenoid bone; 5 Sphenosquamosal suture; 6 Parietal bone; 7 Squamosal suture; 8 Parietomastoid suture; 9 Lambdoidal suture; 10 Squamous portion of temporal bone; 11 Processus mastoideus of temporal bone; 12 Occipitomastoid suture; 13 Occipital bone; 14 Sphenozygomatic suture; 15 Zygomatic bone; 16 Zygomatic arch; 17 Zygomaticofrontal suture; 18 Zygomaticotemporal suture; 19 Zygomaticomaxillary suture; 20 Nasal bone; 21 Nasomaxillary suture; 22 Frontomaxillary suture; 23 Lacrimal bone; 24 Maxillary bone; 25 Anterior nasal spine; 26 External acoustic meatus; 27 Styloid process (incomplete); 28 Zygomaticofacial suture; 29 Zygomaticomaxillary suture; 30 Mandible; 31 Mandibular condyle; 32 Mandibular body; 33 Mandibular angle; 34 Mandibular symphysis; 35 Superior orbital rim; 36 Superior orbital foramen; 37 Zygomaticofacial suture.

Şekil 3.31. Meatus Akustikus Eksternus'un gösterilmesi (26 nolu anatomik yapı)

Mimics® programında öncelikle aksiyal kesitler üzerinde foramen spinosumları belirleriz (şekil 3.32).



Şekil 3.32. Foramen Spinosum'un tomografi görüntüsü üzerinde gösterilmesi
ELSA noktasını bulmamız için bu iki noktaların tam orta noktasını belirleriz. Bunun için ana ekranda sol üstte yer alan 'Measurements' sekmesine tıklandığında açılan kutucukta ' Measure Distance' sekmesi seçilir (Şekil 3.33).



Şekil 3.33. ‘Measure Distance’ sekmesinin seçilmesi

Daha sonra sağ ve sol foramen spinosum noktalarına mouse’ın sol tuşu ile birer defa tıklanarak iki nokta arası mesafe hesaplanmış olur (**Şekil 3.34**).



Şekil 3.34. İki foramen spinosum arası mesafenin ölçülmesi

Bu mesafenin orta noktasını da aynı mesafe ölçüm yöntemi ile belirleriz (şekil 3.35).

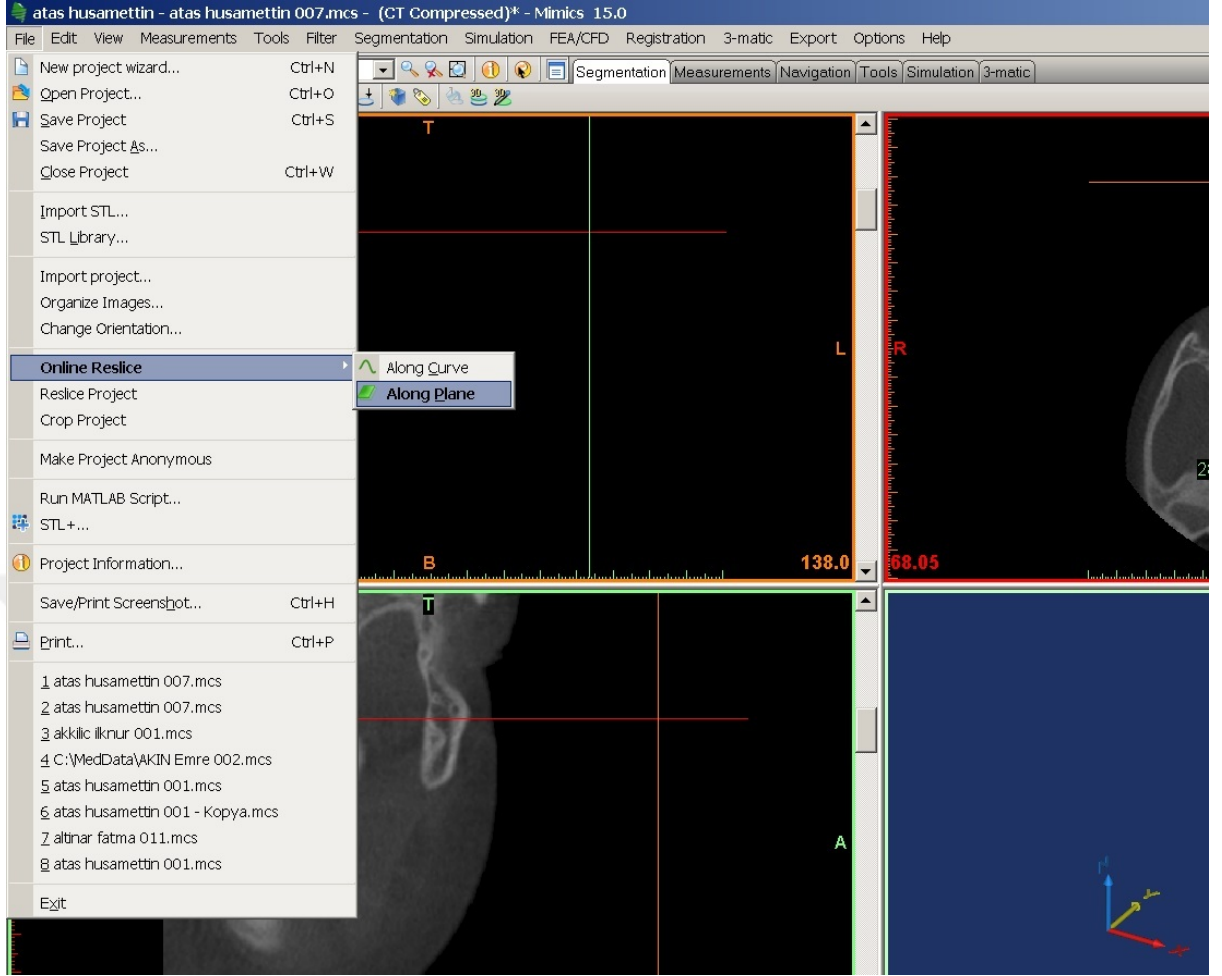


Şekil 3.35. İki foramen spinosum arası mesafenin orta noktasının hesaplanması
Bu nokta bizim ELSA noktamızdır (şekil 3.36).



Şekil 3.36. ELSA noktasının tomografi kesiti üzerinde gösterilmesi

Daha sonra maksillayı segmente ederken kullanacağımız üst düzlemi oluşturmamız gerekmektedir. Bu amaçla sol üst köşede yer alan 'file' sekmesi içerisinde 'Online Reslice' kutucuğuna tıklanır, oradan da 'Along Plane' sekmesi seçilir (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. ‘Along Plane’ sekmesinin seçilmesi

Aksiyal kesit görüntüsü büyütüldükten sonra daha önce belirlediğimiz ELSA noktasına mouse’ın sol tuşu ile bir kere tıklanır ve düzlemin ilk noktası sabitlenmiş olur (Şekil 3.38).



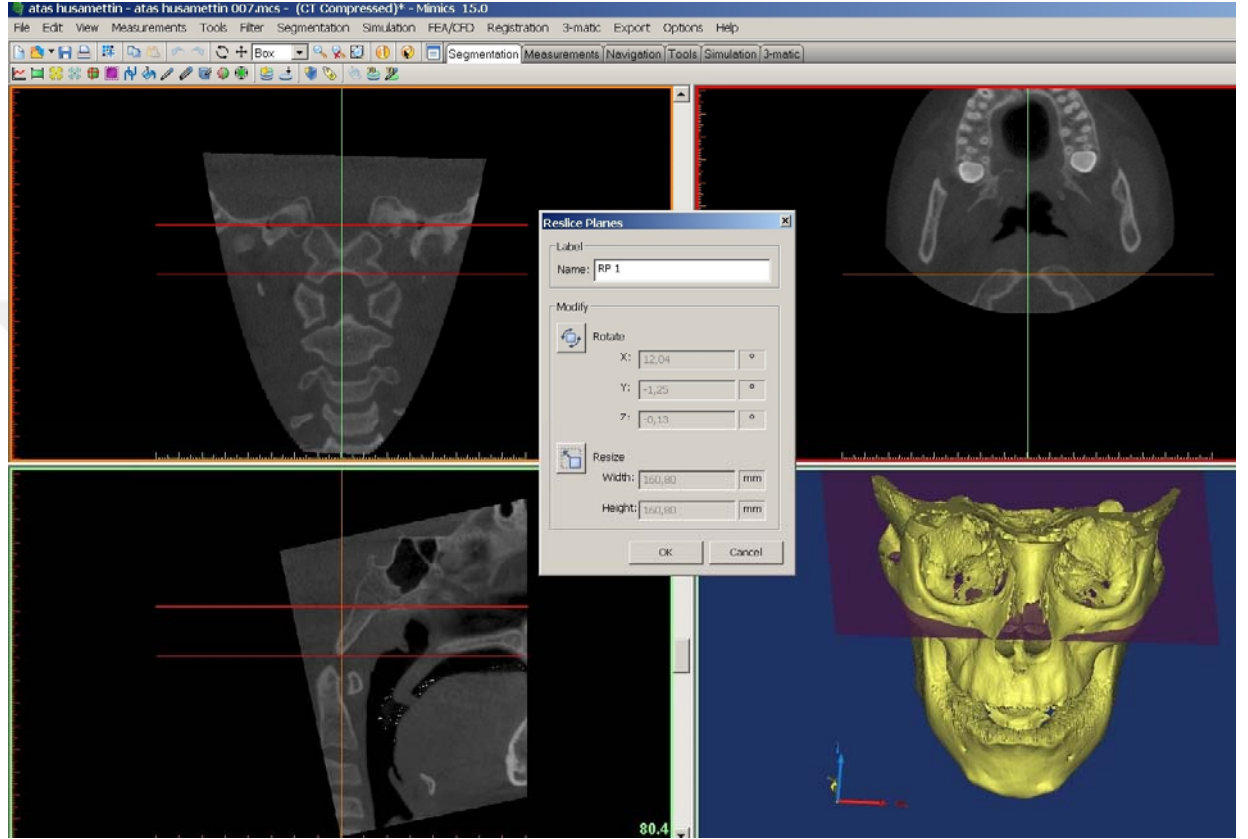
Şekil 3.38. Düzleminizi oluşturacak üç noktadan ilk noktanın ELSA noktasına bırakılması

Daha sonra sırası ile sol Meatus Akustikus Eksternus'a noktayı bırakırız. Sagittal kesit görüntüsünü büyüttükten sonra, mouse'ın scroll tuşu ile kesitler arasında gezinerek sol Meatus Akustikus Eksternus'un en net görülebildiği ve en tepe noktasına mouse'ın sol tuşu ile bir kere basarak işaretlemeyi yaparız (Şekil 3.39).



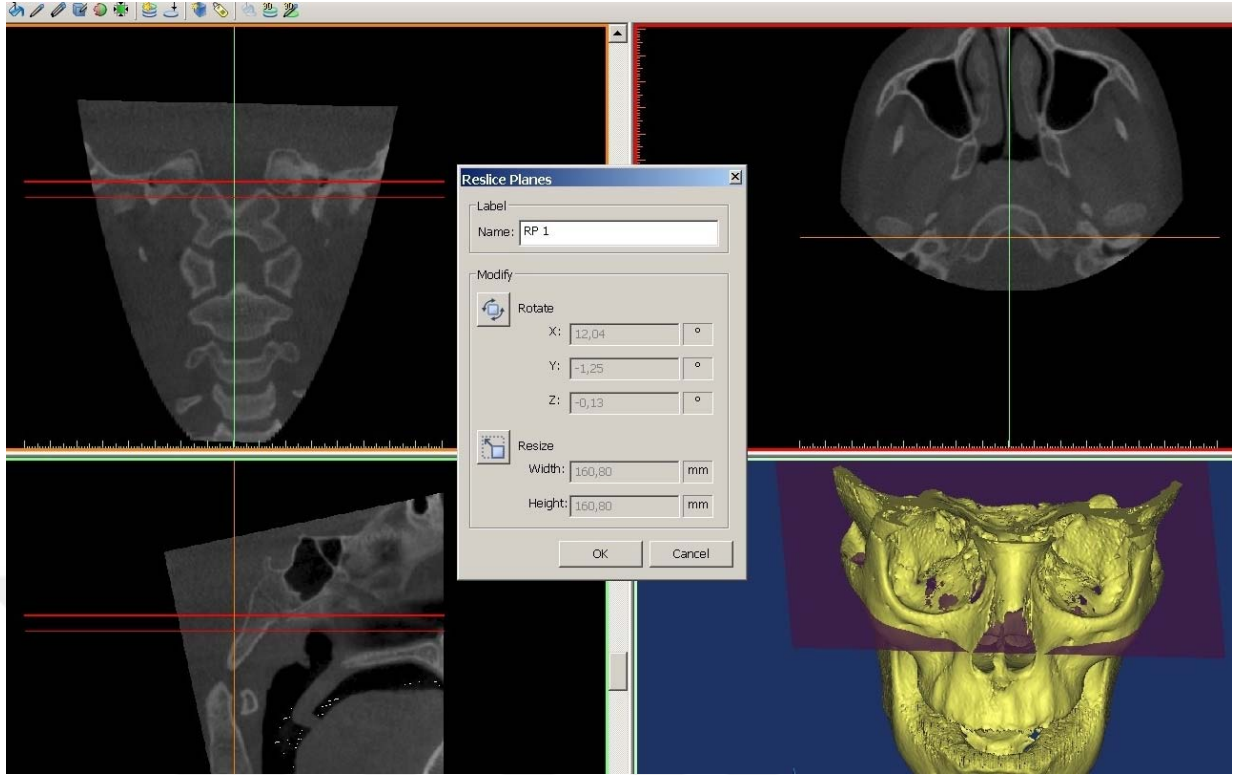
Şekil 3.39. Sol Meatus Akustikus Eksternus'a noktanın bırakılması

Daha sonra sağ Meatus Akustikus Eksternus'u işaretlememiz gerekmektedir. Sagittal kesit ekranında mouse'ın scroll tuşunu çevirerek kesitler arasında gezinip sağ Meatus Akustikus Eksternus'u buluruz. Bu noktaya da işaretlememizi yaptıktan sonra oluşturduğumuz düzlem iki boyutlu kesitler üzerinde kalın kırmızı çizgi ile, üç boyutlu görüntü üzerinde ise koyu renkli bir düzlem ile gösterilmektedir (Şekil 3.40).

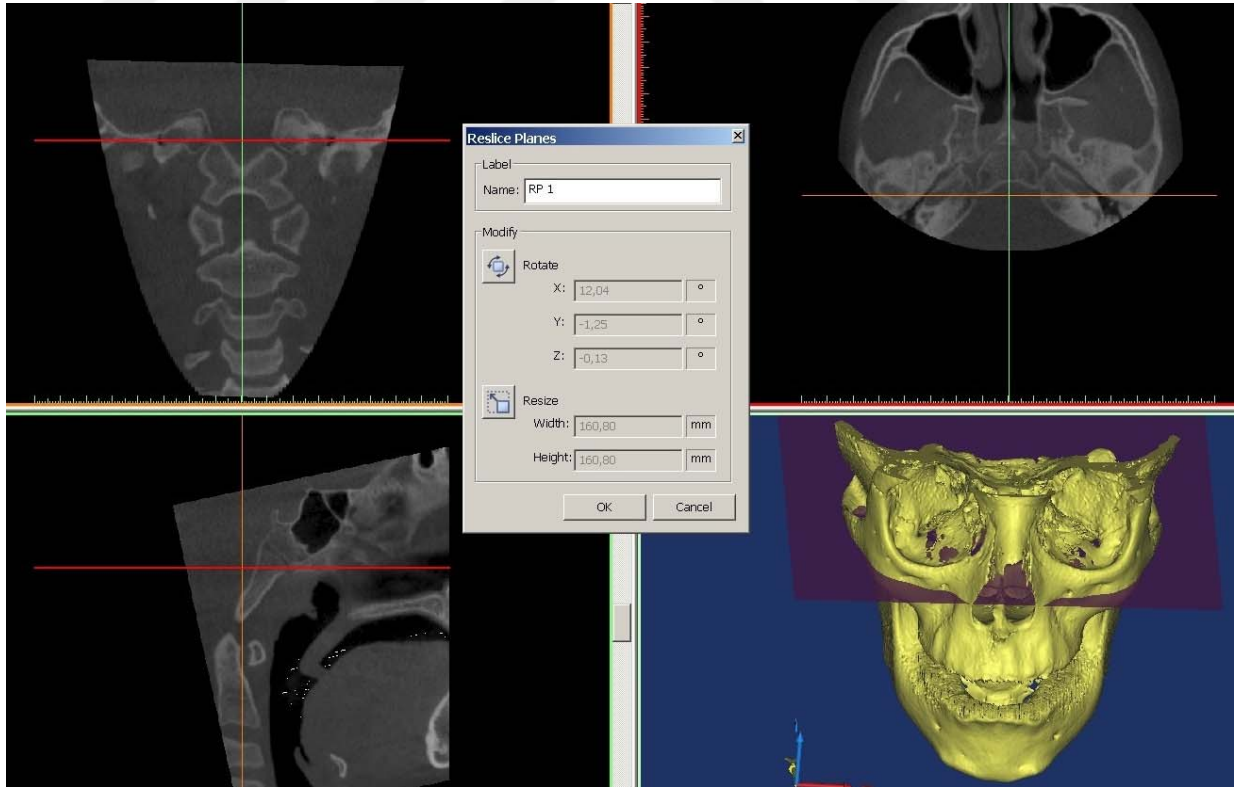


Şekil 3.40. Oluşturduğumuz düzlemin tomografi görüntüsü üzerinde gösterilmesi

Ekranın ortasında 'Reslice Planes' diye bir kutucuk çıkmaktadır. Bu kutucuğun sağ alt köşesinde 'OK' tuşu yer almaktadır. 'OK' tuşuna basmadan önce tomografi görüntüsü üzerinde yer alan horizontal düzlem (ince kırmızı çizgi ile görülen) ile belirlediğimiz düzlem (kalın kırmızı çizgi ile görülen) üst üste getirilmelidir. Bu işlemi aksiyal kesit üzerinde mouse'ın scroll tuşunu dönderip kesitler arasında geçiş yaparak horizontal düzlemi, oluşturduğumuz üst düzlemin üzerine getiririz (Şekil 3.41, Şekil 3.42).

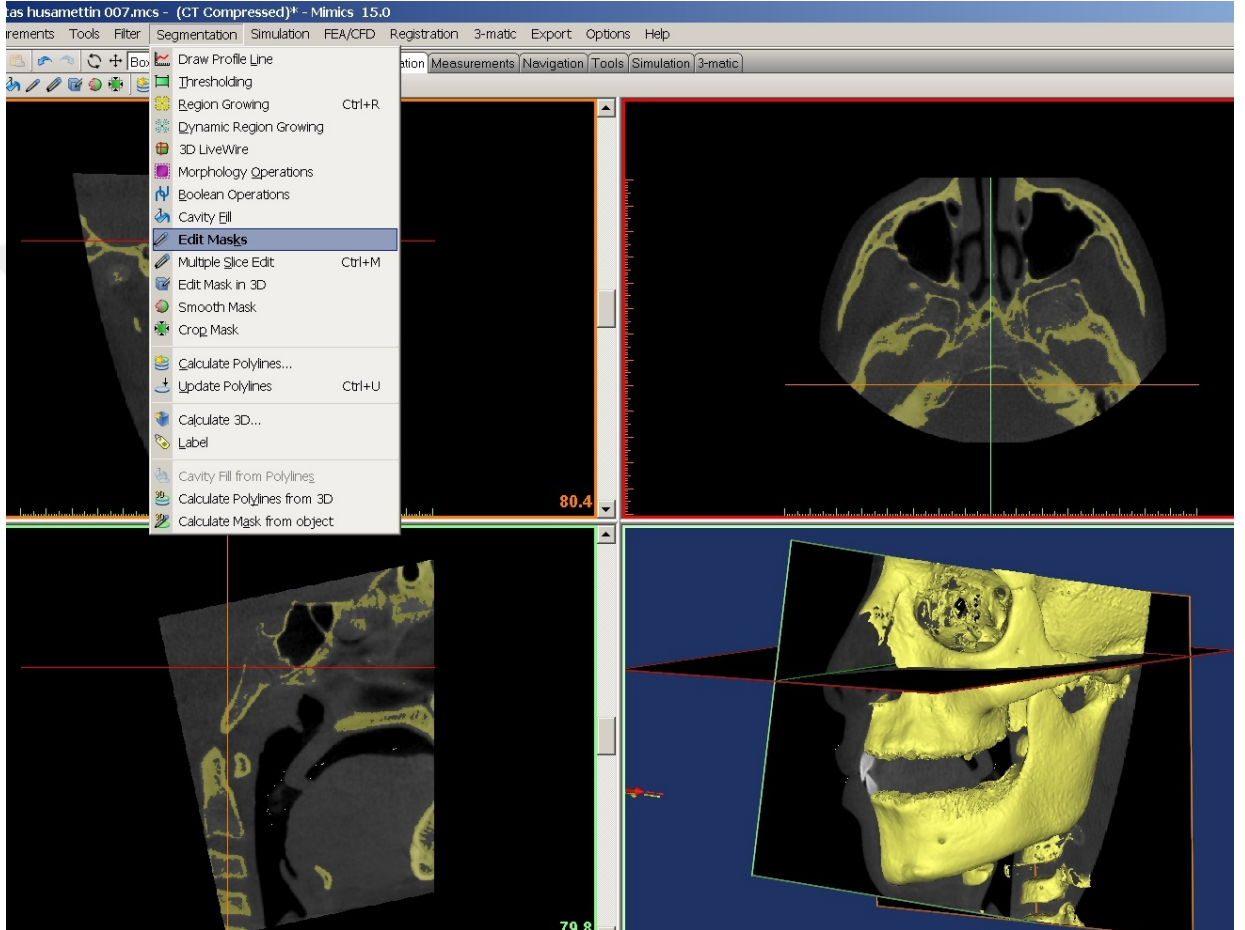


Şekil 3.41. Aksiyal kesit üzerinde mouse'ın scroll tuşunu döndererek düzlemlerin birbirine yaklaştırılması



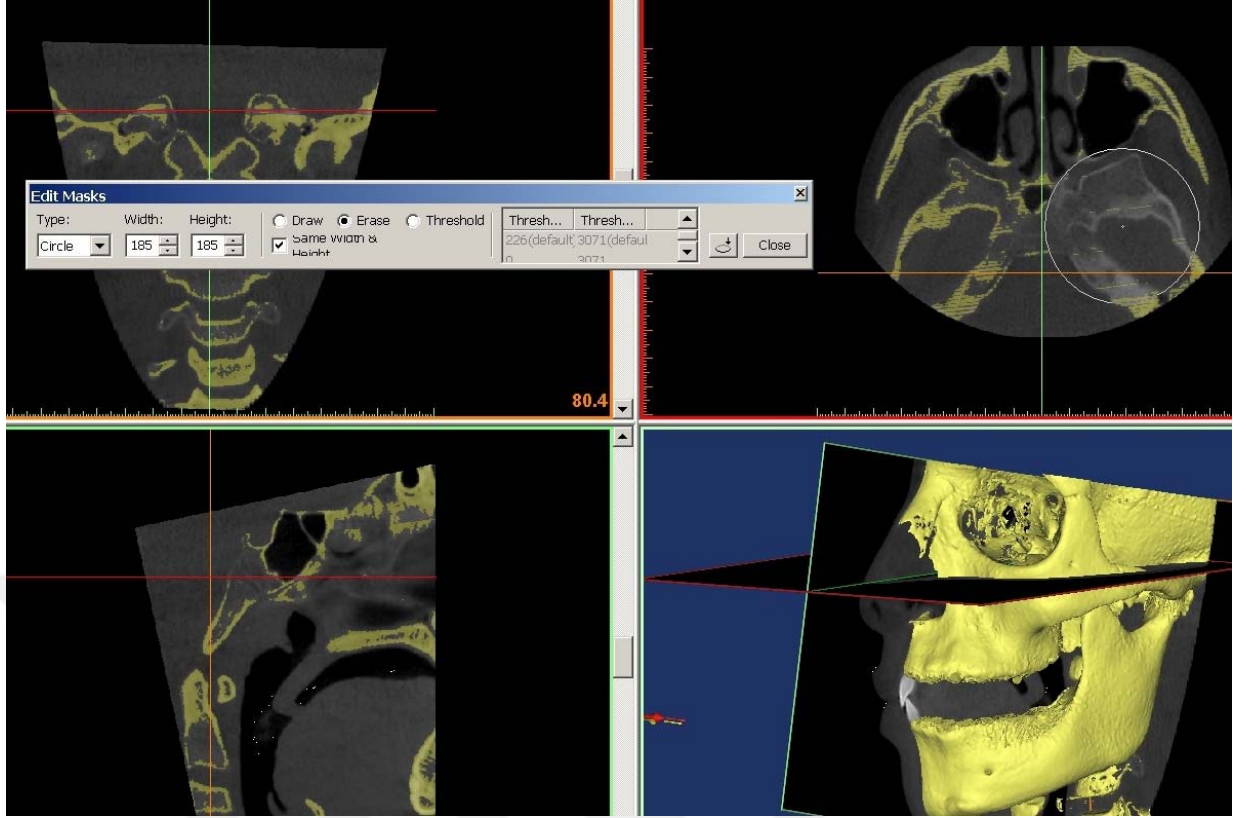
Şekil 3.42. İki düzlemin üst üste getirilmesi

Çizgiler üst üste geldiğinde ‘Reslice Planes’ kutucuğundaki ‘OK’ tuşuna basabiliriz. Bastıktan sonra artık bizim horizontal düzlemimiz ile üç nokta belirleyip oluşturduğumuz üst düzlem aynı olur. Daha sonra bu düzlemin yukarısında kalan yapıları aksiyal kesit ekranında silmemiz gerekmektedir. Silme işlemini sol üst köşede yer alan ‘Segmentation’ sekmesinden ‘Edit Mask’ kutucuğunun seçerek yapabiliriz (Şekil 3.43).



Şekil 3.43. ‘Edit Mask’ sekmesinin seçilmesi

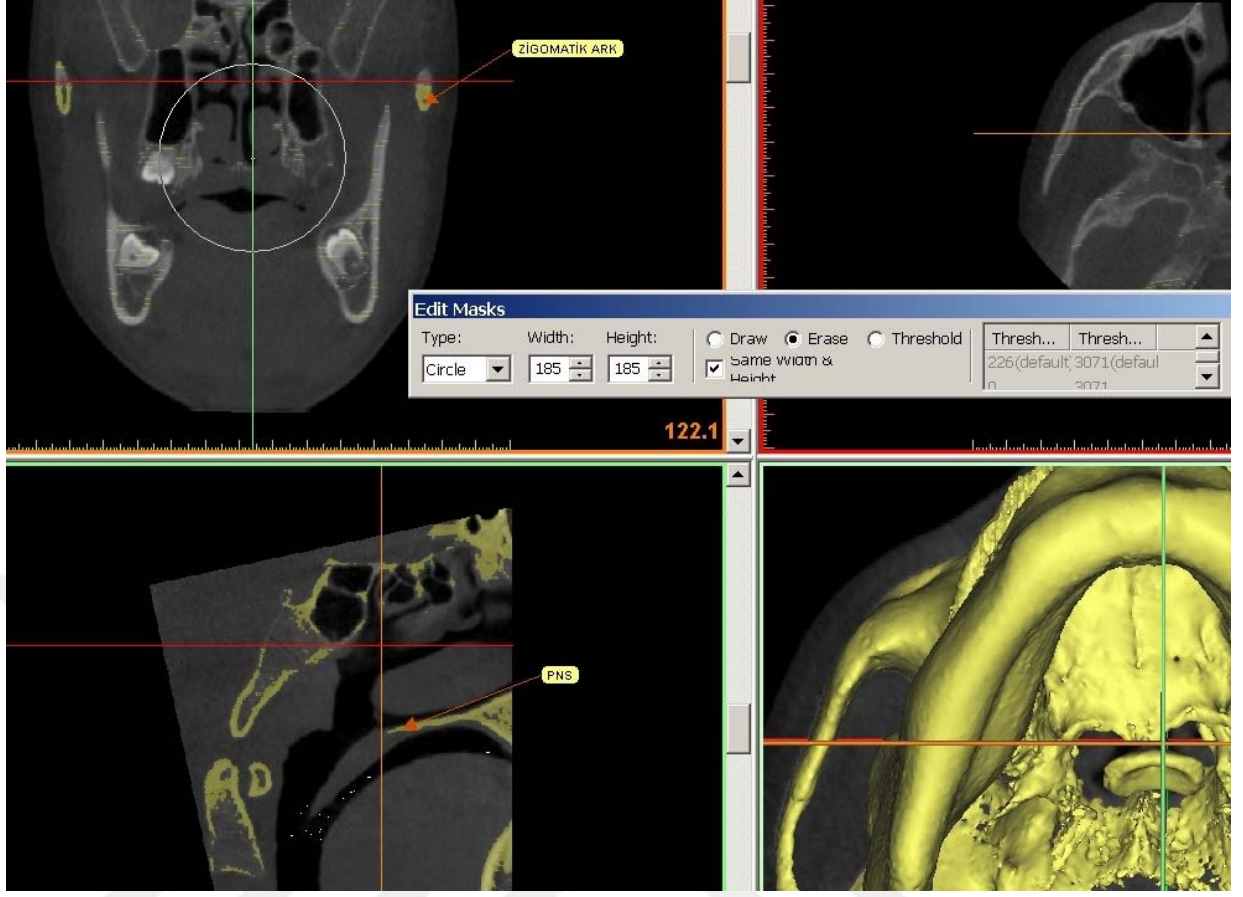
‘Edit Mask’ kutucuğunda yer alan ‘Erase’i seçerek aksiyal kesit ekranında iken yukarıya doğru birkaç aksiyal kesit görüntüsü sileriz (Şekil 3.44).



Şekil 3.44. Aksiyal kesit ekranında kesitlerin silinmesi

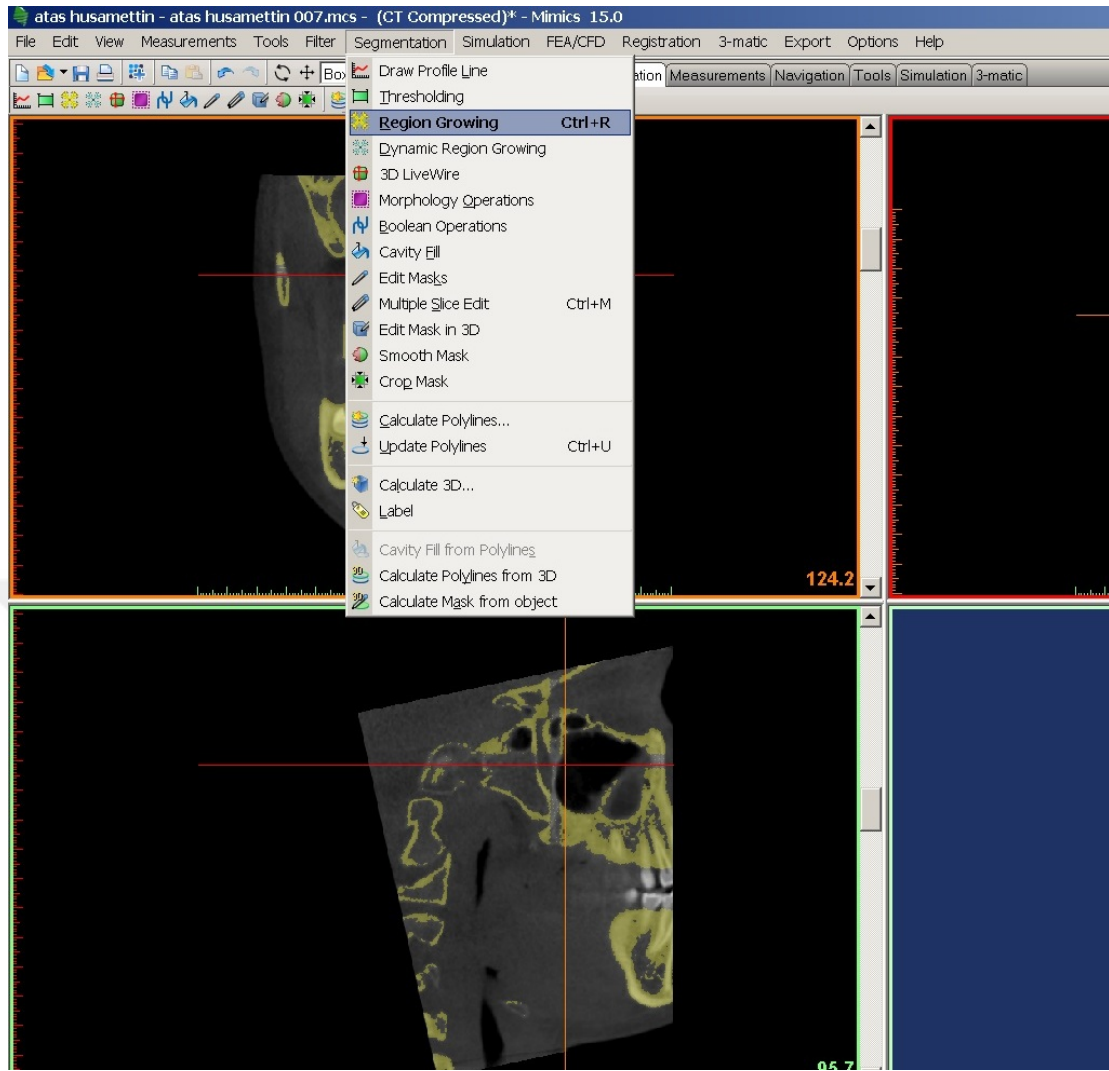
Böylece maksilla olarak belirlediğimiz yapı ile yukarıda yer alan anatomik yapıları birkaç kesit silerek ayırmış olduk.

Daha sonra maksillanın arka sınırını oluşturmamız gerekmektedir. Oluşturduğumuz üst düzleme, dik olan frontal düzlemi PNS noktasına getirirsek arka sınırlarımızı oluşturan düzlemi belirlemiş oluruz. Bunun için koronal kesit ekranında mouse'ın scroll tuşunu döndererek bu düzlemi PNS noktasına getiririz. PNS noktasına gelip gelmediğini sagittal kesit ekranı ve üç boyutlu görüntünün olduğu ekranda kontrol edebiliriz (Şekil 3.45). Daha sonra 'Edit Mask' sekmesindeki 'Erase' seçeneği kullanılarak koronal kesit görüntüsü üzerinde PNS noktasından geçen düzlemin gerisinden birkaç kesit silinmelidir. Burada silme işlemi yaparken 'zigomatik arkların' kesit üzerindeki görüntüsü silinmemelidir (Şekil 3.45).

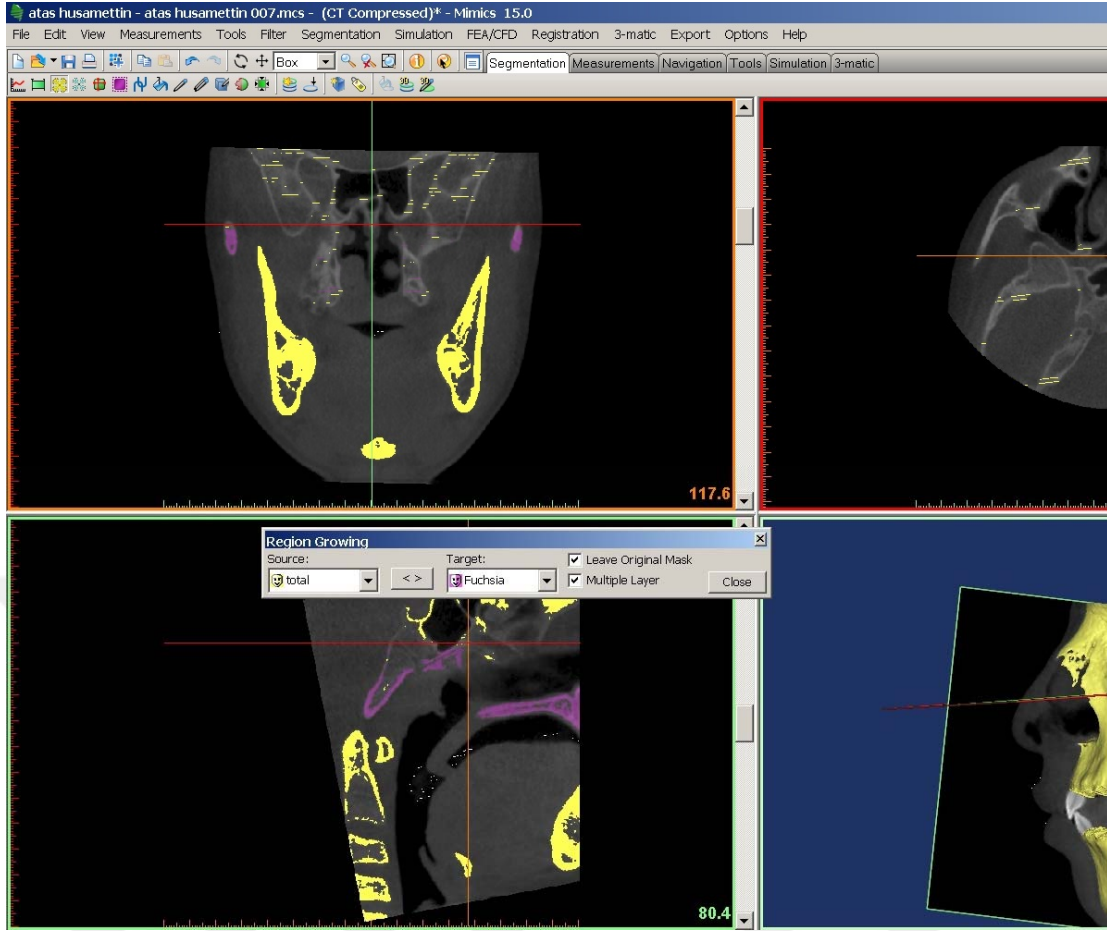


Şekil 3.45. Frontal düzlemin PNS noktasından geçirilmesi ve arkasında yer alan kesitlerin silinmesi

Maksilla'nın alt sınırını daha önce diş kronlarını kesitler üzerinde silerek oluşturmuştuk. Sol üst köşede yer alan 'Segmentation' sekmesindeki 'Region Growing' kutucuğu seçilip (Şekil 3.46), elde etmek istediğimiz parçanın üzerine mouse'ın sol tuşu ile bir kere tıklayarak, üst sınırı, arka sınırı ve alt sınırı belirlenmiş olan maksilla parçasının 'mask' görüntüsünü elde etmiş oluruz (Şekil 3.47).

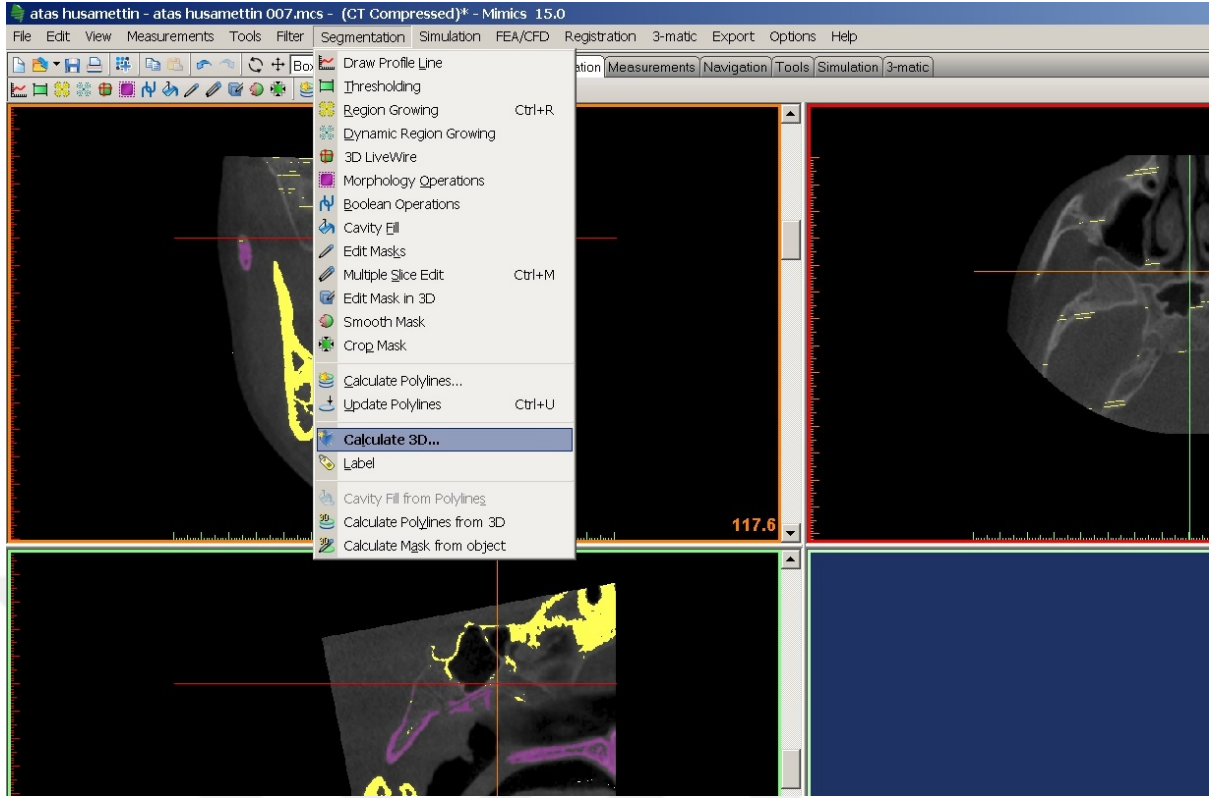


Şekil 3.46. 'Region Growing' sekmesinin seçilmesi



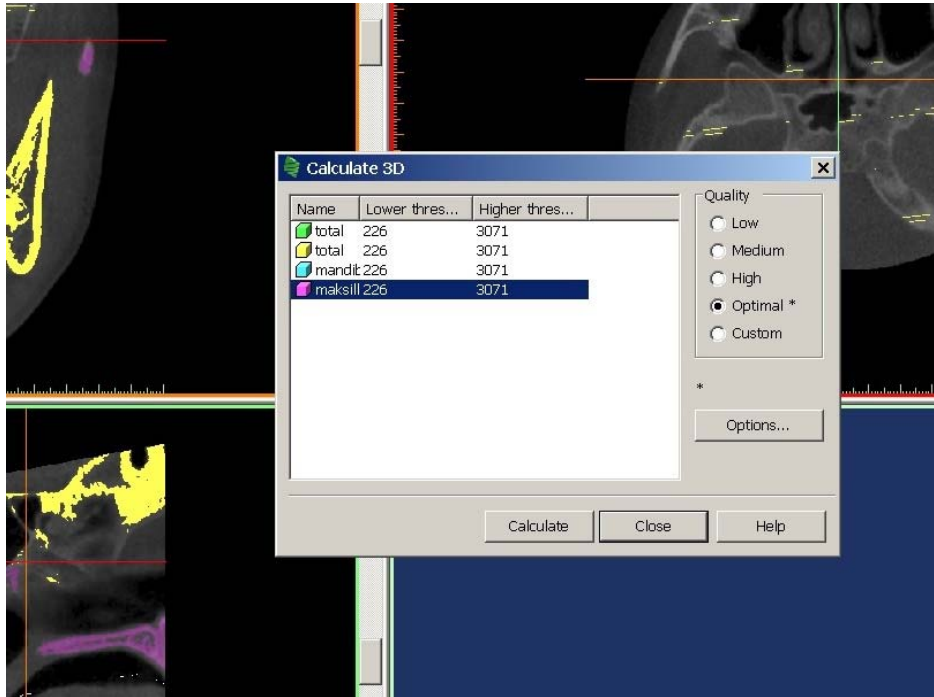
Şekil 3.47. Maksilla parçasının 'region growing' işleminden sonra farklı renge boyanması

Bu mask'ın adını maksilla parçası olarak değiştirip kaydettikten sonra sol üst köşede 'Segmentation' sekmesindeki 'Calculate 3D' kutucuğu seçilir (Şekil 3.48).



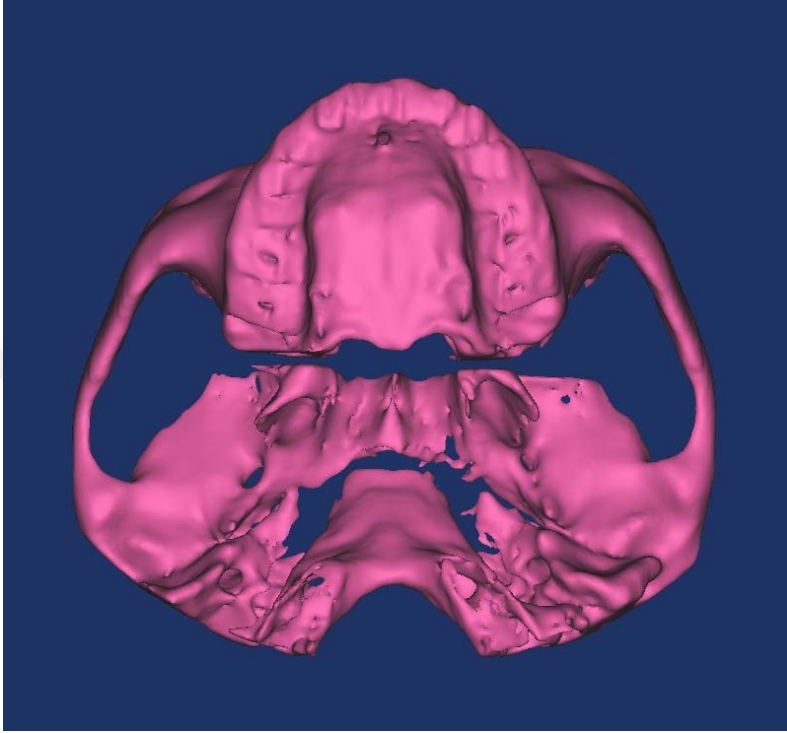
Şekil 3.48. 'Claculate 3D' kutucuğunun seçilmesi

Ekranında açılan kutucukta sol taraftaki görüntüde 'maksilla parçası' sağ tarafta ise 'Optimal' seçeneği seçilip 'Calculate' tuşuna basılmalıdır (şekil 3.49).

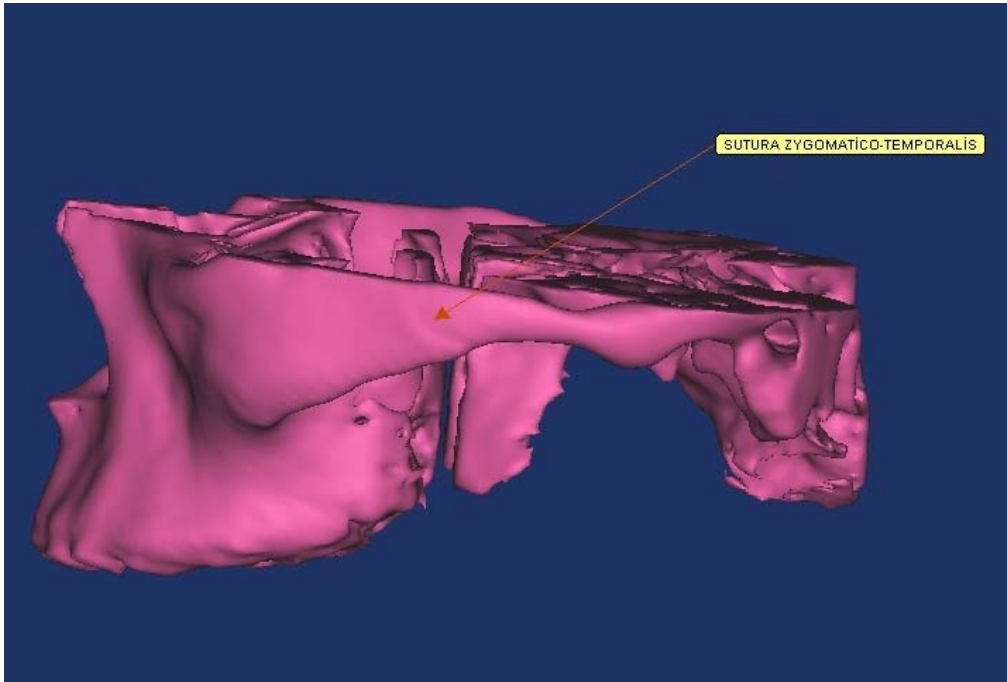


Şekil 3.49. Maksilla parçası olarak kaydettiğimiz mask'ın üç boyutlu görüntüsünün eldesi

Oluşan üç boyutlu görüntü üzerinde maksilla, posterior bölgedeki anatomik yapılar ile zigomatik arklar vasıtası ile birleşiktir (Şekil 3.50). Maksilla'yı, sutura zigomatikotemporalis'lerin olduğu yerden diğer anatomik yapılardan ayırmak gerekmektedir (Şekil 51).

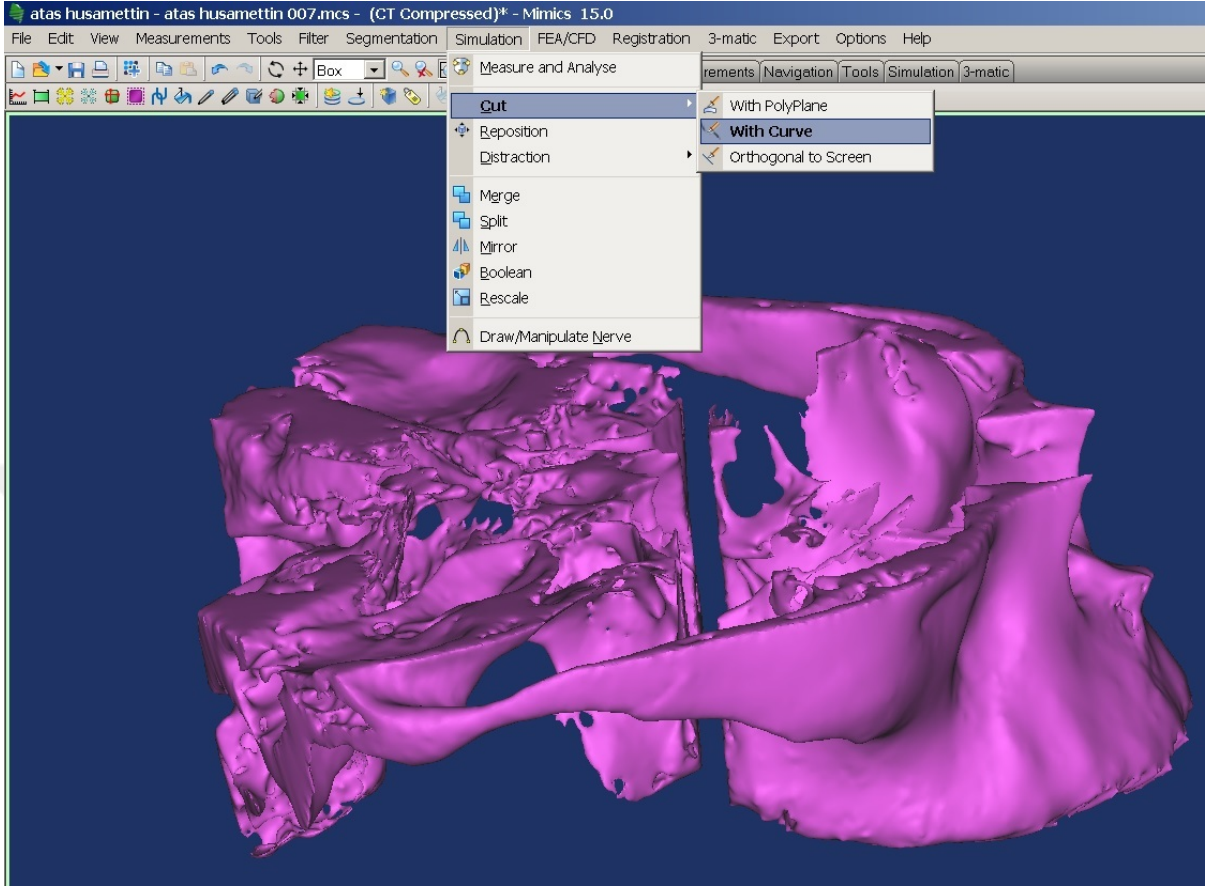


Şekil 3.50. Posterior bölgedeki anatomik yapılar ile birleşik maksilla parçası



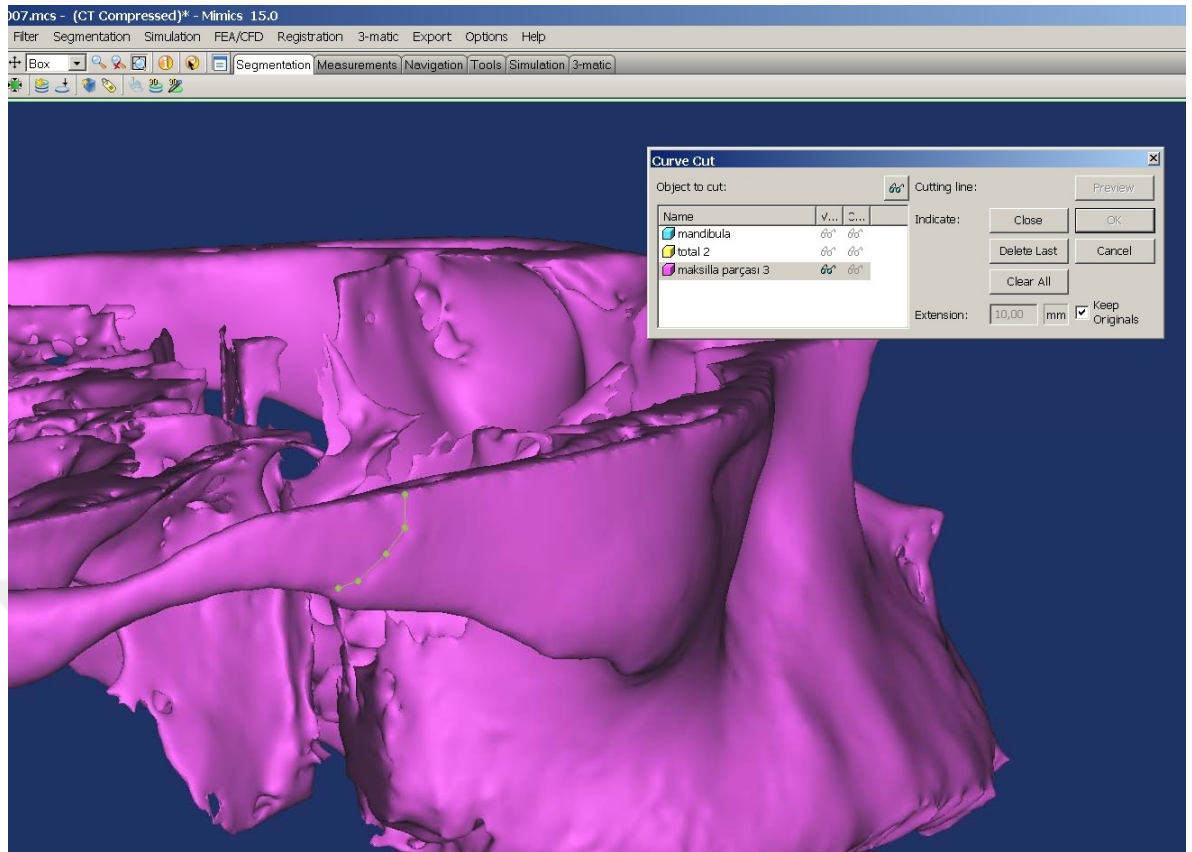
Şekil 3.51. Sutura Zygomaticotemporalis'in gösterilmesi

Bu amaçla yukarıda yer alan ‘Simulation’ sekmesinde ‘Cut’ başlığı altında ‘With Curve’ kutucuğu seçilir (Şekil 3.52).



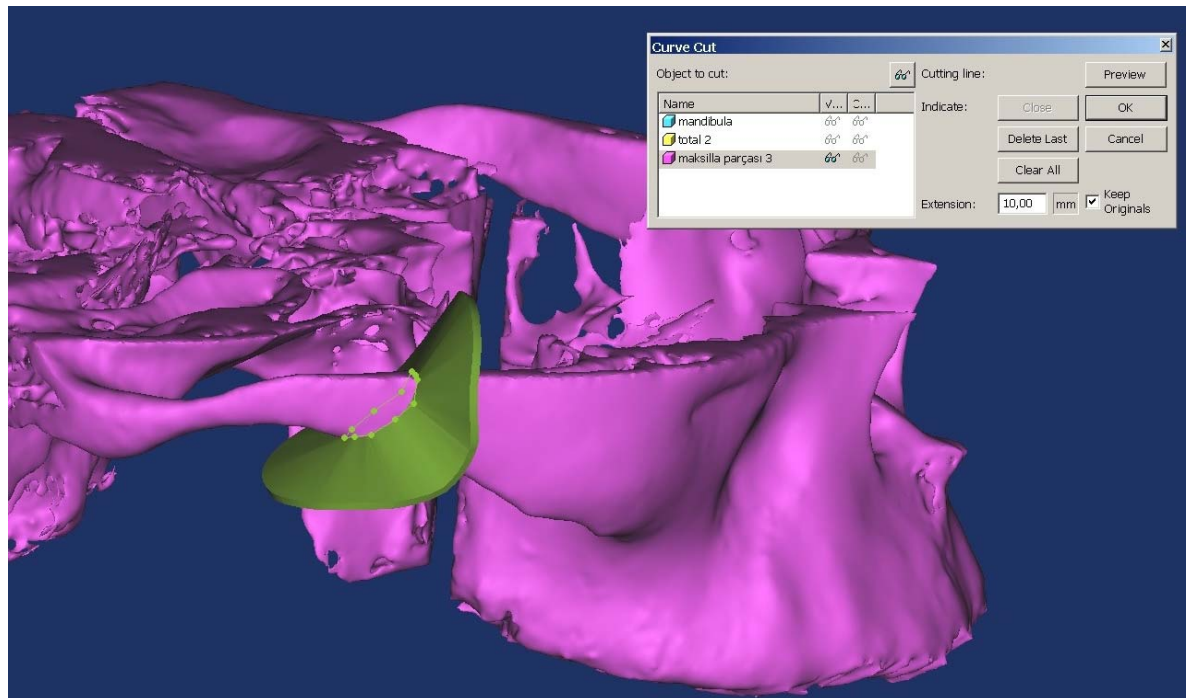
Şekil 3.52. ‘With Curve’ sekmesinin seçilmesi

Açılan ‘Curve Cut’ kutucuğunda kesilmek istenilen ‘maksilla parçası’ dosyası seçilip, üç boyutlu görüntü üzerinde sutur boyunca mouse’ın sol tuşu ile işaretleme yapılır (Şekil 3.53).



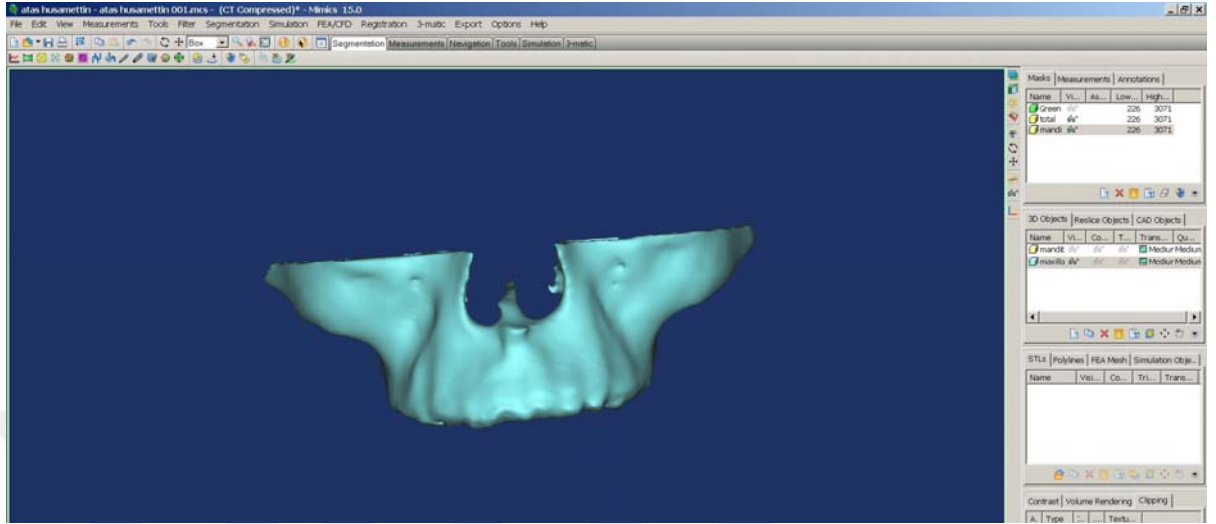
Şekil 3.53. Suture boyunca noktalar bırakılması

Son nokta koyulacağı zaman baştaki noktanın üzerinde iken mouse'ın sol tuşuna iki defa basılırsa işaretleme biter ve bir kesme düzlemi ekrana gelir (Şekil 3.54).



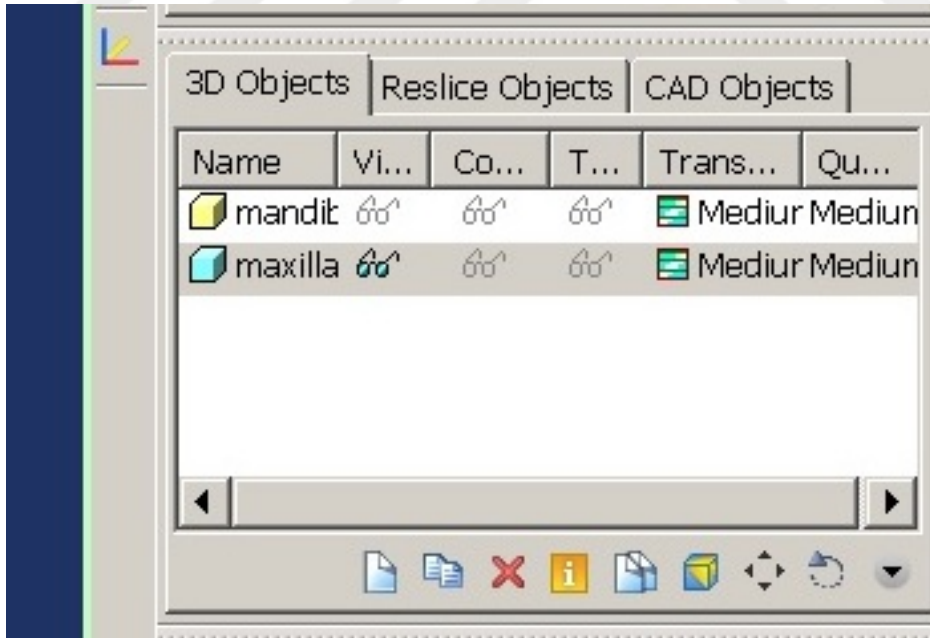
Şekil 3.54. Sutura'dan geçen kesme düzleminin oluşturulması

Eğer bu düzlem istediğimiz yerden geçiyorsa ‘Curve Cut’ kutucuğu üzerinde ‘OK’ düğmesine tıklarız ve kesme işlemini sonlandırırız. Böylece maksilla’nın son halinin görüntüsü elde edilir (Şekil 3.55).

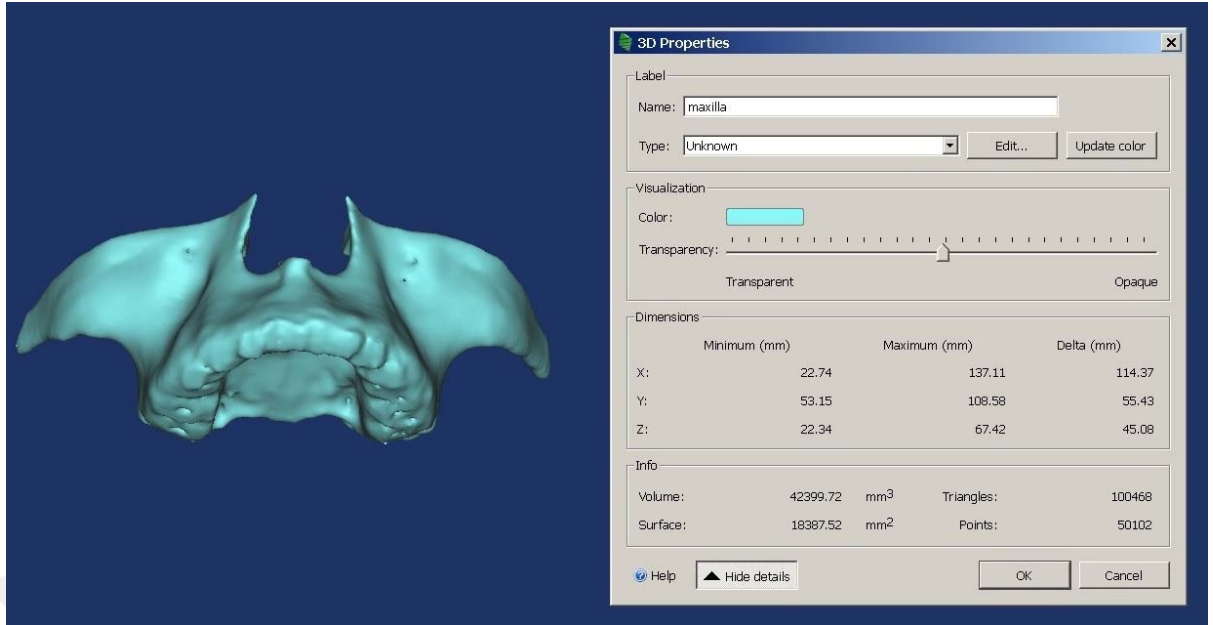


Şekil 3.55. Maksilla’nın son halinin üç boyutlu görüntüsü

Sağ tarafta yer alan 3D Objects kutucuğu’nun olduğu bölgede yer alan ‘İ’ harfi simgesine (Şekil 3.56) tıkladığında ‘3D Properties’ kutucuğunda ‘volume’ başlığı altında maksilla’nın hacmi mm^3 cinsinden verilmektedir (Şekil 3.57).



Şekil 3.56. ‘İ’ simgesinin seçimi



Şekil 3.57. Maksilla'nın son halinin hacminin hesaplanması

3.2.5.3.1. Maksilla Segmentasyonunda Kullanılan Noktalar ve Düzlemler:

Noktalar

ELSA: Sağ ve sol foramen spinosumların orta noktası. (Şekil 3.36)

l-EAM: Sol External Auditory Meatus.

r-EAM: Sağ External Auditory Meatus (Şekil 3.31).

PNS: Posterior nasal spine (Şekil 3.45).

Düzlemler

Maksillanın üst sınırını oluşturan düzlem (MÜSD): ELSA noktası, l-EAM ve r-EAM noktalarının oluşturduğu düzlem.

Maksillanın arka sınırını oluşturan düzlem (MASD): MASD düzlemine ve tomografi kesitlerindeki y-z düzlemine (sagittal kesit) diktir. x-z düzleminde (koronal kesit) yer alır ve PNS noktasından geçmektedir.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmadaki bütün testlerde % 95'lik güven aralığı uygulanmış olup; tanımlayıcı istatistikler ve analizler SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chigago, IL, USA) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. $p < 0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

İncelenen tüm parametreler için genişletme öncesi ve sonrası tanımlayıcı istatistik değerleri (minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma) belirlenmiş olup; sonuçlar anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda verilerin normal dağılıp dağılmadığını saptamak amacıyla Kolmogorov-Smirnov testleri uygulanmıştır. Normal dağılış gösteren parametreler için parametrik testler uygulanmıştır. RME ve kontrol grubundaki bağımlı her bir grupta, tedavinin farklı dönemlerinde meydana gelen değişikliklerin karşılaştırılması amacıyla parametrik testlerden 'Eşleştirilmiş Student's t testi' uygulanmıştır. Gruplar arası farklılıkların karşılaştırılması amacıyla 'One-Way Anova Analizi (Tek yönlü varyans analizi)' uygulanmıştır. Bu yöntemin sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık gösteren parametreler için post-hoc çoklu karşılaştırma testlerinden 'Tukey HSD testi' uygulanmıştır.

3.4. Metod Hatası

Bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde maksilla ve mandibula hacim ölçümleri yapıldıktan sonra, bireysel çizim ve ölçüm hatasının kontrolü için, 15 günlük bir aradan sonra, 90 bilgisayarlı tomografi görüntüsü içinden rastgele seçilen 15 adet bilgisayarlı tomografi kaydı aynı araştırmacı tarafından tekrar çizilerek tüm ölçümler tekrarlandı. Genişletme öncesi ve sonrası ölçümlerdeki metod hatasını değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayısı ile güven aralığı ölçüldü.

4.BULGULAR

Hızlı üst çene genişletmesini üç boyutlu görüntüleme yöntemiyle değerlendirdiğimiz bu çalışmada, ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metod hatasını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel değerlendirmede güvenilirlik katsayılarının (r) 1.000 tam değerine yakın olduğu belirlenmiştir (**Tablo 4.1**).

	TEDAVİ ÖNCESİ	TEDAVİ SONRASI
	Güvenilirlik Katsayısı (r)	
MAKSİLLA HACİM	0.973	0.975
MANDİBULA HACİM	0.965	0.965
SNA	0.983	
SNB	0.969	
ANB	0.970	

Tablo 4.1. Metod hatası ölçüm tablosu.

İncelenen tüm parametreler için genişletme öncesi ve sonrası tanımlayıcı istatistik değerleri (minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma) belirlenmiştir. RME ve kontrol gruplarının tedavi öncesi, tedavi sonrası ve sistemik hataların değerlendirilmesi sonucunda, herhangi bir hata saptanmamıştır ($p > 0.05$).

4.1.TANIMLAYICI İSTATİSTİKSEL VERİLER

4.1.1.Sefalometrik Ölçümlere Ait Bulgular

Her üç grubun iskeletsel ortalaması Sınıf I'dir. Bonded RME, banded RME ve kontrol grubunun tedavi öncesi sefalometrik ölçüm verilerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri **Tablo 4.2'**de verilmiştir.

		(n)	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Min	Max
SNA	KONTROL GRUBU	15	81.00	5.39	1.39	68	92
	BANDED RME	15	76.67	2.89	0.74	70	81
	BONDED RME	15	78.73	3.61	0.93	72	84
SNB	KONTROL GRUBU	15	78.60	4.83	1.24	66	88
	BANDED RME	15	75.20	4.24	1.09	67	83
	BONDED RME	15	76.93	3.57	0.92	69	84
ANB	KONTROL GRUBU	15	2.40	0.98	0.25	1	4
	BANDED RME	15	1.47	2.35	0.60	-4	5
	BONDED RME	15	1.80	2.54	0.65	-3	6

Tablo 4.2. Sefalometrik verilerin tanımlayıcı istatistik değerleri. n: Birey sayısı

4.1.2.Hacimsel Ölçümlere Ait Bulgular

Bonded ve banded RME gruplarının tedavi öncesi ve tedavi sonrası (6 ay sonra) maksilla ve mandibula hacim ölçümlerinin ortalamalarının tanımlayıcı istatistiksel verileri **Tablo 4.3**'te verilmiştir. Kontrol grubundaki bireylerin de

başlangıç ve 6 ay sonraki maksilla, mandibula hacim ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri **Tablo 4.3**'te gösterilmiştir.

		(n)	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Min	Max
MANDİBULA TEDAVİ ÖNCESİ HACİM (cm ³)	KONTROL GRUBU	15	49.103	5.705	1.473	41.792	64.780
	BANDED RME	15	47.844	6.633	1.711	38.750	60.611
	BONDED RME	15	48.583	8.276	2.136	36.424	64.783
MANDİBULA TEDAVİ SONRASI HACİM (cm ³)	KONTROL GRUBU	15	49.978	7.387	1.907	41.427	67.702
	BANDED RME	15	48.905	7.618	1.967	37.559	64.234
	BONDED RME	15	50.121	9.709	2.506	38.341	68.569
MAKSİLLA TEDAVİ ÖNCESİ HACİM (cm ³)	KONTROL GRUBU	15	31.448	5.801	1.497	24.192	47.526
	BANDED RME	15	29.032	5.574	1.439	20.185	37.453
	BONDED RME	15	26.681	3.709	9.578	21.353	33.799
MAKSİLLA TEDAVİ SONRASI HACİM (cm ³)	KONTROL GRUBU	15	31.837	4.632	1.196	23.857	44.601
	BANDED RME	15	29.613	4.350	1.123	24.416	35.794
	BONDED RME	15	27.818	4.972	1.283	19.232	37.640

Tablo 4.3. Hacim verilerinin tanımlayıcı istatistik değerleri. n: Birey sayısı

4.2. Grup İçi Karşılaştırmalar:

4.2.1. Kontrol Grubuna Ait Maksilla ve Mandibula Hacim Bulguları

Kontrol grubundaki hastalardan alınan ilk tomografi verileri ile 6 ay sonra alınan tomografi verileri arasında fark olup olmadığını değerlendirmek için paired Samples T testi kullanılmıştır.

Bu test sonucuna göre kontrol grubunda 1. ve 2. maksilla ve mandibula hacim ölçümleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. ($p > 0.05$) (**Tablo 4.4**).

KONTROL GRUBU	Ortalamalar arası fark	Standart Sapma	Standart Hata	ALT	ÜST	Sig.
MAKSİLLA TEDAVİ ÖNCESİ VE SONRASI HACİM (cm ³)	-0.388	3.399	0.877	-2.271	1.493	0.664
MANDİBULA TEDAVİ ÖNCESİ VE SONRASI HACİM (cm ³)	-0.874	3.174	0.819	-2.632	0.883	0.304

Tablo 4.4. Kontrol grubuna ait grup içi maksilla, mandibula hacim karşılaştırılması. Sig: Anlamlılık (Significance) ($p < 0.05$)

4.2.2. Banded RME Grubuna Ait Maksilla ve Mandibula Hacim Bulguları

Banded RME grubundaki hastalardan alınan ilk tomografi verileri ile 6 ay sonra alınan tomografi verileri arasında fark olup olmadığını değerlendirmek için paired Samples T testi kullanılmıştır.

Bu test sonucuna göre banded RME grubunda 1. ve 2. maksilla ve mandibula hacim ölçümleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$) (**Tablo 4.5**).

BANDED RME GRUBU	Ortalamalar arası fark	Standart Sapma	Standart Hata	ALT	ÜST	Sig.
MAKSİLLA TEDAVİ ÖNCESİ VE SONRASI HACİM (cm ³)	-0.581	2.419	0.624	-1.921	0.758	0.368
MANDİBULA TEDAVİ ÖNCESİ VE SONRASI HACİM (cm ³)	-1.060	2.068	0.534	-2.206	0.084	0.67

Tablo 4.5. Banded RME grubuna ait grup içi maksilla, mandibula hacim karşılaştırılması. Sig: Anlamlılık (Significance) ($p < 0.05$)

4.2.3. Bonded RME Grubuna Ait Maksilla ve Mandibula Hacim Bulguları

Bonded RME grubundaki hastalardan alınan ilk tomografi verileri ile 6 ay sonra alınan tomografi verileri arasında fark olup olmadığını değerlendirmek için paired Samples T testi kullanılmıştır.

Bu test sonucuna göre bonded RME grubunda 1. ve 2. maksilla ve mandibula hacim ölçümleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.6).

BONDED RME GRUBU	Ortalamalar Arası fark	Standart Sapma	Standart Hata	ALT	ÜST	Sig.
MAKSİLLA TEDAVİ ÖNCESİ VE SONRASI HACİM (cm ³)	-1.137	3.419	0.882	-3.030	0.756	0.219
MANDİBULA TEDAVİ ÖNCESİ VE SONRASI HACİM (cm ³)	-1.538	3.426	0.884	-3.435	0.358	0.104

Tablo 4.6. Bonded RME grubuna ait grup içi maksilla, mandibula hacim karşılaştırılması. Sig: Anlamlılık (Significance) ($p < 0.05$)

4.3. Gruplar Arası Karşılaştırmalar:

Gruplar arasındaki farklılıkları test etmek için yapılan One-Way Anova Analizi (Tek yönlü varyans analizi) testi sonucunda sadece SNA açısı ve maksilla tedavi öncesi hacim parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 4.7)

		F	Sig.
SNA	GRUPLAR ARASI	4.179	0.022 *
SNB	GRUPLAR ARASI	2.399	0.103
ANB	GRUPLAR ARASI	0.775	0.467
MANDİBULA TEDAVİ ÖNCESİ HACİM (cm³)	GRUPLAR ARASI	0.124	0.884
MANDİBULA TEDAVİ SONRASI HACİM (cm³)	GRUPLAR ARASI	0.906	0.909
MAKSİLLA TEDAVİ ÖNCESİ HACİM (cm³)	GRUPLAR ARASI	3.257	0.048 *
MAKSİLLA TEDAVİ SONRASI HACİM (cm³)	GRUPLAR ARASI	2.801	0.072

Tablo 4.7. Gruplar arası karşılaştırmaların yapıldığı One-Way Anova Analizi (Tek yönlü varyans analizi). Sig: Anlamlılık (Significance), * = $p < 0.05$.

Gruplar arası mevcut farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığı tespit edilmesi amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonuçlarına göre SNA açısı parametresinde kontrol ve banded RME grupları arasında (**Tablo 4.8**), maksilla tedavi öncesi hacim parametresinde ise kontrol ve bonded RME grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). (**Tablo 4.9**)

Bunlar dışında kalan parametreler açısından gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı herhangi bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

	(A) GRUP	(B) GRUP	MD (A-B)	SE	Sig.	ALT	ÜST
SNA	KONTROL	BANDED	4.333 (*)	1.499	0.016 *	0.69	7.98
	KONTROL	BONDED	2.267	1.499	0.269	-1.38	5.91
	BANDED	BONDED	-2.067	1.499	0.361	-5.71	1.58
SNB	KONTROL	BANDED	3.400	1.552	0.085	-0.37	7.17
	KONTROL	BONDED	1.667	1.552	0.535	-2.10	5.44
	BANDED	BONDED	-3.400	1.552	0.085	-7.17	0.37
ANB	KONTROL	BANDED	0.933	0.760	0.443	-0.91	2.78
	KONTROL	BONDED	0.600	0.760	0.711	-1.25	2.45
	BANDED	BONDED	-0.933	0.760	0.443	-2.78	0.91

Tablo 4.8. Sefalometrik değerlerin Tukey HSD testi sonuçları. Sig: Anlamlılık (Significiance) ($p<0.05$), SE: Standart hata, MD: Ortalamalar arası fark (Mean Difference), * = $p<0.05$

	(A) GRUP	(B) GRUP	MD (A-B)	SE	Sig.	ALT	ÜST
MANDİBULA TEDAVİ ÖNCESİ HACİM (cm³)	KONTROL	BANDED	1.258	2.538	0.874	-4.908	7.426
	KONTROL	BONDED	0.520	2.538	0.977	-5.646	6.688
	BANDED	BONDED	-1.258	2.538	0.874	-7.426	4.908
MANDİBULA TEDAVİ SONRASI HACİM (cm³)	KONTROL	BANDED	1.072	3.032	0.933	-6.294	8.439
	KONTROL	BONDED	-0.143	3.032	0.999	-7.510	7.223
	BANDED	BONDED	-1.072	3.032	0.933	-8.439	6.294
MAKSİLLA TEDAVİ ÖNCESİ HACİM (cm³)	KONTROL	BANDED	2.415	1.867	0.407	-2.121	6.953
	KONTROL	BONDED	4.767(*)	1.867	0.038 *	0.229	9.304
	BANDED	BONDED	-2.415	1.867	0.407	-6.953	2.121
MAKSİLLA TEDAVİ SONRASI HACİM (cm³)	KONTROL	BANDED	2.223	1.701	0.399	-1.909	6.356
	KONTROL	BONDED	4.018	1.701	0.058	-0.114	8.151
	BANDED	BONDED	-2.223	1.701	0.399	-6.356	1.909

Tablo 4.9. Hacimsel verilerin Tukey HSD testi sonuçları Sig: Anlamlılık (Significance) ($p < 0.05$), SE: Standart hata, MD: Ortalamalar arası fark (Mean Difference), * = $p < 0.05$

5.TARTIŞMA

Hızlı üst çene genişletme tedavisinde temel amaç, maksiller iskeletsel darlığı olan hastalarda maksiller ve mandibuler dental arkların doğru ilişkisinin sağlanmasıdır. Ancak yakın dönemde hızlı üst çene genişletmesinin sadece dental ve maksiller dokular üzerinde değil aynı zamanda maksillaya komşu çevre dokular üzerinde de etkisi olduğu görülmüştür (70, 164, 183, 212).

Hızlı üst çene genişletmesinin çevre dokular üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda genellikle maksillayı çevreleyen suturlar ve nazal dokular değerlendirilmiştir (24, 25, 26). Kranial suturları inceleyen araştırmacılar median palatinal sutur haricinde maksillayı çevreleyen intermaksiller, internazal, maksillonazal, frontomaksiller, frontonazal, frontozigomatik, zigomatikomaksiller, zigomatikotemporal, pterigomaksiller sutur ve sutura sagittaliste genişleme olduğunu belirtmişlerdir (24, 25, 26). Nazal bölgede ise birçok araştırma burun tabanında genişleme göstermiş buna bağlı olarak nazal havayolu direncinde azalma oluştuğunu bildirilmiştir (1, 14, 20, 21, 213). Warren ve ark. (214) nazal alanı 0.4 cm^2 'den küçük olan hastaların % 96'sının ağız solunumu yaptığını göstermiş, Compadretti ve ark. (9) ise yaptığı çalışmada üst çene genişletmesi yapılan hastaların bazılarının ağız solunumundan burun solunumuna geçtiğini bildirmiştir. RME sonrası üç boyutlu görüntüleme yöntemi kullanarak havayolunu inceleyen çalışmalar da mevcuttur (215, 216). Garrett ve ark. (217) 2008'de, maksiller sinüslerin hızlı üst çene genişletmesinden nasıl etkilendiğini inceleyen 30 kişinin dahil olduğu çalışmalarında, hızlı üst çene genişletmesinin maksilla üzerindeki iskeletsel etkilerini incelemişler ve sonucunda maksiller sinüslerin burun tabanı hizasındaki genişliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermişlerdir.

Yakın zamana kadar RME'yi iki boyutlu görüntüleme yöntemleri ile birçok yönüyle ele alan çalışmalar yapılmışken, günümüzde daha gerçekçi, güvenilir bir yöntem olan üç boyutlu görüntüleme yöntemini kullanarak RME'nin dental, iskeletsel ve çevre dokulara olan etkileri incelenmeye başlanmıştır.

Hızlı üst çene genişletmesi uygulanmış bireylerde, maksilla ve mandibula segmentasyonu yapıp bu kemiklerde hacim değişikliği olup olmadığının ortaya konduğu bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Literatürde, hızlı üst çene genişletmesi uygulanmamış fakat maksilla ve mandibulanın segmentasyonunu içeren ve hacim

hesaplaması yapılmış çalışma sayısı azdır (218, 219, 220, 221). Bu çalışmadaki amacımız; birçok dokuyu etkileyen RME apareyinin maksilla ve mandibula kemiklerinde meydana getirdiği etkilerin hacimsel verilerle ortaya konmasıdır.

5.1.Bireylerin Tartışılması

Rapid maksiller ekspansiyonun, maksilla ve mandibula hacminde meydana getirdiği değişiklikleri, üç boyutlu olarak araştırdığımız çalışmamızda, RME grubundaki bireyler çift taraflı çapraz kapanışa sahip hastalardan seçilmiş, kontrol grubu ise, maksiller darlığı olmayan ve herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş, yaş ortalaması RME grubundaki bireylere oldukça yakın bireylerden oluşturulmuştur. Sonuç olarak, RME gruplarındaki bireylere uygulanan bonded ve banded tip RME apareylerinin etkileri RME grupları ve kontrol grubu arasında karşılaştırılarak araştırılmıştır.

RME'nin değerlendirilme süresi (aktif tedavi ve pekiştirme süresi olarak toplam 6 ay) boyunca, RME'nin tedavi etkilerini değerlendirmeyi hedefledik. Bu nedenle çalışmamızda bir kontrol grubu oluşturduk. Kontrol grubumuz, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Kliniği'nin arşivinde yer alan, ortodontik tedavi görmemiş, dişsel ve iskeletsel Sınıf I, maksiller darlığı olmayan bireylerin tomografi görüntüleri arasından seçilmiştir.

Çalışmamızın kapsamına alınan bireylerin yaş ortalaması bonded RME apareyi ile tedavi edilen grupta 12.84 ± 1.82 yıl, banded RME ile tedavi edilen grupta 13.32 ± 0.33 yıl olarak oluşturulmuştur.

Kontrol grubunun yaş aralığı, RME gruplarındaki bireylerin yaş değerleri ile oldukça yakın eşleştirilmiş ve kontrol grubunda yaş ortalaması 12.51 ± 0.57 olan hastalara ait veriler kullanılmıştır.

Üst çene genişletmesi için en uygun yaş aralığının 8-15 yaş olduğu pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (8, 14, 20, 27). Baccetti ve ark. (222), hızlı üst çene genişletmesi için en uygun tedavi zamanını araştırdıkları çalışmalarında, pubertal büyüme atılımı döneminde yapılan üst çene genişletmesiyle maksimum ortopedik sonuçlar elde edilebileceğini bildirmişlerdir. Sarı ve ark. (223) ise, üst çene genişletmesi için en uygun zamanın, daimi dişlenmenin başlangıç dönemi olduğunu söylemişlerdir. Yapılan histolojik çalışmalar ve nüks çalışmaları incelendiğinde, hızlı üst çene genişletmesinde üst yaş sınırının 13-15 yaşları olduğu, bu yaşlardan sonra

midpalatal suturda büyümenin tamamlandığı, daha geç yaşlarda da genişletme sağlanabileceği, ancak sonuçların tahmin edilebilir ve stabil olmayacağı söylenmiştir (8, 20, 28, 142, 224). McDonald ve Avery (225), eğer hasta kooperasyonu iyi ise RME tedavisinin süt dişlenme döneminde de yapılabileceğini, aksi söz konusu ise hasta biraz daha olgunlaşınca kadar beklenebileceğini bildirmişlerdir. Graber ve Swain (59), üst çenenin ekspansiyonunu zorlaştırabilecek suturda oluşacak morfolojik değişikliklerin, 13-14 yaş gibi erken dönemlerde oluşabileceğini ve bu değişiklikler henüz oluşmadan yapılacak RME tedavisi ile daha fazla iskeletsel etki elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

Hasta sayımızın sınırlı olması ve literatürde de RME tedavisinin meydana getirdiği etkilerin incelendiği çalışmaların pek çoğunda, cinsiyet ayrımının dikkate alınmadığı (8, 17, 35, 226) veya cinsiyet sayılarının bildirilmediği (62, 65) görülmesi nedeniyle çalışmamızda kontrol ve çalışma grupları oluşturulurken cinsiyet ayrımı yapılmamıştır.

Wertz (20), tarafından yapılan, cinsiyet farklılığını dikkate alan bir çalışmada ise cinsler arasında önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir.

5.2.Yöntemin Tartışılması

Araştırmamızın RME gruplarındaki maksiller ekspansiyon yapılmış olan hastalarda üst çene genişletmesi için kullanılan RME apareyleri; Hyrax vida içeren üst çene posterior dişlerin 1/3'lük kısmını ve oklüzalini kapsayan akrilik içeren bonded tip aparey ve yine Hyrax vida içeren Biederman tipi banded RME apareyleridir.

Üst çene darlığının tedavisinde, hem hareketli hem de sabit apareyler kullanılabilir (227). Tutuculuklarının daha az olmasından dolayı hareketli apareyler, uygulanan kuvvet seviyelerinin düşük olduğu uygulamalara daha uygundur. Fakat 4-5 mm'nin üstündeki darlıklarda ve iskeletsel çapraz kapanışın tedavisinde tercih edilmemelidirler (2). Hareketli apareylerin diğer bir dezavantajı da hekimin tamamen hastanın işbirliğine bağlı kalmasıdır (51, 227). Sabit apareyler ise daha güvenilir olup daha az hasta işbirliği gerektirmektedir (227). Klinik kullanımı en sık olan apareyler Hyrax vida içeren bonded ve banded tip RME apareyleridir (35, 36).

1973 yılında Biederman tarafından tanıtılan Hyrax apareyi, klinisyenler tarafından sıklıkla kullanılan hızlı üst çene genişletme apareylerinden bir tanesidir

(160, 228). Genişletme vidasının kalın tel uzantıları aracılığı ile birinci premolar ve birinci molar dişlere yerleştirilen bantlara lehimlenmesi yoluyla oluşturulan Hyrax apareyi, akrilik parça içermediğinden dolayı daha hijyeniktir (46).

Vidalı-bonded üst çene genişletme apareyleri arasında Cap splint ve Rijid Akrilik Bonded Ekspansiyon apareyleri sayılabilir. Rijid Akrilik Bonded genişletme apareyi, klinisyenler tarafından en fazla kullanılan vidalı-bonded genişletme apareyidir (195).

Subtelny (47), dik yön boyutlarının artmış olduğu vakalarda ısırma düzlemi eklenmiş RME apareylerinin kullanılmasıyla dişlerin daha az bukkal tipping yapacağını ve uygulanan kuvvetin diş kökleri vasıtasıyla nazomaksiller komplekse daha iyi iletildiğini bildirmiştir.

Bu görüşlerin aksine vidalı banded ve bonded apareylerin her ikisinin de simetrik genişletme yaptığını (36), eşit miktarda kök rezorpsiyonuna neden olduğunu (229) bildiren araştırmacılar da vardır.

Çalışmamızda, bonded ve banded tip RME apareyleri ile hızlı üst çene genişletmesi yapılmış hastalarda, Zimring ve Isaacson'ın (230) uyguladıkları vida çevirme protokolüne benzer şekilde, RME apareyleri uygulandıktan sonra ilk bir hafta boyunca sabah ve akşam birer çeyrek tur olmak üzere günde toplam iki çeyrek tur, suturun açılmasını takiben ekspansiyon gereksinimi ve aşırı düzeltme sağlanıncaya kadar da günde bir çeyrek tur şeklinde vida çevirme protokolü uygulanmıştır.

Literatürde çok değişik şekillerde vida çevirme programları önerilmiştir. Genel olarak hızlı üst çene genişletmesinde önerilen yöntem; vidanın sabah ve akşam olmak üzere günde iki çeyrek tur çevrilmesi şeklindedir (14, 16, 20, 230, 231, 232).

Başçiftçi ve ark. (181), vidanın sutural direnci yenmek için ilk hafta günde iki çeyrek ve sutural açılma sonrasında günde bir çeyrek tur şeklinde çevrilmesini önermişlerdir. Timms (7), genç hastalarda genişletme vidasının günde 2 kez çeyrek tur çevrilmesini önermiştir. Ceylan ve ark. (190) yaptıkları çalışmada, apareyi ilk üç gün günde 3 kez, sutural açılma olduktan sonra ise posterior çapraz kapanış düzeline kadar günde 2 çeyrek tur çevirmeyi önermişlerdir. Aynı aktivasyon şekli Taşpınar ve ark. (192) tarafından da uygulanmıştır. Haas (14), vidanın çevrilme hızını tarif ederken; vidaların bir tam turunun 1 veya 0.8 mm olduğunu ve aparey

yapıştırıldıktan sonra beşer dakika ara ile 4 çeyrek tur çevrilmesini daha sonra sabah ve akşam olmak üzere günde 2 defa birer tur çevrilmesini önermiştir. Biederman (160), ilk 5 veya 10 dakika aralıklarla 2 çeyrek tur daha sonra ise günde 2 çeyrek tur vida aktivasyonu ile genişletme sağlamıştır.

Bu tez çalışmasında yer alan hastalara, ekspansiyon ile oluşan rezidüel kuvvetlerin dağılması, midpalatal suturun yeniden organizasyonu ve stabilizasyonu amacıyla; Bishara ve Staley (8)'in önerdiği şekilde 6 aylık bir pekiştirme periyodu uygulanmıştır.

RME tedavisi sonrası, ekspansiyon ile meydana gelen rezidüel kuvvetlerin dağılması, midpalatal suturun reorganizasyonu ve stabilizasyonu için pekiştirme gereksinimi vardır. Ekstrom ve ark. (15), RME tedavisi sonrasında en az 3 ay süren bir pekiştirme yapılmasını önermişlerdir. Bell (142), üst çene genişletmesi sonrası 3-6 ay arasında pekiştirme süresinin gerekli olduğunu bildirmiştir. Bishara ve Staley (8) ise, dokuların genişletilmiş yeni konumlarında reorganize olmalarına izin verilmesi için RME apareyinin 3 ila 6 ay boyunca sabit pekiştirme apareyi olarak kullanılması gerektiğini ve yapılan genişletmenin miktarı arttıkça sabit retansiyon döneminin de uzaması gerektiğini belirtmiştir. Mew (144), yarı hızlı üst çene genişlemesi yaptığı hastalarında toplam 1,5-4 yıl süren pekiştirme uygularken, Hicks (140) ise yavaş genişletme prosedürü uyguladığı hastalarda 2 aylık bir pekiştirmenin yeterli olacağını bildirmiştir.

Hicks (140), maksiller ekspansiyon sonrasında pekiştirme metodu ile nüks arasındaki ilişkiyi incelemiş ve yaptığı çalışmada; herhangi bir pekiştirme protokolü uygulanmayan vakalarda, 3 hafta içerisinde kazanılan ark genişliğinin % 45'inin, 47 hafta sonra ise % 69'unun kaybedildiğini bildirmiş; sabit pekiştirme apareyleri ile tedavi edilen vakalarda % 10-23 ve hareketli pekiştirme aygıtları ile tedavi edilenlerde de % 22-25 oranında nüks meydana geldiğini belirtmiştir.

Wertz ve ark. (210) yapmış oldukları çalışmada nüksün yaşla ilişkisini ortaya koyarak, daha yaşlı hastalarda daha fazla nüks olduğunu rapor etmişlerdir.

Halazonetis ve ark. (186), hızlı üst çene genişletmesinden önce ve sonra bukkal kasların üst 1. molar diş bölgesinde uyguladığı basıncın değişip değişmediğini incelemişler ve 3-4 aylık pekiştirme periyodu sonrasında bile nüks olabileceğini bildirmişlerdir.

Bu tez çalışmasında yer alan hastalarda, bonded ve banded RME tedavi gruplarında ekspansiyona; nüks ihtimali göz önünde tutularak aşırı düzeltim sağlanıncaya dek devam edilmiştir. Çalışmamızda aşırı düzeltme miktarı, incelenen çok sayıdaki literatür ile (1, 8, 16, 35, 36, 37, 227) uyumlu olacak şekilde, üst çene posterior dişlerin palatinal tüberküleri, alt çene posterior dişlerin bukkal tüberküleri ile başa baş duruma gelinceye dek genişletmeye devam edilerek sağlanmıştır.

Tedavi protokolünde maksiller genişletme sonrası nüksü en aza indirmek amaçlanmıştır. Araştırmamızın çalışma grubundaki banded RME uygulanan hastalarda, genişletme sonrası pekiştirmeye, aparey yeterli rijiditeye sahip olduğundan, aparey ağızda tutularak devam edilmiştir. Çalışma grubumuzdaki bonded RME uygulanan hastalarda ise; RME apareyi çıkarıldıktan sonra pekiştirmeye aynı gün içinde hazırlanan TPA kullanımıyla devam edilmiştir ve 6 ay sonunda ağızdan uzaklaştırılıp 2. bilgisayarlı tomografi görüntüleri elde edilmiştir. Bonded RME apareyinin olası hijyen bozukluğu durumunda, damak mukozasında tahrişlere neden olması, enflamasyon riski ve mukozada hipertrofik doku oluşumu gibi istenmeyen ve hasta kooperasyonunu kötü etkileyecek dezavantajlarından etkilenmemek için bonded RME apareyinin sökülerek yerine sabit rijit TPA kullanımı uygun görülmüştür.

Genel olarak TPA yapımında 0.9 mm kalınlığında tam yuvarlak paslanmaz çelik teller kullanılmaktadır. Bizim çalışmamızda yer alan bonded RME grubundaki hastalarda TPA'nın rijiditesini arttırmak amacıyla 1.1 mm kalınlığındaki çelik telle (Lewa Dental-V911, Remchingen, Germany) yapılan TPA'lar kullanılmıştır.

Çalışmamızda hastalardan elde edilen tomografi verilerin tamamı DICOM verisi halinde kaydedilmiştir. Bu verilerin işlenebilmesi ve değerlendirilebilmesi için üst çene genişletmesi öncesi ve pekiştirme sonrası alınan kayıtlar, içinde Mimics® 15.0 (Materialise, Leuven, Belçika) üç boyutlu modelleme programı olan bir dizüstü bilgisayara aktarıldı.

Moerenhout ve ark. (233) 2009'da yayımladıkları çalışmalarında bir manken kafasını konik ışınli bilgisayarlı tomografi cihazı ile taramış, Mimics® programında dijital olarak modellemiştir. Ardından oluşturulan üç boyutlu dijital model üstünde yüz nirengi noktaları arasında yaptıkları ölçümleri gerçek mesafeler ile

karşılaştırdıklarında değerlendiriciler arası uyumluluğun yüksek olduğunu ve hata payının düşük olduğunu göstermişlerdir.

Mimics® programı kullanılarak yapılan ve hacim hassasiyetinin değerlendirildiği bir diğer çalışmada ise taze tavuk ve keçi böbreği ile karaciğerleri MR cihazında taranmış ve dijital üç boyutlu model haline getirilmiştir. Gerçek organların hacimleri, suya daldırıldığında oluşan su hizasındaki değişim yöntemiyle hesaplanmış ve dijital olarak oluşturulan modellerle karşılaştırılmıştır. Buna göre oluşturulan modelin hacmi ile gerçek organın hacmi yüksek derecede uyumlu bulunmuştur (234).

Bilgisayarlı tomografi ile incelenen anatomik bölgenin iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüleri elde edilmektedir. Elde edilen üç boyutlu hacimsel görüntülerin her yöne doğru hareketi ve döndürülmesi mümkündür. Görüntülerin büyütülmesi ile anatomik bölgeler daha detaylı incelenmekte, işaret noktalarının yerleşimi daha kolay olmakta ve ölçümler daha dikkatli uygulanabilmektedir (235). Bilgisayarlı tomografi yöntemi, organların ve dokuların tek tek incelenmesine ve dışta kalan yapılar uzaklaştırıldıktan sonra iç yapıların değerlendirilmesine imkan tanımaktadır (236). Bu nedenle, biz de çalışmamızda üç boyutlu görüntüleme yöntemi kullanmayı tercih ettik. Böylelikle maksilla ve mandibula kemiklerinin hacim ölçümlerini yapmayı amaçladık.

5.2.1.Hacimsel Ölçüm Yönteminin Tartışılması

Uzun yıllar boyunca nesnelerin görüntüleri iki boyuta indirgenerek incelenmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla distorsiyon, magnifikasyon, anatomik yapıların süperimpozisyonu gibi sorunlar, hekimlerin kararlarında yanılırlara neden olabilmektedir. Günümüzde hastaların üç boyutlu olarak görüntülenmesi mümkündür. Bizde bu çalışmamızda RME uygulanmış hastaların maksilla ve mandibula kemiklerini segmente ederek üç boyutlu olarak görüntülerini elde etmeyi amaçladık. Böylece 6 aylık süre içinde kemiksel hacim değişikliği olup olmadığını belirlemeyi amaçladık.

Literatürde mandibula ve maksilla kemiklerinin segmente edildiği çalışmalar azdır (218, 219, 220, 221). Bu çalışmamızda kemiklerin segmentasyonundan önce kemikler üzerinde yer alan diş kronları silinmiştir. Böylece dişlerin üzerinde yer alan braket ve apareylerin görüntüsü ve bunlardan kaynaklanan artefaktlar elimine edilmiş

oldu. Mandibula ve maksilla kemiklerinde segmentasyon yapılan diğer çalışmalarda da diş kronları çalışmaya dahil edilmemiştir (218, 219, 220, 221). Diş kronları silindikten sonra elde edilen bu iki boyutlu mask'ların programda yer alan 'Calculate' sekmesi sayesinde üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüleri elde edilmektedir. Üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntü eldesinden önce oluşacak görüntünün ('Quality' sekmesi sayesinde) niteliğini belirlememiz gerekmektedir. Programın önerdiği en kaliteli ve doğru görüntü olan 'Optimal' seçeneği işaretlendi ve iki boyutlu mask görüntüsü 'Calculate' edildi. Hastaların tomografi görüntülerini İ-CAT 3D görüntüleme cihazı ile (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) elde ettik. Görüntülerin voksel kalınlığı tomografi filmleri çekilirken 0.3 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. 'Quality' seçeneği, üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsünün program üzerindeki voksel kalınlığını etkilemektedir ve bu da hacimsel olarak değerlerin farklı çıkmasına neden olabilir. 'Medium' ya da 'Low' seçenekleri seçildiğinde rekonstrüksiyon görüntüsünün voksel kalınlığı artmaktadır ve üç boyutlu görüntüler oluşurken iki boyutlu kesitlerdeki görüntülerin oluşturduğu sınırların dışından geçtiği için hacim olduğundan büyük çıkmaktadır. Bizim tomografi görüntülerimiz üzerinde 'Medium' ya da 'Low' seçenekleri seçildiğinde voksel kalınlığı 0.4 mm'den daha büyük çıkmaktadır (şekil 5.1, şekil 5.2).

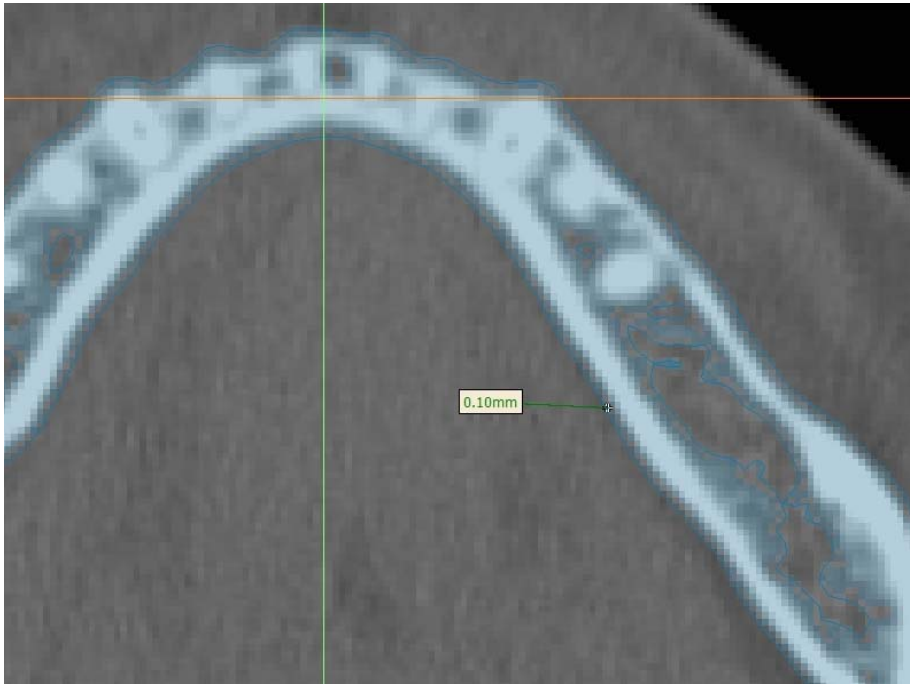


Şekil 5.1. 'Medium' quality seçeneğinde voksel kalınlığı (0.42 mm)



Şekil 5.2. ‘Low’ quality seçeneğinde vksel kalınlığı (1.42 mm)

‘High’ seçeneği seçildiğinde vksel kalınlığı azalmaktadır ve üç boyutlu görüntüler oluşurken iki boyutlu kesitlerdeki görüntülerin oluşturduğu sınırların içinden geçtiği için hacim olduğundan küçük çıkmaktadır. ‘High’ seçeneği seçildiğinde vksel kalınlığı yaklaşık 0.1 mm çıkmaktadır (**Şekil 5.3**).



Şekil 5.3. ‘High’ quality seçeneğinde vksel kalınlığı (0.1 mm)

Başlangıçta İ-CAT 3D cihazında görüntü alınırken voksel kalınlığını 0.3 mm olarak belirlenmiştir. ‘Optimal’ seçeneğini seçtiğimiz zaman voksel kalınlığı bu değerde olduğu için başlangıçta aldığımız görüntüye en yakın değerler bu ‘Quality’ sekmesinde çıkmaktadır. Yani hastalardan tomografi verisi alınırken ayarlanan voksel değeri ile bu görüntüleri üç boyutlu olarak işleyen programlara verileri aktardığımızda seçeceğimiz quality seçeneği sonucunda belirlenen voksel değeri ne kadar uyumlu olursa o kadar çok gerçeğe yakın bir hacim değerleri elde etmiş oluruz.

Daha sonra Mimics® bilgisayar programı yolu ile mandibula kemiğinin hacmi hesaplanmıştır. Program üzerinde mandibulanın üç boyutlu görüntüsünü elde etmek kolaydır, çünkü sadece diş kronları vasıtası ile maksilla ile komşuluğu vardır. İki boyutlu kesitler üzerinde diş kronları silindikten sonra ‘Region Growing’ sekmesi kullanılarak, mandibula kemiği diğer dokulardan kolayca ayrılır.

Program üzerinde maksilla kemiğini segmente etmek mandibula kemiği kadar kolay değildir, çünkü kraniumda yer alan birçok kemikle komşuluğu vardır. Bu amaçla maksilla görüntüsüne yakın bir segmentasyon yapabilmek ve her bir grupta yer alan bireylerin maksilla görüntüleri arasında standardizasyon sağlamak için görüntüler üzerinde düzlemler oluşturup, o düzlemlerin oluşturduğu sınırlardan segmentasyon yapmamız gerekmektedir. Bu amaçla ilk önce maksillanın üst sınırının belirlenmesi gerekmektedir. Uzayda düzlem oluşturmamız için en az 3 noktaya ihtiyacımız vardır. Tomografi görüntüleri üzerinde bu 3 noktayı belirlerken şu hususlara dikkat etmemiz gerekmektedir. Birincisi; seçeceğimiz noktaların güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği iyi olmalıdır. Araştırmacı tarafından kolay tespit edilebilmeli ve tekrarlanabilmelidir. İkincisi ise; yeterli standardizasyonun sağlanabilmesi için RME tedavisinden sonra konum olarak etkilenmemeleri gerekir. Bu amaçla ilk olarak belirlediğimiz nokta kafa tabanında sfenoid kemik üzerinde bulunan ve konumu büyüme, gelişimden ve RME tedavisinden çok az oranda etkilendiğini düşündüğümüz foramen spinosum’ların orta noktası olan ELSA noktasıdır. Bu noktanın bulunduğu konumda yer alan anatomik yapılar, büyüme ve gelişiminin % 85’ini 5 yaşına kadar tamamlamıştır ve kalan kısımda yaşla birlikte büyümeye devam eder (237). Diğer 2 nokta ise sağ ve sol meatus acusticus externus’ların en üst noktalarıdır. Bu 3 noktadan geçen düzlemin standardizasyonu

ve güvenilirliği literatürlerde gösterilmiştir (237, 238, 239). Ayrıca bu düzlem tomografi çalışmalarında tomografi filmlerinin çakıştırılması için de önerilmiştir (237, 238, 239). Daha sonra maksilla kemiğinin segmentasyonu için arka sınırın da oluşturulması gerekmektedir. Bu amaçla PNS noktasından geçen ve üst sınırını oluşturduğumuz düzleme dik olan bir düzlem oluşturduk. PNS noktasını belirlememizin sebebi, araştırmacı tarafından kolayca belirlenebilir ve tekrarlanabilir olmasından dolayıdır. RME uygulandıktan kısa süre sonra değerlendirme gerekiyorsa bu noktanın seçilmesi önerilmemiştir. Çünkü sutura palatina media'da henüz kemikleşme meydana gelmemiştir (238, 240). Çalışmamızda bu noktayı RME tedavisinden 6 ay sonra referans düzlemimize dahil ettik. Elde ettiğimiz bu maksilla parçası sadece sutura zygomaticotemporalis aracılığı ile temporal kemikle bağlantılı halde durmaktadır. Son olarak üç boyutlu görüntü üzerinde bu suturadan da ayırdıktan sonra maksilla kemiğinin üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsünü elde etmiş olduk.

5.3.Bulguların Tartışılması

5.3.1.Hacimsel Ölçümler

Çalışmamızda üç boyutlu görüntüler üzerinde 2 adet hacimsel ölçüm gerçekleştirilmiştir. Mandibula ve maksilla kemiklerindeki hacimsel değişimler ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çalışmamızda tedaviden önce kontrol grubu mandibula hacmi ortalama $49.10 \pm 5.7 \text{ cm}^3$, banded RME grubunda mandibula hacmi ortalama $47.84 \pm 6.6 \text{ cm}^3$, bonded RME grubunda ise mandibula hacmi ortalaması $48.58 \pm 8.2 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Tüm grupların iskeletsel sınıflamasının ortalaması Sınıf I'dir. RME tedavisi yapıldıktan 6 ay sonra alınan tomografiler üzerinde yeniden mandibula hacmi ölçülmüştür. Kontrol grubu tedavi sonrası mandibula hacim ortalaması $49.97 \pm 7.3 \text{ cm}^3$, banded RME grubu tedavi sonrası mandibula hacim ortalaması $48.90 \pm 7.6 \text{ cm}^3$, bonded RME grubu tedavi sonrası mandibula hacim ortalaması $50.12 \pm 9.7 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur.

Literatürde (218, 219, 220, 221, 241, 242) tomografi görüntüleri üzerinde üç boyutlu olarak mandibulanın segmente edilip hacminin hesaplandığı, az da olsa, çalışmalar mevcuttur. Deguchi ve ark. (218) yapmış olduğu çalışmada yaş ortalaması 26.8 ± 7.4 olan ve iskeletsel Sınıf I anomaliye sahip 10 adet bireyin mandibula hacim

ortalaması $39.81 \pm 9.9 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Hastaların yaş ortalamalarının farklı oluşu, segmentasyon ve hacim hesabının yapıldığı bilgisayar programının farklı oluşu gibi faktörlerden dolayı mandibula hacmi ortalaması diğer çalışmalar ile aynı olmayabilir. Araştırmacı ayrıca bireyin anatomik yapısından kaynaklanan farklılıklardan da sonucun farklı çıkabileceğini açıklamıştır. Örneğin; çok uzun ve kemik yapısı belirgin olan bireylerin mandibula hacimlerinin normal bireye oranla daha farklı olabileceğini belirtmiştir. Nair adlı araştırmacının (219) yapmış olduğu çalışmada, Sınıf II anomaliye sahip bireyleri hipodiverjan ve hiperdiverjan olarak ayırmıştır. Yaş ortalamaları 22.3 ± 5.3 olan hiperdiverjan bireylerin mandibula hacim ortalaması $44.41 \pm 6.87 \text{ cm}^3$, yaş ortalaması 19.6 ± 5.7 olan hipodiverjan bireylerin mandibula hacim ortalaması $48.06 \pm 8.57 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Veli ve ark. (220) yapmış olduğu çalışmada tek taraflı ve çift taraflı çapraz kapanışı olan bireyler normal bireyler ile karşılaştırılmıştır. Her bir grup 15 kişiden oluşmaktadır. Tek taraflı çapraz kapanışa sahip bireylerin oluşturduğu grubun yaş ortalaması 13.51 ± 2.03 , mandibula hacim ortalaması $35.07 \pm 5.24 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Çift taraflı çapraz kapanışa sahip bireylerin oluşturduğu grubun yaş ortalaması 13.36 ± 2.12 , mandibula hacim ortalaması $31.41 \pm 4.2 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ise yaş ortalaması 13.46 ± 1.53 , mandibula hacim ortalaması 41.14 cm^3 olarak bulunmuştur. Ancak gruplar oluşturulurken bu hastalarda herhangi bir iskeletsel sınıflama yapılmamıştır.

Çalışmamızda tedaviden önce kontrol grubu maksilla hacmi ortalama $31.44 \pm 5.8 \text{ cm}^3$, banded RME grubunda maksilla hacmi ortalama $29.03 \pm 5.5 \text{ cm}^3$, bonded RME grubunda ise mandibula hacmi ortalaması $26.68 \pm 3.7 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Tüm grupların iskeletsel sınıflamasının ortalaması olarak Sınıf I'dir. RME tedavisi yapıldıktan 6 ay sonra alınan tomografiler üzerinde yeniden maksilla hacmi ölçülmüştür. Kontrol grubu tedavi sonrası maksilla hacim ortalaması $31.83 \pm 4.6 \text{ cm}^3$, banded RME grubu tedavi sonrası maksilla hacim ortalaması $29.61 \pm 4.3 \text{ cm}^3$, bonded RME grubu tedavi sonrası maksilla hacim ortalaması $27.81 \pm 4.9 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur.

Literatürde (218, 219) tomografi görüntüleri üzerinde üç boyutlu olarak maksillanın segmente edilip hacminin hesaplandığı çalışmalar mevcuttur. Deguchi ve ark. (218) yapmış olduğu çalışmada yaş ortalaması 26.8 ± 7.4 olan ve iskeletsel Sınıf

I anomaliye sahip 10 adet bireyin maksilla hacim ortalaması $11.31 \pm 1.9 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Hastaların yaş ortalamalarının farklı oluşu, segmentasyon ve hacim hesabının yapıldığı bilgisayar programının farklı oluşu gibi faktörlerden dolayı maksilla hacmi ortalaması diğer çalışmalar ile benzer olmayabilir. Araştırmacı ayrıca bireyin anatomik yapısından kaynaklanan farklılıklardan da sonucun farklı çıkabileceğini açıklamıştır. Bu çalışmasında maksillanın segmente edilmesi için kullanılan düzlemin bizim kullandığımız düzlemden farklı olmasından dolayı da ortalamalar farklı çıkmıştır. Araştırmacı yapmış olduğu iki çalışmada da (218, 219) maksillayı segmente etmek için kullandığı üst sınır, ANS-PNS noktalarından geçen düzlemdir.

Çalışmamızda tedaviden önceki tomografi verileri ve tedaviden sonraki tomografi verileri karşılaştırılmıştır ve mandibula hacminde değişiklik olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bonded RME, banded RME ve kontrol gruplarında mandibula hacminde artış meydana gelmiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Mandibula hacminin hesaplandığı çalışmaların hiçbirisinde RME apareyi uygulanmamış ve hacim değişikliğine bakılmamıştır (218, 219, 220, 221, 241, 242).

Ancak literatürde (1, 27, 28, 243, 244, 245) RME tedavisi sonrasında mandibulada transversal yönde ark boyunda genişleme olup olmadığını değerlendiren iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüleme yöntemleri kullanılarak değerlendiren çalışmalar mevcuttur. Baysal ve ark. (243) yapmış olduğu çalışmada tomografi kesitleri üzerinde mandibulada transversal yönde yaptıkları lineer ölçümlerde artış görmüşlerdir. Ayrıca ark boyunda transversal yönde artış meydana geldiğini ve mandibula posterior dişlerin kronlarının bukkal yöne doğru dikleştiğini belirtmişlerdir. Bishara ve Staley (8), yapmış oldukları çalışmalarında alt çenedeki dişlerin hızlı üst çene genişletme tedavisi sonrasında bukkal yöne devrildiğini veya sabit kaldığını belirtmişlerdir. Haas (1), üst çene genişletmesi sonrası alt çene dişlerinde meydana gelen etkileri incelemiş ve tüm vakalarda molar dişler arası mesafenin 0.5-2 mm arası arttığını, 5 vakada kanin dişler arası mesafenin değişmediğini, 4 vakada 0.5-1.5 mm arasında arttığını ve bir tanesinde de 0.5 mm azaldığını bulmuştur. Haas (27), apareyin yaptığı kalınlıktan dolayı dilin daha aşağıda konumlandığını ve üst çene genişledikçe buksinatör kasların alt çene bukkal

dişlerinin üzerine olan etkisinin azaldığını dolayısıyla da bu dişlerin labiale doğru dikleştiğini ve sonuçta alt çene arkının genişlediğini rapor etmiştir. Mandibular dentisyonda meydana gelen artışın, maksiller molarlar arası mesafenin genişlemesi ile birlikte dilin rahatlaması ve ağız tabanında yer alması sonucunda oklüzyonun ve kas dengesinin bozulmasıyla açıklanmıştır (1, 14, 246). Mc Namara (28), üst çene arki dar olduğundan dolayı linguale doğru süren alt çene posterior dişlerinin üst çene genişletmesiyle dekompenzasyona uğrayacağını ve alt arkta genişleme olacağını belirtmiştir. Neticede bu çalışmalarda RME sonrasında meydana gelen mandibuladaki değişimler lineer ve anguler ölçümlerle ortaya konmaya çalışılmıştır. Ancak bu artış iskeletsel değil, dişseldir. Mandibuladaki istatistiksel olarak anlamlı olmayan bu hacimsel artışın kontrol grubundaki bireylerde olduğu gibi büyüme gelişimden kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Pfaff ve ark. (242), 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada Pierre Robin sendromlu bireylerde mandibula kemiğine distraksiyon apareyi uygulamışlardır ve mandibula hacminde kontrol grubundaki bireylere göre anlamlı artışlar elde etmişlerdir. Çalışmamızda yer alan bireylerin mandibularına herhangi tedavi uygulanmamıştır.

Çalışmamızda hastalardan alınan ilk tomografi verileri ile ikinci tomografi verileri karşılaştırılmıştır ve maksilla kemiğinin hacminde değişiklik olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bonded RME, banded RME ve kontrol gruplarında ilk tomografiler ile ikinci tomografiler karşılaştırıldığında maksilla hacminde artış meydana gelmiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Maksilla kemiğinin segmente edilip hacim hesabının yapıldığı çalışmalarda RME apareyi uygulanmamıştır ve hacim değişikliğine bakılmamıştır (218, 219). RME tedavisinin sert dokular üzerindeki etkileri iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüleme yöntemleri kullanılarak lineer ve anguler ölçümler ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

Brossman ve ark. (247) 1973 yılında, Macaca Cynomolgus maymunları üzerinde yaptıkları çalışmada, nazal kavitede, palatinal kemiğin iç yüzeyleri, lateral alveoler yapılar ve orbitanın medial duvarlarında yaygın olarak remodelling meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Çok sayıda hayvan ve klinik çalışması ile yapılan inceleme ve ölçümler sonucunda aparey vidası çevrildikçe ortaya çıkan en büyük etkinin alveolar yapılarıdaki lateral eğilmeler olduğu ve bunu midpalatal suturun açılmasının izlediği ortaya konmuştur (1, 28, 167, 206, 222). Rungcharassaeng ve ark. (200), maksiller genişletme sonrası maksiller posterior dişlerin bukkal kemik değişimlerini etkileyen faktörleri araştırdıkları çalışmalarında, hızlı üst çene genişletmesi uygulanmış 30 adet hastadan alınan KIBT'leri incelemişler ve maksiller posterior dişlerin bukkal kron tippingi yaptığını, bukkal kemik kalınlığı ve bukkal marjinal kemik seviyelerinde azalma meydana gelmesinin hızlı üst çene genişletmesinin beklenen ilk etkilerinden olduğunu bildirmişlerdir. Baysal ve ark. (248) KIBT görüntüleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada, pekiştirme periyodu boyunca maksillada bukkal alveolar kemik yıkımının devam ettiği ve kalınlığında azalma meydana geldiği gösterilmiştir. Bizde çalışmamızda maksilla kemiğinde rapid maksiller ekspansiyon tedavisi sonunda remodelling olduğunu düşünmekteyiz.

Yapılan çalışmalarda üst çene genişletmesinin yalnızca midpalatal suturda değil aynı zamanda üst çenenin komşu olduğu diğer kemikler arası suturlarda da değişiklikler oluşturduğu bildirilmiştir (24, 25, 26). Ghoneima ve ark. (26) yapmış oldukları çalışmada, midpalatal suturda ($1.6 \text{ mm} \pm 0.8$), intermaksiller suturda ($1.7 \text{ mm} \pm 0.9$), internazal suturda ($0.6 \text{ mm} \pm 0.3$) anlamlı artışlar bulmuşlardır. Frontozigomatik, zigomatikomaksiller, zigomatikotemporal, pterygomaksiller suturlarda görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır.

Hekimoğlu (249) 2012 yılında yapmış olduğu tez çalışmasında, çalışmamızda kullandığımız hastalara RME apareyini uygulamış ve havayolu hacim değişikliğini incelemiştir. Yapmış olduğu lineer ölçümlerde nazal taban genişliğinde 3.10 mm, sert damak genişliğinde 4.40 mm, dental ark bukkal genişliğinde 6 mm'lik artış bulmuştur. Yavuz ve ark. (250), yaşları 10-14 arasında değişen çocuklarda nazal genişlikte yılda ortalama 1 mm'lik artış olduğunu bildirmişlerdir. Hekimoğlu (249)'nun yapmış olduğu tez çalışmasında, yaklaşık 6-7 aylık bir takip periyodu yapıldığı göz önüne alındığında, nazal genişlikte meydana gelen bu artışın RME işlemine bağlı olduğunu söyleyebiliriz. Björk ve Skieller (251), yapmış oldukları implant çalışmasında 4-20 yaşları arasında maksillada oluşan büyümeyi izlemişler ve maksillanın bu dönemde transversal yöndeki büyüme miktarının ortalama 6.5 mm

olduğunu göstermişlerdir. Üst çenede transversal ve sagittal yöndeki sutural büyümenin 17 yaşında tamamlandığını bildirmişlerdir. Median suturadaki büyümeyle boy artışının aynı grafik özellikleri gösterdiğini bildiren araştırmacılar ayrıca, pubertal büyüme atılımının maksimum olduğu dönemde, sutural büyümenin de maksimum seviyede olduğunu tespit etmişlerdir.

6.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6.1.Sonuçlar

1. RME tedavisi uygulanmış gruplarda maksilla ve mandibula kemik hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış meydana gelmemiştir ($p > 0.05$). 'RME tedavisi maksilla ve mandibula kemik hacmini artırır.' hipotezimiz red olunmuştur.
2. Tüm gruplarda maksilla ve mandibulada kemiksel hacimde artış meydana gelmiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Hiçbir ortodontik tedavi uygulanmamış kontrol grubu bireylerinde 6 ayda meydana gelen ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bu artışın sebebinin bireylerde devam etmekte olan büyüme ve gelişim sonucunda meydana geldiğini düşünmekteyiz. Kontrol grubu ile RME tedavisi uygulanmış bireyler arasında hacimsel değişiklikler bakımından bir fark görülmemiştir ($p > 0.05$).
3. Banded ve bonded RME apareyleri maksilla ve mandibulada meydana getirdiği hacimsel değişiklikler değerlendirildiğinde benzer etkiler oluşturmuştur.

6.1.Öneriler

1. Birey sayısının daha fazla olduğu ve yaş dağılımının daha homojen olduğu çalışmalara ihtiyaç vardır. Çalışmamızda her bir grupta yer alan birey sayısı 15'dir ve yaşları 8 ila 15 arasında değişen bireyler çalışmamıza dahil edilmiştir. Sutural açılmanın derecesi kişiden kişiye, genişletme miktarına ve ihtiyacına, yaşa göre farklılık gösterebilir. Bu da RME tedavisinin etkilerinin bireyden bireye farklı olmasına neden olmaktadır.

Hızlı üst çene genişletmesi iki fazda oluşmaktadır. Birinci faz, suturun ayrılması ile üst çenenin aktif olarak genişlemesi, ikinci faz, palatal suturun reorganizasyonu ve kalsifikasyonudur (1, 203). Hızlı üst çene genişletmesi tedavisi sonunda ortopedik etki elde edebilmek için birinci fazda, suturun yeterli miktarda genişlemesi, ikinci fazda ise, açılan suturun reorganizasyonu için dokuların stabil kalması yani pekiştirme tedavisinin iyi uygulanması gerekmektedir.

Hızlı üst çene genişletmesi işleminde kullanılan apareyler genel olarak kuvveti dişler vasıtasıyla önce periodontal ligamentlere sonra da alveoler kemik ve çene kemiğine iletmektedirler. Bu kuvvetler diş hareketi için gereken kuvveti aştığı zaman diş hareketi yerine iskeletsel hareket oluşmaktadır. Periodontal ligamentler aracılığıyla alveol kemiğine ve palatal kemiklere iletilen bu kuvvet, midpalatal suturun açılmasına sebep olmaktadır. Bu açılma esnasında dişler az miktarda hareket ederken, iskeletsel hareket daha fazla olmaktadır. Üst çene genişletmesi işleminde uygulanan kuvvet miktarı sutural yapıların biyoelastik direncinin altına düştüğü takdirde midpalatal suturun ortopedik ayrılması devam etmez (138, 252). Hızlı üst çene genişletme işlemi, dişler için gerekli olan ortodontik kuvvet limitleri aşıldığı zaman meydana gelmektedir ve uygulanan basınç kuvveti, bir ortopedik kuvvet gibi hareket ederek, periodontal ligamentleri sıkıştırıp alveoler yapıların eğilmesine, ankraj dişlerin devrilmesine ve giderek artan bir şekilde midpalatal suturun açılmasına neden olmaktadır (1, 8, 14, 21, 149).

Hızlı üst çene genişletme işlemi için en ideal yaşın, pubertal büyüme hamlesi süresince veya büyüme hamlesinden önce olduğu bildirilmiştir. Pubertal büyüme hamlesini geçirmiş genç bireylerde intermaksiller suturdaki kemik çıkıntılarının belirgin bir şekilde kenetlenmesi, yüz kemikleri ve maksilla çevresindeki suturaların rijiditelerinin artması, intermaksiller suturada azalan hücre aktivitesi gibi faktörlerden dolayı genişletme işleminde midpalatal suturun açılması zorlaşmaktadır (142, 253, 254). Biederman ve Chem (160)'e göre hasta ne kadar genç ise tedavi sonucu elde edilmesi beklenen etki de o kadar fazla olacaktır.

Midpalatal sutur kemikleşmesinin en erken 15 yaşında, en geç 27 yaşında tamamlandığı, hızlı üst çene genişletmesi işlemi için en uygun yaş döneminin 8-15 yaşları arası olduğu bildirilmiştir (35, 154). Bishara ve Staley (8), en ideal genişletme zamanının 13-15 yaş öncesi olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, daha yaşlı hastalarda da üst çene genişletmesinin yapılabileceğini fakat sonuçların kalıcı olmayacağını ve tahmin edilemez olacağını bildirmişlerdir. Zimring ve Isaacson (230), üst çene genişletmesi sonucu oluşan kuvvetleri incelemişler ve araştırmanın sonucunda, artan yaş ve olgunlaşma ile fasyal iskelet yapının üst çene genişletmesine karşı direncinin artacağını belirtmişlerdir.

Melsen (224), insan kadavrası üzerinde yaptığı histolojik inceleme sonucu, doğumdan erişkinliğe kadar suturanın şekil ve yapısında değişimler olduğunu, doğumda midpalatal suturanın hafif dalgalı ve geniş, yaşın ilerlemesiyle birlikte daha fazla kıvrımlı hale geldiğini bildirmiştir. Melsen (224) bu histolojik çalışmada midpalatal suturanın olgunlaşmasını 3 devreye ayırmıştır. Bu devreler şu şekildedir:

1. Periyot: İnfantil (0-10 yaş) periyot olup; sutur Y şeklinde ve geniş (hudutsuz) şekildedir.
2. Periyot: Jüvenil (10-13 yaş) periyottur ve sutur daha dalgalı bir yapıdadır.
3. Periyot: Adolesan (13-14 yaş) dönem olup sutur artan interdijitasyonla birlikte çok daha kıvrımlı yapıdadır.

Araştırmacı, suturun kızlarda 16 erkeklerde ise 18 yaşına kadar büyümesine devam ettiğini belirtmiştir. Üçüncü dönemde suturu ayırmanın, interdijitasyonda kırık oluşturmadan yapılamayacağı kadar sıkı olduğunu açıklamıştır. Sert damak boyutundaki artışın 13-15 yaşına kadar transvers suturdaki büyüme ve damağın arka bölgesindeki apozisyona bağlı olduğunu, bu yaştan sonra suturdaki büyümenin tamamlandığını ancak apozisyonun birkaç yıl daha devam ettiğini bildirmiştir.

Buna karşın üst çenede yapılacak olan bir genişletme işlemine en fazla direncin yalnızca midpalatal suturda değil, özellikle sfenoid ve zigomatik kemiklerin üst çene ile komşuluklarında olduğu bildirilmiştir (8, 170). İşeri ve ark. (170), en yüksek stres seviyelerinin sfenoid kemiğin pterygoid laminalarının yukarı bölümlerinde ve zigomatik kemiğin ön bölümlerinde olduğunu göstermişlerdir. Dolayısıyla median palatal suturun tam olarak kemikleşmemiş olması bizim açımızdan tek başına fazla bir önem taşımamaktadır. Artan yaş ve olgunlaşma ile fasiyal iskelet yapının üst çene genişletmesine karşı direncinde artma olduğu belirtilmiştir (43, 67). Wertz (20), yaşlanma ile iskeletsel komponentlerin rijiditesinin artacağını ve bunun sonucunda ortopedik etkinin azalacağını bildirmiştir.

Hasta sayımızın sınırlı olmasından dolayı yaşları 8 ila 15 arasında değişen bireyler çalışmamıza dahil edilip gruplar oluşturulmuştur.

2. Gruplar oluşturulurken cinsiyet ayrımı yapılmamıştır. Hasta sayımızın sınırlı olması ve literatürde de RME tedavisinin meydana getirdiği etkilerin incelendiği çalışmaların pek çoğunda, cinsiyet ayrımının dikkate alınmadığı (8, 17, 35, 226) veya

cinsiyet sayılarının bildirilmediği (62, 65) görülmesi nedeniyle çalışmamızda kontrol ve çalışma grupları oluşturulurken cinsiyet ayırımı yapılmamıştır.

RME'nin ortopedik etkileri değerlendirilirken, cinsiyet farklılığının bireysel veya metabolik farklılıklardan kaynaklı bir farklılık yaratabileceği göz önünde tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Haas AJ. The the treatment of maksillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1965; 35: 200-217.
2. Proffit WR, Fields HW. *Contemporary orthodontics* second edition, Mosby-Year Book Inc., 1993, United States of America.
3. Kutin, G.; Hawes, R. R. Posterior Cross-Bites İn The Deciduous And Mixed Dentitions. *Am J Orthod* 1969; 56, 491-504.
4. Ferrario VF, Garattini G, Colombo A, Filippi V, Pozzoli S, Sforza C. Quantitative effects of a nickel-titanium palatal expander on skeletal and dental structures in the primary and mixed dentition: a preliminary study. *Eur J Orthod*, 2003; 25(4): 401-10.
5. Nerder PH, Bakke M, Solow B. The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study. *Eur J Orthod*, 1999; 21(2): 155-66.
6. Wood A. Anterior and posterior crossbite. *J Dent. Child* 1962; 29:280-85.
7. Timms DJ. *Rapid Maxillary Expansion*, Quintessence Publishing Co. Chicago, 1981.
8. Bishara SE. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987; 91:3-14.
9. Compadretti GC, Tasca I, Alessandri-Bonetti G, Peri S, D'Addario A. Acoustic rhinometric measurements in children undergoing rapid maxillary expansion. *Int J Pediatric Otorhinolaryngology*, 2006; 70(1): 27-34.
10. Gray LP. Results of 310 cases of rapid maxillary expansion selected for medical reasons. *The Journal of laryngology and otology.* 1975; 89(6): 601-614
11. Mossaz-Joëlon K, Mossaz CF. Slow maxillary expansion: a comparison between banded and bonded appliances. *Eur J Orthod*, 1989; 11(1): 67-76.
12. Dean LW. The Influence on the nose of widening the palatal arch. *J Am Med Ass* 1909; 52:94.

13. Cotton LA. Slow maxillary expansion: skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod*. 1978; 73:1- 23.
14. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961; 31:73-89.
15. Ekström, C., et al: Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion, *Am. J. Orthod*. 1977; 71: 449.
16. Basciftci FA. Does the Timing and Method of Rapid Maksillary Expansion Have an Effect on the Changes in Nasal Dimesions? *Angle Orthod* 2002; 72:118-123.
17. Memikoglu TU, İseri H. Effects of a bonded rapid maxillary expansion appliance during orthodontic treatment. *Angle Orthod* 1999; 69:251-256.162.
18. Cross DL, McDonald JP. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study, *European Journal of Orthodontics*, 2000; 22:519-528.
19. Christie K, Boucher N, Chung CH. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137:S79-85.
20. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970; 58:41-66.
21. Haas AJ. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970; 57:219-55.
22. Chung CH, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126:569-75.
23. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*, 1966; 36(2): 152-64.
24. Karadede Mİ, Baran S, Akalar M: RME ve baş-yüz kemikleri., IV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresi., 4-9 Eylül 1994, Sunrise, Manavgat, Antalya
25. Gautam P, Valiathan A, Adhikari R. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion: a finite element method study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132:5 e1-11.

26. Ghoneima A, Abdel-Fattah E, Hartsfield J, El-Bedwehi A, Kamel A, Kulaf K. Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140:510-9.
27. Haas AJ. Long-term post treatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod*, 1980; 50: 189-217.
28. McNamara JA, Brudon WL. Orthodontics and dentofacial orthopedics. Ann Arbor: Needham Pres, 2001; 97-110.
29. Lagravere MO, Hansen L, Harzer W, Major PW. Plane orientation for standardization in 3-dimensional cephalometric analysis with computerized tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129:601-4.
30. Mah J, Hatcher D. Current status and future needs in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003; 6:10-6.
31. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, De Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion-tooth tissue-borne versus tooth borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod*, 2005; 75: 548- 557.
32. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, De Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth – tissue borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006; 129: 749- 758.
33. Podessor B, Williams S, Crismani AG, Banteleon HP. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *Eur J Orthod*, 2007; 29: 37- 44.
34. Ballanti F, Lione R, Fnucci E, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Immediate and post-retention effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients. *Angle Orthod*, 2009; 79: 24- 29.
35. Baykara C. Banded ve bonded rapid palatal ekspansiyon aparatlarının dentofasiyal sistemdeki etkilerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, H.Ü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 1999.
36. Asanza S. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod* 1997; 67(1):15-22.

37. Doğru M. Hızlı üst çene genişletmesinin üst solunum yolu direnci üzerine olan etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, D. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır 2000.
38. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos* 1860; 1: 540-544. Alınmıştır: Menon S, Manerikar R, Sinha R. Surgical Management of Transverse Maxillary Deficiency in Adults. *J. Maxillofac. Oral Surg.* 2010; 9(3):241–246.
39. Palaisa J. Use of Conventional Tomography to Evaluate Changes in the Nasal Cavity With Rapid Palatal Expansion.[Master's thesis] 2005.Morgantown, West Virginia, West Virginia University.
40. Landsberger R. Indications for the Expansion of the Maxilla, *Dental Cosmos* 1910; 52:121. Alınmıştır: Johnson B,James A. McNamara, Bandeen R, Baccetti T. Changes in soft tissue nasal widths associated with rapid maxillary expansion in prepubertal and postpubertal subjects. *Angle Orthod.* 2010; 80:995–1001.
41. Pullen HA. Expansion of the dental arch and opening the maxillary suture in relation to the development of the internal and external face. *Dent Cosmos* 1912; 54:509-527. Alınmıştır: Dogru M, Dogru A, Saribas E. Rapid Maksiller Ekspansiyon'un Dişsel ve Yumuşak Doku Etkileri. *Dicle Tıp Dergisi* 2003 Cilt: 30, Sayı:1-4, (39-44).
42. Graber TM. Dentofacial orthopedics. In Graber TM, ed. *Current orthodontics: concepts and techniques*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, Volume II, Ed 2. 1975; 918-88.
43. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. II. Forces present during treatment. *Angle Orthod* 1964; 34: 261-270.
44. Agarwal A, Mathur R. Maxillary Expansion. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* 2010; 3(3):139-146.
45. Wertz RA. Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1968; 38:1-11.
46. Biedermann W. A hygienic appliance for rapid expansion. *J Pract Orthod*, 1968; 2: 67-70. Alınmıştır: Davidovitch M, Efstathiou S,Sarne O, Vardimon A. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127:483-92.

47. Subtelny JD. Oral respiration: facial maldevelopment and corrective dentofacial orthopedics. *Angle Orthod* 1980; 50: 147-164.
48. Arndt WV. Nickel-Titanium palatal expander. *J Clin Orthod* 1993; 27: 129-137. Alınmıştır: Halicioğlu K, Kiki A, Yavuz İ. Maxillary expansion with the memory screw: a preliminary investigation. *Korean J Orthod* 2012; 42(2):73-79.
49. Darendeliler MA, Strahm C, Joho JP. Light maxillary expansion forces with the magnetic expansion device. A preliminary investigation. *Eur J Orthod* 1994; 16:479-490.
50. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1999; 37:268-272.
51. Toroglu S, Uzel E, Kayalioglu M, Uzel i. Asymmetric maxillary expansion (AMEX) appliance for treatment of true unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod*, 2002; 122:164-73.
52. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117:567-70.
53. Moyers R. *Handbook of orthodontics*. 4th edition,. Yearbook Medical Publishers inc, 1988; 147-148.
54. Ülgen M. *Ortodonti anomaliler, sefalometri, etioloji, büyüme ve gelişim, tanı*. İstanbul; T.C. Yeditepe Üniversitesi Yayınları., 2001.
55. Van Keulen C, Martens G, Dermaut L. Unilateral posterior crossbite and chin deviation: is there a correlation? *European Journal of Orthodontics* 2004; 26:283-288.
56. Cleall JF, Bayne DI, Posen JM, Subtelny JD. Expansion of the Midpalatal Suture in the Monkey. *Angle Orthod* 1965; 35:23-35.
57. Betts Nj, Z. V. *Orthognatic Surgery . Surgically Assisted Maxillary Expansion* 2000; Chapter 9[2], 211-227.
58. McNamara JA, Brudon. WL. *Orthodontics and orthopedic treatment in the mixed dentition*. Ann Arbor: Needham Pres Inc; 1996; 131-178. Alınmıştır: Johnson B, James A. McNamara, Bandeen R, Baccetti T. Changes in soft tissue nasal widths associated with rapid maxillary expansion in prepubertal and postpubertal subjects. *Angle Orthod*. 2010; 80:995–1001.
59. Graber TM, Swain BF. *Current orthodontic concepts and techniques*. 1975 ,ed 2, Philadelphia, W.B. Saunders.

60. Proffit. WR, White. RP. Dentofacial problems: Prevalance and treatment need. In Proffit WR, White RP, Sarver DM, eds. Contemporary treatment of dentofacial deformity. St. Louis: Mosby. 2003: 2-28.
61. Hanson MI, Barnard LW, Case JL. Tongue thrust preschool children. Part II:Dental occlusion patterns. Am J Orthod Dentofac Orthop, 1970; 57: 15-22.
62. Da Silva Filho OG, Villas Boas MC,Capelozza L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation.Am.J.Orthod DentofacOrthop, 1991; 100:171-181.
63. Kurol J, Berglund L. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior crossbites in the primary dentition. Eur J Orthod 1992; 14:173-9.
64. Kisling E. Occlusal interferences in the primary dentition.ASDC J Dent Child 1981;48:181-91. Alınmıştır: Kırzioğlu Z, Medine A, Sağlam Ş, Şimşek S. Occlusal Disharmonies of Primary Dentition in a High and a Low Fluoride Area of Turkey. Fluoride 2005; 38(1):57–64.
65. Sandikcioglu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997; 111:321-7.
66. Nur B, İlhan D, Fişekçioğlu E, Oktay İ, Arun T. Prevalence of Orthodontic Malocclusion and Evaluation Criteria in 7 Geographic Regions of Turkey. Turkish J Orthod 2014; 26:154–161.
67. Moyers Re. Handbook Of Orthodontics. Yearbook Medical Publishers, İnc 3th Ed., 1973. 313-316.
68. Gross, A. M.; Kellum, G. D.; Michas, C.; Franz, D.; Foster, M.; Walker, M.; Bishop, F. W. Open-Mouth Posture And Maxillary Arch Width İn Young Children: A Three-Year Evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994; 106, 635-640.
69. Hartgerink, D. V.; Vig, P. S.; Abbott, D. W. The Effect Of Rapid Maxillary Expansion On Nasal Airway Resistance. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1987; 92, 381-389.
70. Proffit Wr. Contemporary Orthodontics . Contemporary Orthodontics 3rd Ed.[St. Louis, C.V. Mosby Co.]. 2000.
71. Cassidy, K. M.; Harris, E. F.; Tolley, E. A.; Keim, R. G. Genetic Influence On Dental Arch Form İn Orthodontic Patients. Angle Orthod 1998; 68, 445-454.

72. Keçik D, Demir T, Çehreli S B. Süt Ve Karma Dişlenme Döneminde Transvers Yön Sorunları: Posterior Çapraz Kapanış. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 10[1]. 2007.
73. Thilander B, Wahlund S, Lennartson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior crossbite. Eur .J Orthod, 1984; 6:,25-34.
74. Harvold EP, Chierici G, Vargervik K. Experiments on the development of dental malocclusions. Am J Orthod 1972; 61:38-44.
75. Oulis CJ, Vadiakas GP, Ekonomides J, Dratsa J. The effect of hypertrophic adenoids and tonsils on the development of posterior crossbite and oral habits. J Clin Pediatr Dent 1994; 18:197-201.
76. Fried KH. Palate-tongue relativity. Angle Orthod 1971; 41:308-23.
77. Trotmann C, McNamara, Dibbets J, Weele L. Association of lip posture and the dimensions of the tonsils and saggital airway with facial morphology. The Angle Orthodontics. 1997; 67-6.
78. Suri, L., Taneja, P. Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion: A Literature Review. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2008; 133, 290-302.
79. Marshall Sd, S. K. S. T. Early Transverse Treatment. Semin Orthod 2005; 11, 130-139.
80. Mcnamara, J. A. Maxillary Transverse Deficiency. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2000; 117, 567-570.
81. Ülgen M. Ortodontik Tedavi Prensipleri. Ankara 2005.
82. Karanth D, Jayade V.F. An odontometric study of a Tibetan population. Australian Orthodontic Journal. 15; 2-96.
83. Staley RN, Stuntz WR, Peterson LC. A comparison of arch widths in adults with normal occlusion and adults with Class II ,Division 1 malocclusion. Am J Orthod Dentofac Orthop, 1985; 88: 163-169.
84. Lagravere, M. O.; Major, P. W.; Flores-Mir, C. Long-Term Dental Arch Changes After Rapid Maxillary Expansion Treatment: A Systematic Review. Angle Orthod 2005; 75, 155-161.
85. Cureton, S. L.; Cuenin, M. Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion: Orthodontic Preparation For Clinical Success. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 1999; 116, 46-59.

86. Altug Atac, A. T.; Karasu, H. A.; Aytac, D. Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion Compared With Orthopedic Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthod.* 2006; 76, 353-359.
87. Arndt, W. V. Nickel Titanium Palatal Expander. *J Clin. Orthod* 1993; 27, 129-137.
88. Loddi, P. P.; Pereira, M. D.; Wolosker, A. B.; Hino, C. T.; Kreniski, T. M.; Ferreira, L. M. Transverse Effects After Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion In The Midpalatal Suture Using Computed Tomography. *J. Craniofac. Surg.* 2008; 19, 433-438.
89. Uzel İ., Enacar. A. Ortodontide Sefalometri. Yargıçoğlu Matbaası, 1984. Ankara 55-57.
90. Alexander Jacobson, R. L. J. Radiographic Cephalometry: From Basics To 3-D Imaging; 2006.
91. Hajeer Y. M. ,Millet T.D.,Ayoub F.A.,Siebert P.J.Applications of 3D imaging in orthodontics:Part I *Journal of Orthodontics*, 2004; Vol.31, 62-70.
92. Kau, C. H.; Zhurov, A.; Richmond, S.; Cronin, A.; Savio, C.; Mallorie, C. Facial Templates: A New Perspective In Three Dimensions. *Orthod Craniofac. Res.* 2006; 9, 10-17.
93. Khambay, B.; Nebel, J. C.; Bowman, J.; Walker, F.; Hadley, D. M.; Ayoub, A. 3d Stereophotogrammetric Image Superimposition Onto 3d Ct Scan Images: The Future Of Orthognathic Surgery. A Pilot Study. *Int. J Adult. Orthodon. Orthognath. Surg.* 2002; 17, 331-341.
94. Matteson S,Deahl S,Adler M, Nummikoski P. Advanced imaging methods.*Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 1996; 7:346-395.
95. Vander Pluym J, Shan W.W, Taher Z, Beaulieu C, Plewes C, Peterson A.E, Beattie O.B, Bamforth J.S. Use of Magnetic Resonance Imaging to Measure Facial Soft Tissue Depth. *Cleft Palate–Craniofacial Journal*, January 2007; 44-1.
96. White SC, Pharaoh MJ. The evaluation and application of dental maxillofacial imaging modalities. *Dent Clin N Am*, 2008; 52: 689- 705.
97. Hunsfield GN. Computerized transverse scanning (tomography).1.Description of system. *Br J Radiol*, 1973; 46: 1016- 22.

98. Hatcher David C. ,Aboudara Cameron L. Diagnosis goes digital Am J Orthod 2004; 125:512-5
99. Ünal D. Tıpta kullanılan görüntüleme teknikleri, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 2008.
100. Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, Ren Y. Accuracy and reliability of facial soft tissue depth measurements using cone beam computer tomography. Forensic Sci Int, 2010; 6: 1- 6.
101. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. Semin Orthod, 2009; 15: 2- 13.
102. Mommaerts MY, Moerenhout BA. Reliability of clinical measurements used in the determination of facial indices. J Craniomaxillofac Surg, 2008; 36: 279- 284.
103. Posnick JC, Al- Qattan MM, Moffat SM, Armstrong D. Cranio- Orbito- Zygomatic measurements from standart CT scans in unoperated Treacher Collins syndrome patients: Comparison with normal controls. Cleft Palate Craniofac J, 1995; 32: 20- 24.
104. Shimofusa R, Yamamoto S, Horikoshi T, Yokota H, Iwase H. Applicability of facial soft tissue thickness measurements in 3- dimensionally reconstructed multidetector- row CT images for forensic anthropological examination. Legal Medicine, 2009; 11: 256- 259.
105. Kishi K, Hasegawa I, Shigehara H, Wakasa T, Honda Y, Arita ES. Clinical applications of 3- D CT and 3- D plastic model in the maxillo-facial region. Oral Radiol, 1997; 13: 21- 27.
106. Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone- beam computed tomographs. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2010; 137: 100- 8.
107. Swennnen GR, Schutyser F. Three- dimensional cephalometry: spiral multi- slice vs cone- beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2006; 130: 410- 6.
108. Silverman PM, Kalender WA, Halze JD. Common terminology for single and multislice helical CT. AJR Am J Roentgenol, 2001; 176:1135- 6.
109. Goldman LW. Principles of CT: Multislice CT. J Nucl Med Technol, 2008; 36: 57- 68.

110. Caloss R, Atkins K, Stella JP. Three- dimensional imaging for virtual assessment and treatment simulation in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 2007; 19: 287- 309.
111. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod*, 2009; 15: 2- 13.
112. Scarfe WC, Farman AG. What is cone- beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*, 2008; 52: 707- 730.
113. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of head and neck. Part 2: Clinical applications. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2009; 30: 1285- 92.
114. Grauer D, Cevidanes LSH, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orhtod Dentofacial Orthop*, 2009; 136: 460- 70.
115. Quintero Carlos J, Trosien A, Hatcher D, Kapila S.Craniofacial imaging in orthodontics:Historical perspective,current status, and future devlopments *The Angle Orthodontist*, 1990; Vol.69 No.6.
116. Rogers LF. Radiation exposure in CT: why so high? *Am J Roentgenol* 2001; 177: 277.
117. Sukovic P.Cone Beam computed tomography in craniofacial imaging.*Orthod Craniofac Res* 2003 ; 6 Suppl 1:31-6;discussion 179-82.
118. Müssig E,Woertche R,Lux CJ.Indications for digital volume tomography in orthodontics. *J Orofac.Orthop* 2005; 66:241-9.
119. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new anaalysis of craniofacial morphology by 3- dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2006; 129: 600.e23- 600.e34.
120. Bjerklin K,Ericson S. How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines. *Angle Orthod*, 2006; 76: 43- 51.
121. Monahan R, Seder K, Pravin P, Adler M, Grud S, O"Gara M. Hemifacial microsomia: Etiology, diagnosis and treatment. *J Am Dent Assoc*, 2001; 132: 1402- 1408.
122. Hechler SL. Cone beam CT: Application in orthodontics. *Dent Clin North Am*, 2008; 52: 809- 23.

123. Terajima M, Nakasima A, Aoki Y, Goto TK, Tokumori K, Mori N, Hoshino Y. A 3-dimensional method for analyzing the morphology of patients with maksillofasiyal deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009; 136: 857- 67.
124. Harrell WE. 3D diagnosis and treatment planning in orthodontics. *Semin Orthod*, 2009; 15: 35- 41.
125. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, Farman AG. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: Comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007; 132: 429- 38.
126. Bailey LJ, Cevidanes LH, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004; 126: 273–7.
127. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A threedimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2003; 6 Suppl 1: 173–5.
128. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Htacher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009; 108: 768- 776.
129. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for presurgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 2003; 31: 825–33.
130. Hamada Y, Kondoh T, Noguchi K, et al. Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. *Cleft Palate Craniofac J* 2005; 42: 128–37.
131. Kim NK, Lee C, Knag SH, Park JW, Kim MJ, Chang YI. A three dimensional analysis of soft and hard tissue changes after mandibular setback surgery. *Comput Methods Programs Biomed*, 2006; 83: 178- 187.
132. White SC, Pae EK. Patient image selection criteria for cone beam computed tomography imaging. *Semin Orthod*, 2009; 15: 19- 28.
133. Maki K, Miller AJ, Okano T, Hatcher D, Yamaguchi T, Kobayashi H, Shibasaki Y. Cortical bone mineral density in asymmetrical mandibles: a three- dimensional quantitative computed tomography study. *Eur J Orthod*, 2001; 23: 217- 232.
134. Brooks SI Cbct Dosimetry: Orthodontic Considerations. *Semin Orthod* 2009; 14-18.

135. Bottollier-Depois JF, Tromprier F, Clairand I, et al. Exposure of aircraft crew to cosmic radiation: on-board intercomparison of various dosimeters. *Radiat Prot Dosimetry* 2004; 110: 411–15.
136. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Skeletal and dental changes with fixed slow maxillary expansion treatment: a systematic review. *J Am Dent Assoc* 2005; 136:194-9.
137. Mew J. In favor of semirapid expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112:20A-21A.
138. Storey E. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod* 1973; 64:229-47.
139. Skieller V. Expansion of the midpalatal suture by removable plates, analysed by the implant method, *Trans. Eur. Orthod. Soc*, pp. 143, 1964. Alınmıştır: Perillo L, Rosa A, Iaselli F, Fabrizia A, Grassia V. Comparison between rapid and mixed maxillary expansion through an assessment of dento-skeletal effects on posteroanterior cephalometry. *Progress in Orthodontics* 2014; 15:46
140. Hicks EP. Slow maxillary expansion: A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am. J. Orthod.* 1978; 73: 121.
141. Harberson VA, Myers DR. Midpalatal suture opening during functional posterior crossbite correction. *Am. J Orthod Dentofac Orthop*, 1978; 74:310-313.
142. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am. J. Ortod.* 1982; 81:32-37.
143. Mew, J R. C.: Bio-block therapy *Am. J. Orthod.* 1979;76: 29-50.) (Mew JR. Semirapid maxillary expansion. *Br Dent J* 1977; 143:301-6.
144. Mew J. Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod* 1983; 83:56-61.
145. İseri H, Ozsoy S. Semirapid maxillary expansion a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod* 2004; 74:71-78.
146. İşeri H, Tekkaya AE, Öztan Ö, Bilgiç S. Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method, *European Journal of Orthodontics*, 1998; 20(4):347-356.
147. Ramoğlu S.İ. Karma Dentisyon Döneminde Modifiye Akrilik Bonded Aparey ile Yapılan Hızlı ve Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dentofasiyal Yapılar

Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Konya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi Konya 2006.

148. Lamparski DG, Jr, Rinchuse DJ, Close JM, Sciote JJ. Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123:321-328.

149. Greenbaum KR, Zacrisson BU. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod.* 1982; 81:12-21.

150. McNamara JA. Early intervention in the transverse dimension: is it worth the effort? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121:572-4.

151. Gianelly AA. Rapid palatal expansion in the absence of crossbites: added value? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124:362-5.

152. Da Silva Filho OG, Magro AC, Capelozza Filho L. Early treatment of the Class III malocclusion with rapid maxillary expansion and maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113:196-203.

153. Warren DW, Hershey HG, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM. The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91:111-6.

154. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15-35 years of age. *Am. J. Orthod* 1977; 72:42.

155. Chaconas, SJ, and de Albay Levy, J. A.: Orthopedic and orthodontic applications of the quad-helix appliance, *Am. J. Orthod.* 1977; 72: 422.

156. Salzmann JA. *Practice of orthodontics*,2. Philadelphia and Montreal: J. B. Lippincott Company, 1966; 931.

157. Spahl TJ, Witzig JW. The clinical management of basic maxillofacial orthopedic appliances. Hong Kong: Year Book Medical Publishers.1987; 279-417.

158. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod* 2000; 70:129-144.

159. Bell RA and LeCompte EJ. The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during the deciduous and mixed dentitions, *Am. J. Orthod.* 1981; 79: 152.

160. Biedermann W, Chem B. Rapid correction of class III malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1973; 63: 47-55.
161. Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon AD. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2005; 127:483-492.
162. Cozza P, Giancotti A, Petrosino A. Butterfly expander for use in the mixed dentition, *Journal of Clinical Orthodontics*. 1999; 33(10):583-587.
163. Schneidman E, Wilson S, Erkis R. Two-point rapid palatal expansion: an alternate approach to traditional treatment. *Pediatric Dentistry*: 1990; Volume 12, Number 2.
164. Başçiftçi FA, Karaman AI. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2002; 72:61-71.
165. Akkaya S, Lorenzon S, Üçem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod* 1998; 20:255-61.
166. Howe RP. Palatal expansion using a bonded appliance. Report of a case. *Am J Orthod* 1982; 82:464-468.
167. Spolyar JL. The design, fabrication, and use of a full-coverage bonded rapid maxillary expansion appliance. *Am J Orthod*, 1984; 86(2): 136-45.
168. Vardimon AD, Graber TM, Voss LR. Stability of magnetic versus mechanical palatal expansion. *Eur J Orthod* 1989; 11:107-15.
169. Karaman AI. The Effects of nitanium maxillary expander appliances on dentofacial structures. *Angle Orthodontist*, 2002; 72(4):344-354.
170. Iseri H, Özsoy S. Semirapid maxillary expansion - a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod* 2004; 74:71-78.
171. Halicioğlu K, Kiki A, Yavuz İ. Maxillary expansion with the memory screw: a preliminary investigation. *Korean J Orthod* 2012; 42(2):73-79.
172. Halicioğlu K. Hafızalı Vida ve Hyrax vidası ile yapılan Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dentofasiyal Yapılar Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Erzurum 2009.

173. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1980; 77:500-7.
174. Braun S, Bottrel JA, Lee KG, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118:257-261.
175. Muguera OE, Shapiro PA. Palatal mucoperiostomy an attempt to reduce relapse after slow maxillary expansion, *Am. J. Orthod.*1980; 78: 548.
176. Oliveira NL, Da Silveira AC, Kusnoto B, Viana G. Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: A comparison of 2 kinds of palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126:354-62.
177. Silva OG, Boas MCV, Capelozza L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentition: A cephalometric evaluation. *Am J Orthod*, 1991; 100: 171-179.
178. White RE. A cephalometric appraisal of changes in the maxillofacial complex resulting from palatal sutura expansion utilizing fixed appliance therapy. *Am J Orthod* 1972; 61:527-38.
179. Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod*, 1989; 95: 462-466.
180. Wendling LK, McNamara JA Jr, Franchi L, Baccetti T. A prospective study of the short-term treatment effects of the acrylic-splint rapid maxillary expander combined with the lower Schwarz appliance. *Angle Orthod*, 2005; 75(1):7-14.
181. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2002; 72:61-71.
182. Kiliç N, Kiki A, Oktay H, Erdem A. Effects of rapid maxillary expansion on Holdaway soft tissue measurements. *European Journal of Orthodontics*. 2008; 30: 239-243.
183. Karaman A I., Basciftci F A., Gelgör I., Demir A. Examination of soft tissue changes after rapid maxillary expansion. *World Journal of Orthodontics*. 2002; 3:217-222.
184. Tindlund R S, Rygh P. Soft-tissue profile changes during widening and protraction of the maxilla in patients with cleft lip and palate compared with normal growth and development. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 1993; 30:454-468.

185. Johnson B M., McNamara JA. Jr., Bandeen R L.; Baccetti T. Changes in soft tissue nasal widths associated with rapid maxillary expansion in prepubertal and postpubertal subjects. *Angle Orthod.* 2010; 80:995-1001.
186. Halazonetis DJ., Katsavrias E., Spyropoulous MN. Changes in cheek pressure following rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 1994; 16:295-300.
187. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod* 2004; 26:403-9.
188. Kurol J, Modin H, Bjerkhoel A. Orthodontic maxillary expansion and its effect on nocturnal enuresis. *Angle Orthod* 1998; 3:225-232.
189. Schutz-Fransson U, Kurol J. Rapid maxillary expansion effects on nocturnal enuresis in children: a follow-up study. *Angle Orthod* 2008; 78:201-8.
190. Ceylan I, Oktay H, Demirci M. The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *Angle Orthod* 1996; 66:301-7.
191. Laptok T. Conductive hearing loss and rapid maxillary expansion. Report of a case. *Am J Orthod* 1981; 80:325-31.
192. Taçpınar F, ŪçuncŪ H, Bishara SE. Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss. *Angle Orthod* 2003; 73:669-73.
193. Kılıç N, Kiki A, Oktay H, Selimoğlu E. Effects of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *Angle Orthod* 2008; 78:409-14.
194. Moss JP. Rapid expansion of the maxillary arch. II. Indications for rapid expansion. *J Pract Orthod*, 1968; 2(5): 215-223.
195. Derichsweiler H. Gaumennahterweiterung. MŪnchen: Carl Hanser Verlag; 1956. Alınmıştır: Doruk C, Bıçakçı AA, Başıftıçı FA. Agar U, Babacan HA. Comparison of the Effects of Rapid Maxillary Expansion and Fan-Type Rapid Maxillary Expansion on Dentofacial Structures. *Angle Orthod* 2004; 74:184-194.
196. Hershey HG, Steward BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976; 69:274-284.
197. Akkaya S, GŪlsen A, Taner-Sarisoy L, Balos B. Evaluation of the effects of maxillary expansion of the nasopharyngeal area, *World Journal of Orthodontics*, 2002; 3:211-216.
198. Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Transactions of the Eur*

- Orthod Soc. 1971; 263-271. Alınmıştır: Doğru M. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Üst Solunum Yolu Direnci Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Dicle Üniversitesi. Diş Hekimliği Fakültesi. 2000.
199. Enacar A. Özgen M. Köseoglu OT. Kökden M. Cerrahi rapid maksiller ekspansiyon. Türk Ortodonti Dergisi. 1993; 6(1):56-63.
200. Rungcharassaeng K. Caruso J. M. Kan J. Y. K. Kim J. Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132:428.e1-428.e8.
201. Kayhan F, Demirel D, Küçükkeleş N, Çermik H, Küllü S. Rapid palatal ekspansiyon sonrasında pulpada görülen histolojik değişikliklerin değerlendirilmesi. Türk OrtDerg 1997; 10(3):272-278.
202. Baysal A. Karadede Mİ. Hekimoglu S. Ucar F. Ozer T. Veli I. Uysal T. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. Angle Orthod. Angle Orthod. 2012; 82:488-494.
203. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. III. Forces present during retention. Angle Orthod 1965; 35: 170-186.
204. Stambach HK, Cleall JF. The effects of splitting the midpalatal suture on the surrounding structures. Am J Orthod Dentofac Orthop, 1964; 50:923-924.
205. Parker W. Expansion never holds or does it. Am J Orthod Dentofac Orthop 1994; 106:206-9.
206. Ekström C, Henrickson CO, Jensen R. Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. Am J Orthod, 1977; 71: 449-455.
207. Bartzela T. Jonas I. Long-term Stability of Unilateral Posterior Crossbite Correction. Angle Orthodontist. 2007; 77; 237-243.
208. Sarnas KV, Björk A, Rune B. Long-term effect of rapid maxillary expansion studied in one patient with the aid of metallic and roentgen stereometry. Eur. J Orthod. 1992; 14(6):427-32.
209. Timms DJ. Long term follow-up of cases treated by rapid maxillary expansion. Trans Eur Orthod Soc. 1976: pp. 211-215. (Alınmıştır: Cenk D. Bıçakçı A.A. Rapid Maksiller Ekspansiyon. C.Ü. Dişheçliği Fakültesi Dergisi. 2000; 3;2 pp. 110-113.

210. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Am.J.Orthod.* 1977; 71:367-381.
211. Turgut B, Hatipoğlu S, Doğruyol Ş. *Hareket Sistemi Anatomisi*. Ankara, Nobel Yayınları; 1998
212. Pavlin D, Vukicevic D. Mechanical reactions of facial skeleton to maxillary expansion determined by laser holography. *Am J Orthod*, 1984; 85(6): 498-507.
213. Doruk C, Sökücü O, Sezer H, Canbay EI. Evaluation of nasal airway resistance during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry. *Eur J Orthod*, 2004; 26(4): 397-401.
214. Warren DW, Hairfield WM, Seaton D, Morr KE, Smith LR. The relationship between nasal airway size and nasal-oral breathing. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1988; 93: 289-293.
215. Zeng J, Gao X. A prospective CBCT study of upper airway changes after rapid maxillary expansion. *Internal Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2013; 77:1805-1810.
216. Chang Y, Koenig L, Pruszynski J, Bradley T, Bosio J, Liuf D. Dimensional changes of upper airway after rapid maxillary expansion: A prospective cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143:462-70.
217. Garrett BJ, Caruso JM, Rungharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2008; 134(1): 8.
218. Deguchi T, Katashiba S, Inami T, Foong K, and Huak C. Morphologic quantification of the maxilla and the mandible with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137:218-22.
219. Nair R, Deguchi T Sr., Li X, Katashiba S, Chan YH. Quantitative analysis of the maxilla and the mandible in hyper- and hypodivergent skeletal class II pattern. *Orthod Craniofac Res* 2009; 12:9–13.
220. Veli I, Uysal T, Ozer T, Ucar F, Eruz M. Mandibular asymmetry in unilateral and bilateral posterior crossbite patients using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2011; 81:966–974.

221. Veli I, Uysal T, Ucar F, Eruz M, Ozer T. Cone-beam computed tomography assessment of mandibular asymmetry in unilateral cleft lip and palate patients. *Korean J Orthod* 2011; 41(6): 431-439.
222. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA Jr. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*, 2001; 71(5): 343-50.
223. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci F. Rapid Maxillary Expansion. Is it Better in the Mixed or in the Permanent Dentition? *Angle Orthod* 2003; 73:654–661.
224. Melsen B. Palatal growth study on human autopsy material: A histologic microradiographic study. *Am J Orthod* 1975; 68:42-54.
225. McDonald RE, Avery DR. *Dentistry for the child and adolescent*. 6th Edition, Mosby-Year Book Inc., United States of America. 1994.
226. Velazquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the longterm effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109:361-7.
227. Pinkham JR. *Pediatric dentistry: Infancy through adolescence*, Second edition, W.B Saunders Company, United States of America. 1994.
228. Schuster G, Borel-Scherf I, Schopf PM. Frequency and complications in the use of RPE appliances-results of a survey in the Federal State of Hesse, Germany. *J Orofac Orthop* 2005; 66:148-61.
229. Erverdi N, Okar I, Küçükkeleş N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106:47-51.
230. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. III. Forces present during retention. *Angle Orthod* 1965; 35: 170-186.
231. Akkaya S, Lorenzon S, Üçem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod* 1999; 21:175-80.
232. Ciambotti C, Ngan P, Durkee M, Kohli K, Kim H. A comparison of dental and dentoalveolar changes between rapid palatal expansion and nickel-titanium palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119:11-20.
233. Moerenhout BAMML, Gelaude F, Swennen GRJ, Casselman JW, Van Der Sloten J, Mommaerts MY. Accuracy and repeatability of cone-beam computed tomography (CBCT) measurements used in the determination of facial indices in the

- laboratory setup. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery*. 2009; 37(1): 18-23. European Association for Cranio-Maxillofacial Surgery.
234. Thayyil S, Schievano S, Robertson NJ, Jones R, Chitty LS, Sebire NJ. A semi-automated method for non-invasive internal organ weight estimation by post-mortem magnetic resonance imaging in fetuses, newborns and children. *European journal of radiology*, 2009; 72(2): 321-6.
235. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod*, 2009; 15: 2- 13.
236. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3- dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2006; 129: 600.e23- 600.e34.
237. Lagravère M, Major P. Proposed reference point for 3-dimensional cephalometric analysis with cone-beam computerized tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2005; 128:657-60.
238. Lagraverea M, Gordon J, Guedesc I, Flores-Mird C, Careye J, Heof G, Major P. Reliability of Traditional Cephalometric Landmarks as Seen in Three-Dimensional Analysis in Maxillary Expansion Treatments. *Angle Orthod*. 2009; 79:1047–1056.
239. Lagravère M, Secanell M, Major P, Carey J. Optimization analysis for plane orientation in 3-dimensional cephalometric analysis of serial cone-beam computerized tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 111:771-777.
240. Manuel L; Jillian M. G; Ines G; Carlos Flores-Mird; Jason C; Giseon H; Paul M. Reliability of Traditional Cephalometric Landmarks as Seen in Three-Dimensional Analysis in Maxillary Expansion Treatments. *Angle Orthod*. 2009; 79:1047–1056.
241. Katayama K, Yamaguchi T, Sugiura M, Haga S, Maki K. Evaluation of mandibular volume using cone-beam computed tomography and correlation with cephalometric values. *Angle Orthod*. 2014; 84:337–342.
242. Pfaff M, Metzler P, Kim Y, Steinbacher D. Mandibular volumetric increase following distraction osteogenesis. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery* 2014; 67:1209-1214.

243. Baysal A, Veli I, Ucar F, Eruz M, Ozer T, Uysal T. Changes in mandibular transversal arch dimensions after rapid maxillary expansion procedure assessed through cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod* 2011; 41(3):200-210.
244. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965; 35:200-17.
245. Gryson JA. Changes in mandibular interdental distance concurrent with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1977; 47:186-92.
246. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 97:194-9.
247. Brossman RE, Benneth CG, Merrow WW. Facioskeletal remodelling resulting from rapid palatal expansion in the monkey (*macaca cynomolgus*). *Arch Oral Biol* 1973; 18:987-994.
248. Baysal A, Uysal T, Ilknur Veli I, Torun Ozer T, Karadede I, Hekimoglu S. Evaluation of alveolar bone loss following rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography. *Korean J Orthod* 2013; 43(2):83-95.
249. Hekimoğlu S. Rapid Maksiller Ekspansiyon Yapılmış Hastalarda Solunum Yolu Değişikliklerinin Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi. Doktora tezi. 2012, Diyarbakır.
250. Yavuz İ, İktal A, Baydaş B, Ceylan İ. Longitudinal posteroanterior changes in transverse and vertical craniofacial structures between 10 and 14 years of age. *Angle Orthod* 2004; 74:624-9.
251. Björk A, Skieller V. Growth in width of the maxilla studied by the implant method. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1974; 8:26-33.
252. Isaacson RJ, Wood JL, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. I. Design of the force measuring system. *Angle Orthod* 1964; 34:256-60.
253. Brin I, Hirshfeld Z, Shanfeld JL, Davidovitch Z. Rapid palatal expansion in cats: Effect of age on sutural cyclic nucleotids. *Am. J Orthod* 1981; 79:162-175.
254. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am. J Orthod* 1975; 67:44-56.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Ankara'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Nurettin Ersin İlköğretim okulunda tamamladım. Lise öğrenimimi Ankara Süleyman Demirel Anadolu Lisesinde 2003 yılında tamamladım. 2004 yılında Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde eğitim görmeye başladım. 2009 yılında yüksek lisans eğitimimi tamamladım, aynı yıl içerisinde Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda doktora programına başladım. Halen Dicle Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya devam etmekteyim.



