



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİMDALI BAŞKANLIĞI

**ERİŞKİN BİREYLERDE MİDPALATAL SUTUR
MATURASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt.Esra BOZDOĞAN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2022



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİMDALI BAŞKANLIĞI

**ERİŞKİN BİREYLERDE MİDPALATAL SUTUR
MATURASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt.Esra BOZDOĞAN

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr. Serkan GÖRGÜLÜ

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2022

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına;

“Erişkin Bireylerde Midpalatal Suture Maturasyonunun Değerlendirilmesi” konulu bu çalışma jürimiz tarafından Ortodonti Anabilim Dalı’nda Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Serkan GÖRGÜLÜ**

Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi

Ortodonti AD. Bşk.

Üye: Prof. Dr. Ufuk Toygar MEMİKOĞLU

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Ortodonti AD. Öğr. Üyesi

Üye: Prof. Dr. Ümit KARAÇAYLI

Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi

Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi AD.

ONAY : Dt. Esra BOZDOĞAN’ın 03.03.2022 tarihinde savunduğu bu tez Akademi Kurulu’nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Serpil KARAOĞLANOĞLU

Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince sabır ve özveri ile bana yol gösteren bilgi ve klinik tecrübesiyle desteğini esirgemeyen tez danışmanım ve Anabilim Dalı Başkanımız **Sayın Prof. Dr. Serkan GÖRGÜLÜ**'ye ;

Eğitimim süresince benimle bilgi ve deneyimlerini paylaşan, her zaman desteğini hissettiğim değerli hocalarım **Sayın Doç. Dr. Gökhan Serhat DURAN** ve **Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kübra Gülnur TOPSAKAL**'a;

Eğitim süreci ve ortodonti klinik çalışmaları sırasında beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm uzman, asistan ve bölüm çalışanı arkadaşlarıma;

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmamın tüm aşamalarında yanımda olan ve beni hep destekleyen, yardımını hiç esirgemeyen sevgili eşim **Harun BOZDOĞAN**'a ve canım çocuklarım **Eylül BOZDOĞAN** ve **Yahya Giray BOZDOĞAN**'a;

Hayatım boyunca bana destek olup bugünlere gelmemi sağlayan annem **Semanur GÜLER** ve babam **Şükrullah GÜLER**'e, teşekkür eder, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Esra BOZDOĞAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
RESİM LİSTESİ	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	xi
1 GİRİŞ VE AMAÇ	1
2 GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 MAKSİLLER YAPILARIN BÜYÜME VE GELİŞİMİ	4
2.1.1 Maksiller Yapıların Prenatal Büyüme ve Gelişimi	4
2.1.2 Maksiller Yapıların Postnatal Büyüme ve Gelişimi.....	6
2.2 MAKSİLLA ANATOMİSİ.....	11
2.3 ÜST ÇENEYİ İLGİLENDİREN MALOKLÜZYONLAR.....	12
2.3.1 Sagittal Yöndeki Maloklüzyonlar	12
2.3.2 Vertikal Yöndeki Maloklüzyonlar	13
2.3.3 Transversal Yöndeki Maloklüzyonlar	14
2.4 TRANSVERSAL YÖN ANOMALİLERİNİN TEDAVİSİ	16
2.4.1 Yavaş Üst Çene Genişletmesi	16
2.4.2 Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi	17
2.4.3 Hızlı Üst Çene Genişletmesi	17
2.4.4 Mikro-İmplant Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi (MARPE)	18
2.4.5 Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi (SARPE).....	20
2.5 ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	21
2.5.1 Bilgisayarlı Tomografi	21
2.5.2 Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT).....	22
2.6 MİDPALATAL SUTUR MATURASYON AŞAMALARININ	
SINIFLANDIRILMASI.....	24

2.7	FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ	27
2.7.1	Tanım	27
2.7.2	Yöntem	29
2.7.3	Fraktal Analiz Yönteminin Tıp ve Diş Hekimliğinde Kullanılması 34	
3	GEREÇ VE YÖNTEM.....	36
3.1	HASTA SEÇİM KRİTERLERİ	36
3.2	KIBT GÖRÜNTÜLERİNİN ELDE EDİLMESİ VE ANALİZİ.....	38
3.2.1	Midpalatal Suture Maturasyonunun Değerlendirilmesi.....	41
3.2.2	Fraktal Boyutun Hesaplanması	44
3.3	VERİLERİN ANALİZİ.....	46
4	BULGULAR.....	48
4.1	TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER	48
4.2	HİPOTEZ ANALİZLERİ.....	55
5	TARTIŞMA.....	69
5.1	AMAÇ VE YÖNTEMİN TARTIŞILMASI.....	69
5.1.1	Amacın Tartışılması	69
5.1.2	Yöntemin Tartışılması.....	70
5.2	BULGULARIN TARTIŞILMASI	75
6	SONUÇ	80
	KAYNAKLAR.....	81
7	EKLER:	91
8	ÖZGEÇMİŞ:	92

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı Tomografi
CVM	Servikal Vertebra Maturasyonu
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine (Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim Formatı)
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
MARPE	Miniscrew Asisted Rapid Maksillary Expansion (Mikro İmplant destekli hızlı üst çene genişletmesi)
Micro CT	Micro Computerize Tomography (Bilgisayarlı Mikro Tomografi)
MPR	Multiplanar Reformation(Çok Düzlemli Yeniden Biçimlendirme)
RME	Rapid Maxillary Expansion (Hızlı üst çene genişletmesi)
ROI	Region of Interest (İlgi Alanı)
ROC	Receiver Operating Characteristic (İşlem Karakteristik Eğrisi)
SARME	Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion (Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi)

TABLO LİSTESİ

Tablo 3-1	Güç Analizi	37
Tablo 3-2	Katılımcıların demografik özellikleri	37
Tablo 4-1	Hasta özelliklerine yönelik tanımlayıcı bulgular	48
Tablo 4-2	Midpalatal sutur maturasyon aşamalarının değerlendirilmesinde gözlemci içi güvenilirliğe yönelik bulgular.....	50
Tablo 4-3	ROI - Fraktal boyut arasındaki uyumun değerlendirilmesi	51
Tablo 4-4	Hastaların midpalatal sutur maturasyon aşamalarının dağılımına göre ortalama fraktal analiz değerlendirilmelerine yönelik bulgular.....	53
Tablo 4-5	Hastaların yaş ve cinsiyet dağılımlarının sutur maturasyon aşamalarına göre değerlendirilmesi (İki Kategori)	55
Tablo 4-6	Hastaların fraktal analiz değerlerinin yaş ve cinsiyete göre değerlendirilmesi	56
Tablo 4-7	Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından değerlendirilmesi	58
Tablo 4-8	Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından alt gruplarda değerlendirilmesi	61
Tablo 4-9	Hastaların Sutur Maturasyon Aşamaları ile Fraktal Analiz Değerleri Arası Korelasyona Yönelik Bulgular.....	62
Tablo 4-10	Fraktal analiz değerinin sutur değerlendirmesi açık durumda olan hastaları, kapalı olanlardan ayırt etme özelliklerini tespit etmek amacıyla uygulanan ROC analiz bulguları.....	67

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2-1	İnfanıl, juvenil ve adölesan dönemde midpalatal suturun şematik görseli 9
Şekil 2-2	Maksillayı oluşturan anatomik yapılar 11
Şekil 2-3	Maksilla 12
Şekil 2-4	Angelieri ve ark. tarafından geliştirilen midpalatal sutur maturasyon sınıflandırması 25
Şekil 2-5	Koch Eğrisi 29
Şekil 2-6	Ege Kıyılarının fraktal boyutunun hesaplanması için kutu sayımı..... 32
Şekil 2-7	Fraktal boyut 33
Şekil 3-1	A. Kırpılmış ROI görüntüsü; B. Gaussian Blur filtresi uygulanması (Sigma=35); C. B'deki görüntünün A'dan çıkarılmış hali (Subtract); Ç. 128 eklenmiş görüntü (Add); D. İkili (Binary) görüntü; E. Aşındırma (Erosion); F. Genişletme (Dilation); G. İskeletsel (Skeletonise) görüntü 45
Şekil 3-2	Kutu sayımı işlemi neticesinde elde edilen eğri. 46
Şekil 4-1	Hastaların cinsiyet ve yaş dağılımına yönelik bulgular 49
Şekil 4-2	Hastaların cinsiyetlerinin yaş gruplarına göre dağılımı 49
Şekil 4-3	Hastaların sutur maturasyon aşamalarının dağılımı (Beş Kategori)..... 52
Şekil 4-4	Hastaların sutur maturasyon aşamalarının dağılımı (İki Kategori) 54
Şekil 4-5	Hastaların sutur maturasyon aşamalarının yaş grupları açısından dağılımı 56
Şekil 4-6	Hastaların fraktal analiz değerlerinin cinsiyet açısından değerlendirilmesi 57

Şekil 4-7	Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından değerlendirilmesi (Beş Kategori).....	59
Şekil 4-8	Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından değerlendirilmesi (İki Kategori)	60
Şekil 4-9	31 yaş ve üstü hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından alt gruplarda değerlendirilmesi.....	62
Şekil 4-10	Tüm hastalarda sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değeri arasındaki korelasyon	63
Şekil 4-11	30 yaş ve altı erkek hastalarda sutur maturasyon aşaması ile fraktal analiz değeri arasındaki korelasyon	64
Şekil 4-12	31 yaş ve üstü kadın hastalarda sutur maturasyon aşaması ile fraktal analiz değeri arasındaki korelasyon.....	65
Şekil 4-13	31 yaş ve üstü erkek hastalarda sutur maturasyon aşaması ile fraktal değeri arasındaki korelasyon	66
Şekil 4-14	Fraktal analiz değerinin sutur değerlendirmesi açık durumda olan hastaları, kapalı olanlardan ayırt etme özelliklerini tespit etmek amacıyla uygulanan ROC eğrisi.....	67

RESİM LİSTESİ

Resim 2-1	İnfanıl, jüvenil ve adölesan dönemde midpalatal suturun histolojik kesitleri.....	10
Resim 3-1	Aksiyal kesitte antero-posterior referans çizgileri (ANS ve PNS noktalarını kesen).....	39
Resim 3-2	Koronal düzlemde horizontal referans çizgileri (Maksiller 1.molar bölgesi).....	39
Resim 3-3	Sagital düzlemde midpalatal suturun vertikal merkez noktalarını birleştiren bir eğrinin oluşturulması.....	40
Resim 3-4	Panoramik eğri oluşturulduktan sonra midpalatal suturun elde edilen görüntüsü ve ROI.....	40
Resim 3-5	"B" evresi	41
Resim 3-6	"C" evresi.....	42
Resim 3-7	"D" evresi.....	43
Resim 3-8	"E" evresi	44

ÖZET

Erişkin Bireylerde Midpalatal Suture Maturasyonunun Değerlendirilmesi

Amaç: Bu retrospektif çalışmanın amacı; yetişkin bireylerde midpalatal suture maturasyon seviyesinin farklı yöntemler ile değerlendirilerek, suture açıklığının kronolojik yaş ile ilişkisinin incelenmesi ve bu veriler arasında herhangi bir korelasyon bulunup bulunmadığının belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Araştırmamızda, teşhis ve tedavi planlaması amacıyla elde edilen KIBT görüntüleri kullanıldı. Araştırmamıza, 31 erkek (ortalama:38,5 yıl yaş, max:53 min:24), 43 kadın (ortalama:41 yıl yaş, max:56 min:24) toplam 74 birey dâhil edildi. KIBT görüntüleme yöntemi ile elde edilen midpalatal suture tanı görüntüleri üzerinde, suture maturasyon aşaması tespit edildi. Ayrıca ImageJ (Ver.1.52a) yazılımı vasıtasıyla fraktal kutu sayımı analizine de tabi tutuldu. Maturasyon aşaması ile fraktal boyutlar arasındaki korelasyon Spearman'ın korelasyon katsayısı kullanılarak istatistiksel olarak hesaplandı.

Bulgular: Araştırmamızda; suture maturasyon aşamalarının değerlendirilmesi sonucunda 23 bireyde suturun açık olduğu (%31,08), 51 bireyde suturun kapalı olduğu(%68,91) tespit edildi. Örneklem içerisinde cinsiyetler ile suture maturasyon aşamaları arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki tespit edilmedi ($p>0,05$). Fraktal analiz değerleri yaş grupları açısından incelendiğinde istatistiksel anlamlı farklılık sergilememektedir ($p>0,05$). Ancak erkek hastaların fraktal analiz değerleri kadın hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek seviyede bulunmuştur (erkek $1,13 \pm 0,05$, kadın $1,08 \pm 0,08$). Midpalatal suture maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($r=-0,549$, $p<0,001$).

Sonuç: Kronolojik yaş, maturasyon aşamalarının değerlendirilmesinde yararlı bir indikatör değildir. Araştırmamızda 23 erişkin bireyde suturun açık olduğu, 51 erişkin bireyde ise suturun kapalı olduğu tespit edildi. Maturasyon aşamaları ve fraktal boyut değeri arasındaki pozitif yönlü korelasyon da dikkate alınarak, optimum fraktal

boyut eşik değeri ile suturu açık olan hastaları, suturu kapalı olan hastalardan kantitatif olarak ayırt edebileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Midpalatal sutur maturasyonu, fraktal analiz, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi.

Yazar: Dt. Esra BOZDOĞAN

Danışman: Prof. Dr. Serkan GÖRGÜLÜ

ABSTRACT

Evaluation of Midpalatal Suture Maturation in Adults

Objective: The aim of this retrospective study is to evaluate the midpalatal suture maturation stages in adults with different methods in order to inspect the relationship between suture fusion and chronological age; and to determine whether there is any correlation between these data.

Materials and Method: CBCT images, previously obtained for medical purposes, were used in our study. A total of 74 individuals, 31 male (mean: 38.5 age, max: 53 age, min: 24 age), 43 female (mean: 41 age, max: 56 age, min: 24 age), were included in the study. Midpalatal suture diagnostic images obtained by CBCT imaging were subjected to fractal box count analysis by ImageJ (Ver.1.52a) software. The correlation between the maturation stage and fractal dimensions was calculated using Spearman's correlation coefficient.

Results: In our study, we evaluated that 51 patients' suture was fused (%68,91) and 23 patients' sutures were not fused (%31,08). There was no statistically significant relationship between genders and suture maturation stages in the sample ($p>0.05$). In terms of age groups, fractal analysis values had no statistically significant difference ($p>0.05$). However, fractal analysis values of male patients were found to be statistically significantly higher than female patients (male 1.13 ± 0.05 , female 1.08 ± 0.08). A statistically significant difference was found between the midpalatal suture maturation stages and fractal analysis values ($r=-0.549$, $p<0.001$).

Conclusion: Chronological age is not a useful indicator in the evaluation of maturation stages of midpalatal sutures. In our study, it was found that in 23 adults the sutures were not fused and in 51 adults the sutures were fused. Considering the positive correlation between maturation stages and fractal dimension value, we predict that the optimum fractal size threshold value can quantitatively distinguish patients with open sutures from the fused ones.

Keywords: Midpalatal suture maturation, fractal analysis, fractal dimension, cone beam computed tomography.

Author: Dt. Esra BOZDOĞAN

Councillor: Prof. Dr. Serkan GÖRGÜLÜ



1 GİRİŞ VE AMAÇ

Genetik, fonksiyonel ve çevresel faktörlerden kaynaklanan iskeletsel anomaliler üst çene gelişimini olumsuz yönde etkileyerek kraniyofasiyal bölgede sagittal, vertikal ve transversal yönde maloklüzyonlara neden olabilmektedir (1). Üst çenenin yetersizliği sonucu oluşan posterior çapraz kapanış kraniyofasiyal bölgede en sık görülen maloklüzyonlardan biridir (2). Meydana gelen bu maloklüzyonların tedavisinde, her üç düzlemde kuvvetler uygulayarak, ideal fonksiyon ve estetiği stabil sonuçlar ile sağlamak ortodontistlerin temel hedefidir.

Tedavi olarak en sık kullanılan yöntemlerden biri olan “üst çene genişletmesi”, midpalatal suturun açılma hızına göre yavaş, yarı hızlı veya hızlı olarak sınıflandırılmaktadır (1,3,4). Maksiller yetersizliğe bağlı posterior çapraz kapanışın tedavisinde en yaygın şekilde kullanılan tedavi yöntemi hızlı üst çene genişletmesidir (RME – Rapid Maxillary Expansion) (5). RME, Angle sınıf II maloklüzyonların düzeltilmesinde ve iskeletsel Sınıf III maloklüzyonların erken dönem tedavisinde kullanılan yüz maskesi apareyinin etkinliğinin artırılmasında kullanılmaktadır (6). Hızlı üst çene genişletmesi, fizyolojik diş hareketi limitlerini aşan kuvvetler yardımıyla MPS’yi açarak; dişlerde, alveoler yapılarda ve üst çenede, ortopedik hareket yardımı ile mevcut olan transversal darlığın ortadan kaldırılmasını amaçlar (7).

RME fikri ilk olarak, Emerson C. Angell (8) tarafından 1860 yılında ortaya atılmış olsa da başta pek kabul görmemiştir. Yaklaşık bir yüzyıl sonra, Haas (9), RME ile midpalatal suturu açarak maksiller diş arkının hızlı genişletilmesi üzerine yaptığı çalışmanın sonuçlarını yayınlamaya kadar Angell’in çalışması tartışmalı kalmıştır.

RME'nin başarılı bir şekilde uygulanması, hastaların büyüme gelişim dönemi ile yakından ilişkilidir. Midpalatal suturun istenen düzeyde ayrılabilmesi için maksiller ve sirkummaksiller suturlara 15-50 newton aralığında bir kuvvet uygulayabilen cihazlara gereksinim duyulmaktadır (10). İskelet büyümesi devam eden hastalarda bu tedavi esas olarak ortopedik genişleme ile sonuçlanır. Yetişkin veya iskelet olgunluğunu tamamlamış olan hastalar için kullanıldığında ise, iskeletsel genişleme yerine dento-alveolar tipping oluşmaktadır. Bu durum dikkate alınmadan planlanan

tedaviler sonucu aşırı tippinge bağılı olarak; ataçman kaybı, fenestrasyonlar, dehiscence ve kök rezorpsiyonu gibi periodontal komplikasyonlar meydana gelebilmektedir (11). Bu nedenle yetişkinlerde daha etkili bir midpalatal sutur genişletmesi için midpalatal suturun osteotomisi ve yakın komşuluğunda bulunan iskelet yapılarının kortikotomisini içeren cerrahi yardımı ile gerçekleştirilen hızlı maksiller genişletme (SARME – Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion) seçeneğı bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (12).

Geleneksel olarak, maksiller eksikliği tedavi etmek için RME veya SARME arasındaki klinik karar hastanın kronolojik yaşına dayanmaktadır. Ancak, midpalatal suturun ossifikasyonu ve füzyonundaki bireysel değışkenlik, transversal maksiller yetersizliğı cerrahi olarak tedavi edilmesi gereken yaş konusunu oldukça tartışmalı kılmaktadır (13). Ortalama 29 yıl 9 ay ve 19 yıl 7 aylık yaşları olan genç erişkinlerle yapılan çalışmalarda, cerrahi destek içermeyen RME uygulamaları ile başarılı sonuçlara ulaşıldığı bildirilmiştir (14,15).

Kronolojik yaşın yanı sıra, önerilen midpalatal sutur olgunlaşmasının diğerk göstergeleri arasında oklüzal radyografilerde değıerlendirilen sutur morfolojisi bulunmaktadır (16). Yakın zamanda önerilen beş aşamalı midpalatal sutur maturasyonu Angelier ve ark. (17) tarafından değıerlendirilmiştir. Midpalatal suturu, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülemesi kullanılarak değıerlendiren bu yeni yöntem (17), gözlemciler arasında, ilgilenilen bölgelerin (ROI– Region of Interest) seçilmesine ve kullanılan görüntülerin kalitesine ilişkin potansiyel değışkenlikleri içerir. Bu nedenle, midpalatal suturun kapanma derecesini belirlemek için, objektif olarak seçilmiş ROI'leri içeren KIBT tabanlı bir yöntem geliştirilmesi gerekmektedir (18,19).

İnsan kraniyal suturlerinin şekli ile ilgili çalışmalar, bir suturun yüksek güven aralığı ile fraktal bir desen olarak görülebildiğini göstermektedir (20). İlk olarak 1970'lerde Kauffman (21) tarafından kullanılan bir terim olan “fraktal”, “kırılma” ve “parça” kavramlarını içerir. Memelilerde ilk kraniyal sutur fraktal analizi 1980'lerde yapılmıştır (22). Fraktal analiz içeren çalışmalar, fraktal boyutların lokalize stres ile

orantılı olduğuunu (23) ve karmaşık sutur formlarının, ilgili iki kemik arasında daha küçük bir mesafe ile birleşmiş olduğuunu göstermiştir (24).

Bu çalışma ile, Türk toplumunda yetişkin bireylerde midpalatal sutur maturasyon aşamalarının Angelieri ve ark. (17) tarif ettiği yöntem ve fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilerek, kronolojik yaş ile ilişkisinin incelenmesi, bu veriler arasında herhangi bir korelasyon bulunup bulunmadığının belirlenmesi amaçlanmaktadır.



2 GENEL BİLGİLER

2.1 MAKSİLLER YAPILARIN BÜYÜME VE GELİŞİMİ

2.1.1 Maksiller Yapıların Prenatal Büyüme ve Gelişimi

Embriyogenezisin 3. haftasında nöral tüpün dorsal yüzeyinden gelişen nöral krest hücreleri, çeşitli hücre tiplerine farklılaşmak üzere embriyoda farklı yerlere göç ederler (25). Normal morfogenez için bu hücrelerin fonksiyon yapacakları yere göç etmeleri gereklidir (26). Kafa-yüz bölgesi oluşumu için nöral krest hücrelerinin büyüme, çoğalma, göç etme ve farklılaşmasını içeren birçok biyolojik sürecin uyumlu çalışması gerekmektedir (27). Nöral krest hücrelerinden köken alan ektomezenkimal hücrelerin çeşitli ağız-yüz ve diş dokularının gelişmesinde önemli katkıları vardır (28). Bu gelişim, yüz iskeleti ve diş gibi yapıların oluşumuyla sonuçlanan epitelyum ve nöral krest kökenli ektomezenkim arasındaki karşılıklı etkileşim sayesinde gerçekleşir (27).

Ağız, çene-yüz bölgesinin gelişiminde ilk bölgesel oluşum olan faringeal kompleks; faringeal arkuslar, faringeal cepler, faringeal yarıklar ve faringeal membranlardan oluşur. Embriyonik gelişimin 4. haftasının başında nöral krest hücrelerinin baş ve boynun oluşacağı bölgeye göç etmesiyle , faringeal arklar gelişmeye başlar (29). Her faringeal arkın içinde, yüzün iskeletsel komponentlerini oluşturmak üzere, mezodermal hücrelerin arasında bulunan nöral krest hücreleri bulunur (29). Midfasiyal kompleksi oluşturan iskeletsel yapıların neredeyse tamamı birinci farengeal arkın maksiller prosesinin içindeki nöral krest hücrelerinden oluşmaktadır.

Dördüncü haftanın sonunda, stomadeumun çevresinde esas olarak 1. çift faringeal arklar tarafından oluşturulan karakteristik beş fasiyal çıkıntı gözlenmektedir. Stomadeumun lateralinde çift olan mandibular çıkıntılar yer almaktadır. Stomadeumun kaudalinde ise yine bir çift olan maksiller çıkıntılar yer almaktadır. Frontonazal (medial nazal) çıkıntı ise stomadeumun üst sınırını oluşturmaktadır.

Frontonazal çıkıntının her iki yanında yüzey ektoderminin lokal kalınlaşması olan nazal plakodlar oluşmaktadır (30,31).

5. haftada nazal plakodlarda invajinasyon meydana gelmektedir ve küçük nazal çukurlar (nazal pit) oluşmaktadır. Nazal pitlerin her iki yanında ise lateral ve medial nazal çıkıntılar belirmektedir. Sonraki iki hafta boyunca maksiller çıkıntılar büyüyerek ve mediale doğru hareket ederek medial nazal çıkıntıları orta hatta doğru yaklaştırmaktadır ve eş zamanlı olarak bu iki çıkıntı birleşmektedir (intermaksiller segment). Böylece iki medial nazal çıkıntı ve iki maksiller çıkıntı üst dudağı oluşturmaktadır. Mandibular çıkıntılar ise orta hatta birleşerek alt dudağı oluşturmaktadır (30,31).

İntermaksiller segmentin meydana getirdiği yapılar; üst dudağın filtrumunu oluşturan labial kısım, dört kesici dişi taşıyan premaxilla ve primer damağı oluşturan damak kısmıdır (30). Damak, primer damak ve sekonder damak olmak üzere iki taslaktan 5. haftanın sonunda gelişmeye başlar (32).

Primer damak, medial nazal çıkıntılardan köken almaktadır. İntrauterin 6. haftada birinci faringeal arkın, embriyonik maksiller proseslerinin mezenkimal doku uzantıları olan palatal tabakaları, ağız boşluğunda sert ve yumuşak damaklara yer açmak için yükselmektedir. Palatal prosesler gebeliğin 7-8. haftasında mediale uzanarak, maksiller ve palatinal kemiklerle birleşip, midpalatal suturun olduğu orta hatta sekonder damağı oluşturmaktadır (1). Palatal mezenkim, kemik ve kas yapılarına farklılaşarak sert ve yumuşak damağı meydana getirmektedir (30). Palatin prosesler anteriorda primer damak ile birleşmektedir. Primer ve sekonder damağın birleştiğı kısımda, foramen insizivum anatomik bir belirteç olarak kalmaktadır. Aynı dönem süresince nazal septum da aşağı doğru büyüyerek damağın sefalik kısmına katılmaktadır (30).

Embriyogenezin 10. haftasında tüm bu birleşme süreci tamamlanmaktadır. Sekonder damağın gelişmesi, oronazal bölgeyi bağımsız oral ve nazal boşluklara ayırarak, çiğneme ve solunumun eş zamanlı olarak gerçekleşebilmesine olanak sağlamaktadır (33). Sekonder damak, ayrıca primer damak ve nazal septum ile de

birleşmektedir. Sekonder damak oluşumu kızlarda erkeklerden 7-10 gün sonra gerçekleşmektedir. Bu nedenle kız bebeklerde izole damak yarıklarına daha sık rastlanmaktadır (30).

Embriyolojik periyodun sonlarından, fetal periyot boyunca ve postnatal juvenil periyotta nazomaksiller kompleksin büyümesini etkileyen başlıca faktörler; beynin büyümesi ve kraniyal tabanın anterior yönde büyümesi, burun boşluğunun ve oronazal farenksin genişlemesi ve nazal septumun anterior ve inferior yönde büyümesidir (34).

2.1.2 Maksiller Yapıların Postnatal Büyüme ve Gelişimi

Doğumda nazomaksiller kompleks iyi gelişmiş olmasına rağmen nörokraniuma göre daha küçüktür. İntermaksiller suturlar ve maksillanın çevre suturları kemik büyüme yerleri olarak aktif bölgelerdir ve postnatal dönemin ilk 3-4 yılında nazal septum kırırdağının intersitisyel büyümesi ile nazomaksiller yapıların ileri ve aşağı doğru büyümesini sağlamaktadır (34).

Nazomaksiller kompleksin postnatal gelişimi, nazal septum dışındaki bölgelerde intramembranöz kemikleşme ile gerçekleşmektedir. Nazal septum, vomer ve etmoid kemiğinin dikey uzantısının büyümesi, sirkummaksiller ve intermaksiller suturlarda büyümeye neden olmakta bu da nazomaksiller kompleksi ileri ve aşağı doğru taşımaktadır. Suturalar aracılığıyla kafa kaidesine bağlı olan ve nazomaksiller kompleksin parçası olan maxillanın büyümesinde; hem kafa kaidesini oluşturan kemiklerin boyutsal artışları ve konumsal değişiklikleri, hem de kendi boyutsal artışı etkilidir (35).

Maksillanın postnatal büyüme ve gelişiminde;

1.Yer değiştirme; rotasyon + translasyon ve

2.Yeniden şekillenme, apozisyon, rezorpsiyon

gibi iki temel mekanizmayla açıklanmaktadır. Birinci mekanizma, rotasyon ve translasyon hareketlerini içerir ve fonksiyonel matriksin ihtiyaçlarına cevaben maksilla bir bütün olarak pasif bir şekilde hareketini gerçekleştirir. İkinci

mekanizmada ise fonksiyonel matrislerinin ihtiyaclarına cevaben iskelet unitelerinde meydana gelen biçimsel, boyutsal ve pozisyonel değişiklikleri içerir ve maksillanın genel şeklinin korunması, farklı kısımlarının birbirleri ve komşu yapılarla olan oranlarının ve ilişkilerinin dengeye oturtulabilmesi amacıyla meydana gelen apozisyonel ve rezorpsiyonel değişiklikleri gerçekleştirir.

Orta yüz yer değiştirmeye devam ettiği sürece, ayrılan suturlarla doğrudan ilişkili olarak, sutural büyüme meydana gelmektedir. Büyüme suturlarda ayrılma bitinceye kadar devam etmektedir. Yer değiştirmeler özellikle posterior ve süperior yüzeylerde olmak üzere nazomaksiller kompleksin tamamında meydana gelmektedir (34). Maksiller suturlardan olan premaksiller sutur yaklaşık olarak 3-5 yaşları arasında füzyona uğramaktadır (36). Maksillanın transvers ve anteroposterior yönde büyümesinde midpalatal ve transpalatal suturlar önemli derecede ilişkilendirilmektedir. Midpalatal suturun kapanma yaşı bireyden bireye farklılık göstermektedir, 15-18 yaşları ve 20-25 yaşları arasında kapandığını varsayan farklı çalışmalar literatürde mevcuttur (37,38). Güncel çalışmalar yetişkinlerde midpalatal suturun sınırlı miktarda obliterasyonu olduğunu göstermektedir (39,40).

Maksillanın kraniyal kaide ve kraniyum ile bağlı olduğu frontomaksiller, zygomaticomaksiller, zigomaticotemporal ve pterygopalatin suturlardaki gelişim ile ileri ve aşağı yönde yer değiştirir (41). Palatal kemik ile maksilla arasındaki sutur olan sutura palatina transversanın gelişimi, tüber maksillaris bölgesinde posterior ve lateral yöndeki gelişim ve anterior alveolar duvarlardaki yeni kemik yapımı sayesinde maksilla sagittal yöndeki gelişimini gerçekleştirir.

Nazal kavite tabanında rezorpsiyon olurken orbita tabanında ve oral kavite tavanında apozisyon meydana gelmektedir. İmplant çalışmaları; orta yüzün her 11mm aşağı yer değiştirmesiyle orbital tabanın 6mm yukarıya, nazal tabanın 5mm aşağıya hareket ettiği gösterilmiştir (42). Sonuç olarak nazomaksiller yapıların vertikal yüksekliği inferior kortikal sürüklenme ve inferior yer değiştirmeye bağlı olarak artmaktadır. Bununla birlikte dentisyonun ve alveolar kemiğin gelişimi devam ettikçe orta yüz yüksekliğinin artışına katkı sağlamaktadır (1). Ek olarak maksiller sinüsteki

genişleme maksillanın hem vertikal hem de transversal büyümesine katkı sağlayan diğer bir faktördür (41).

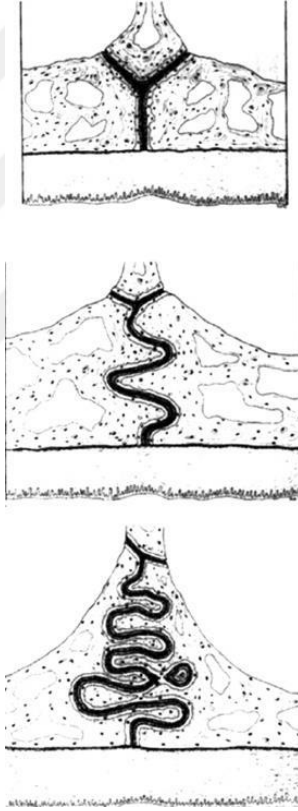
Melsen (38), kadavralar üzerinde yapmış olduğu çalışma ile midpalatal suturun yapısını doğumdan geç erişkinlik dönemine kadar incelemiştir. İnfantil dönemde sutur, maksiller kemikler arasında geniş bir boşluktur ve mineralleşmediği için radyografilerde radyolüsent olarak görünen bağ dokusu ile doldurulur. Maturasyon juvenil döneme doğru ilerledikçe, suturun kenarlarında kemikli spiküller oluşmaya başlar, bu da mineralize olmayan bağ dokusu ve kalsifiye kemik karışımı ile sonuçlanır. Ergen döneminde, bu kemikli spiküller, suturun kalsifikasyonuna ve füzyonuna yol açacak şekilde birbirine girmeye başlar (Şekil 2-1, Resim 2-1). Erişkinlik dönemine has formasyonun sadece insana özgü olduğunu belirterek; 13-15 yaşa kadar sert damak boyutundaki artışın transvers sutur ve damağın arka kenarındaki büyümeye bağlı olduğunu, bu dönemden sonra ise apozisyonel gelişimin devam ettiğini bildirmiştir (38,43). Melsen (38) midpalatal suturun transversal büyümesinin kızlarda 16 ve erkeklerde 18 yaşına kadar devam etmekte olduğunu bildirmiştir.

Persson ve Thilander (37), 15-35 yaşları arasındaki 24 insan kadavrası üzerinde yaptıkları çalışmada 15 yaşındaki bir kız çocukta midpalatal suturun posterior kısmında füzyon varken, 27 yaşındaki bir kadın hastanın suturunda hiçbir füzyon gözlenmediğini belirtmişlerdir. İntermaksiller suturların posteriorunda anteriorundan daha önce kapanmanın gerçekleştiği, aynı sutur üzerinde ossifikasyon farklılıklarının ve bireysel farklılıkların görülebileceği, ve juvenil dönemde sutural kapanmanın olabileceğini ancak 3. dekata kadar tam bir kapanmanın nadir olarak görüldüğü belirtilmiştir. Füzyonun geç gerçekleşebileceği ihtimaline karşılık, RME'nin 25 yaşına kadar denenebileceğini ve bu yaşa kadar sutura palatina medianının %5 ihtimalle tam olarak kapanmadığını ifade etmişlerdir (37).

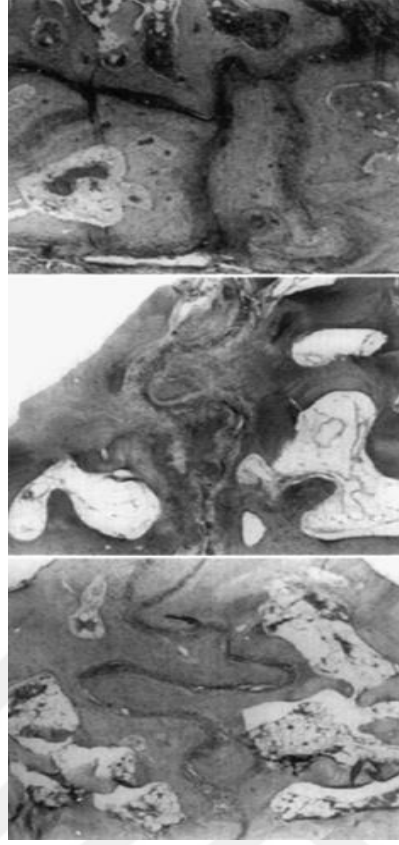
Knaup ve ark. (39), 18-63 yaşları arasındaki 22 insan kadavrasında yaşla birlikte oluşan sutural genişlik ve füzyon değişimlerini incelemiştir. 25 yaşından küçük ve 26 yaşından büyük olacak şekilde iki grup oluşturarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında, sutural genişliğin her iki grupta farklı olduğunu belirtmişlerdir. Midpalatal suturun genç grupta daha geniş olduğunu ve hiçbirinde füzyon

gerçekleşmediğini, yaşlı grupta ise %3,11 oranında füzyon gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Midpalatal suturda görülen en erken füzyonun 21 yaşında bir erkekte ve ölçülen maksimum obliterasyonun 44 yaşında bir erkekte görüldüğünü bildirmişlerdir.

N'guyen ve ark. (44), 70 yaş üzerindeki 20 erkek hasta ile yaptıkları çalışmalarında, okluzal radyografi ve histolojik değerlendirme sonuçlarına göre midpalatal suturun yaşlılarda bile tamamen kapanmayabilen tek sutur olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2-1 İnfantil, juvenil ve adölesan dönemde midpalatal suturun şematik görseli (38)



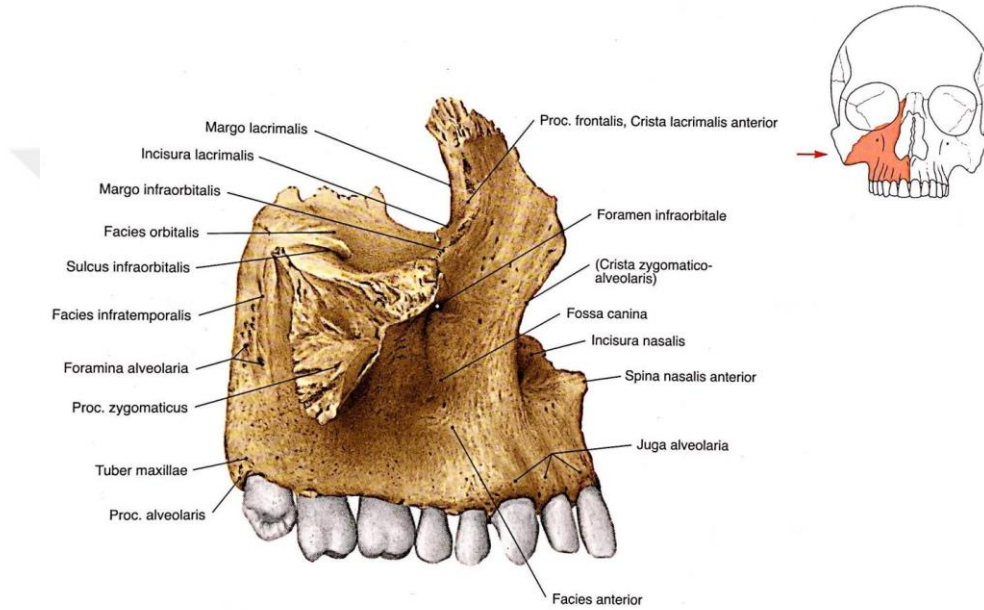
Resim 2-1 İnfantil, jüvenil ve adölesan dönemde midpalatal suturun histolojik kesitleri (38)

Alveolar kemiğin lateral yüzeylerinde meydana gelen kemik apozisyonları sayesinde maksillanın transversal gelişimi sağlanmış olur. Üst çenede, ilk olarak transversal, ardından sagittal ve en son olarak da vertikal yön büyümesi tamamlanmaktadır. İskeletsel genişlikle beraber dişsel genişlik büyüme atılımından hemen önce sonlanmaktadır. Aktif uzunluk artışı, erkeklerde kızlara göre daha uzun sürmektedir. Dik yön alveoler büyüme ise hayat boyu devam etmektedir (45).

2.2 MAKSİLLA ANATOMİSİ

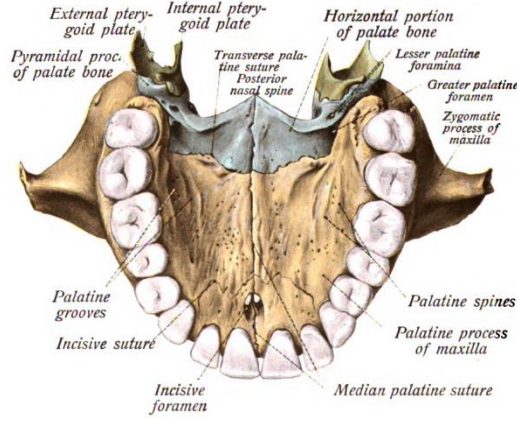
Maksilla, mandibuladan sonra yüz iskeletini oluşturan kemiklerin en büyüğüdür. Maksilla ağız boşluğu, burun boşluğu, orbita ve maksiller sinüs olmak üzere dört boşluk, infratemporal ve pterygopalatin fossalar, ptergomaksiller ve inferior orbital fissürlerin yapısına katılır.

İçerisinde maksiller sinüsün bulunduğu bir gövde kısmı ve palatin, zygomatik, frontal ve alveolar proçes olmak üzere dört adet proçesten meydana gelmektedir.



Şekil 2-2 Maksillayı oluşturan anatomik yapılar (46)

En geniş bölgesi gövde kısmıdır ve orbitanın anterior sınırı ve tabanını, nazal kavitenin anterior duvarını, infratemporal fossanın inferior kısmını oluşturmaktadır (47).



Şekil 2-3 Maksilla (48)

Palatinal süreçler gövdenin medial yüzeyinde horizontal olarak uzanır. İki maksiller segmentin birleşen horizontal parçası nasal kavitenin tabanı ve sert damağın büyük kısmını oluşturur ve anteriorunda insiziv foramen bulunmaktadır. Gövdenin lateral yüzeyi ve zygomatik kemik ile bağlantısını zygomatik süreç sağlar (47).

Süperior yönlü uzanan frontal süreç lakrimal fossanın arka sınırını oluşturur ve nazal, frontal, etmoid ve lakrimal kemiklerle bağlantı kurmaktadır (49).

2.3 ÜST ÇENEYİ İLGİLENDİREN MALOKLÜZYONLAR

2.3.1 Sagittal Yöndeki Maloklüzyonlar

Alt ve üst çenenin büyüme ve gelişim sürecinde sagittal yönde büyüme farklılıkları göstermesi iskeletsel Sınıf II veya iskeletsel Sınıf III anomalilerinin gelişimine neden olmaktadır. Alt çenenin üst çeneye göre rölatif olarak daha geride konumlanması halinde iskeletsel Sınıf II anomaliler, daha ileride konumlanması halinde ise iskeletsel Sınıf III anomaliler oluşur. Çenelerin sagittal düzlemdeki birbirlerine göre olan konumunu değerlendirmek için birçok parametre formüle edilmiştir. Bu parametrelerden Riedel (50) tarafından ANB açısı, Jacobson (51) tarafından yapılan Wits ölçümü ve son zamanlarda Baik ve Ververidou (52) tarafından belirtilen Beta açısı yaygın olarak kullanılan ölçümlerdir.

Alt ve üst çenelerin birbirleriyle ve kafa kaidesiyle olan konumları sagittal düzlemde; SNA, SNB ve ANB açılarının ölçülmesiyle değerlendirilir. Uluslararası normlara göre SNA açısı 82, SNB açısı 80 ve ANB açısı 2 derece olarak belirtilmektedir (53).

İskeletsel Sınıf I anomaliler, ANB açısı 0-4 derece arasındadır ve iskeletsel olarak alt ve üst çene kemikleri birbirlerine göre normal konumlarda olup, çok farklı çene içi ve çeneler arası dişsel anomaliler görülebilmektedir.

İskeletsel Sınıf II anomaliler, ANB açısı 4 dereceden daha fazladır, iskeletsel olarak ya maksilla kafa kaidesine göre yerinde ancak mandibula kafa kaidesine göre geride konumlanmış ya da mandibula kafa kaidesine göre yerinde ancak maksilla kafa kaidesine göre ileride konumlanmış olabilir. İskeletsel Sınıf II anomaliler; artmış overjetin var olduğu olgularda Sınıf II bölüm I, overjet görülmeyen ancak derin kapanışın eşlik ettiği olgularda Sınıf II bölüm II anomaliler olarak iki alt grupta isimlendirilir (54).

İskeletsel Sınıf III anomaliler, ANB açısı 0 dereceden daha azdır, ya maksilla kafa kaidesine göre daha geride konumlanmış ya da mandibula daha ileride konumlanmış olabilir.

2.3.2 Vertikal Yöndeki Maloklüzyonlar

Kraniofasial bölgede yaygın olarak görülen problemlerden biri olan vertikal yön anomalileri; çenelerin büyüme rotasyonu farklılıkları, dentoalveolar yapıların büyüme farklılıkları, kondilin büyüme yönü ve çevresel faktörler gibi birçok farklı etyolojik nedene bağlı olarak gelişebilmektedir.

Vertikal maloklüzyonlar etyolojik faktörler ve klinik bulgular dikkate alınarak farklı araştırmacılar tarafından çeşitli şekilde isimlendirilmişlerdir.

-Hipodiverjan, normodiverjan, hiperdiverjan (55)

-İskeletsel açık ve örtülü kapanış (56)

-Uzun, normal, kısa yüz tipleri (57)

-Doligofasiyal, mezofasiyal, brakifasiyal (58)

-İleri (anterior) ve geri (posterior) rotasyon paterni (59)

Schudy, SN-GoGn açısını esas alarak vertikal yöndeki fasiyal morfolojiyi hipodiverjan ve hiperdiverjan terimlerini kullanarak açıklamıştır. Açının $\leq 28^\circ$ olduğu vakalar hipodiverjan (düşük açılı), $\geq 36^\circ$ olduğu vakalar hiperdiverjan (yüksek açılı) olarak kabul edilir (55).

Siriwat ve Jarabak, 'Jarabak oranı' olarak adlandırılan, posterior yüz yüksekliğinin anterior yüz yüksekliğine bölünmesiyle elde edilen orana göre sınıflandırma yapmıştır ve 3 temel büyüme modeli tanımlamıştır (60). Yüz yükseklik oranı $< 59\%$ hiperdiverjan, $> 63\%$ hipodiverjan, $= 59-63\%$ nötral büyüme modeli olarak tanımlanmıştır.

Vertikal yön anomalileri dental arkların anterior kısmında derin kapanış ya da açık kapanış olarak kendini gösterir. Genellikle hipodiverjan bireylerde derin kapanış, hiperdiverjan bireylerde ise açık kapanış gözlenmekle birlikte bazen dentoalveolar kompanzasyonun etkisiyle bunun terside görülebilmektedir (61).

2.3.3 Transversal Yöndeki Maloklüzyonlar

Normal bir oklüzyonda alt çene dişleri üst çene dişleri tarafından kutu kapağı gibi dengeli bir şekilde örtülür. Ön bölgede doğru bir overjet ve overbite ilişkisi ile birlikte; arka bölgede üst dişlerin palatinal tüberkülleri alt dişlerin santral fossalarına temasta olmalıdır. Ayrıca sağlıklı eklem ilişkisi de bu oklüzyona eşlik etmelidir (53).

Haas (62) maksiller darlığın gerçek veya göreceli olabileceğini, gerçek maksiller darlıkta üst çenenin bukkal diş segmentleri ile birlikte dar olduğunu, göreceli maksiller darlıkta ise üst çenenin normal boyutta olduğunu ancak alt çenenin normalden daha büyük olduğunu bildirmiştir.

Sentrik oklüzyonda maksiller molar ve/veya premolar dişlerin bukkal tüberküllerinin antagonist mandibular dişlerin lingual tüberkülleriyle teması posterior çapraz kapanış olarak isimlendirilmektedir. Çapraz kapanış tek bir dişi içerebileceği

gibi birçok dişi de etkileyebilir, aynı zamanda tek taraflı ya da çift taraflı olabilmektedir (63,64).

Posterior çapraz kapanış dental, iskeletsel ya da fonksiyonel nedenlerden ya da bunların kombinasyonlarından kaynaklanabilmektedir (65). Vakaların %80-97'si mandibulanın fonksiyonel kaymasına bağlı olarak oluşan tek taraflı posterior çapraz kapanıştır (66,67). Ülkemizde yapılan çalışmalarda çapraz kapanış insidansının %2,7-%9,5 oranında olduğu bildirilmiştir (68,69).

Kutin ve Hawes (64); süt dişlerinin zamanından önce kaybedilmesi, persiste süt dişleri, çapraşılık, diş-ark boyutu uyumsuzlukları, parmak emme ve damak yarığının çapraz kapanışın oluşmasındaki nedenler olduğunu bildirmiştir.

Süt dentisyondaki erken temaslar nedeniyle mandibulada gelişen fonksiyonel kapanış kayması, erken dönemde tedavi edilmediğinde morfolojik hal alabilmektedir (70,71).

Ağız solunumu yapan bireylerde dilin aşağıda konumlanmasına bağlı olarak üst posterior dişler üzerindeki kuvvet dengesinin bozulması üst çenenin transversal olarak yetersiz gelişimine yol açabilir (72). Tonsil hipertrofisi ve/veya adenoidler, nasal solunumu zorlaştırarak dilin aşağı ve önde konumlanması ile ağız solunumunun gelişimi sonucu posterior çapraz kapanış, openbite ve dil itimi oluşumuna neden olabilmektedir (73).

Uzun süre emzik kullanımı ile, dil aşağı ve önde konumlanarak kanin ve posterior dişler üzerine gelen buksinatör kasının oluşturduğu kuvvetin palatinalden yeterince desteklenememesi posterior çapraz kapanışın gelişmesine neden olabilmektedir (74).

Dudak damak yarıkları, akondroplazi, binder sendromu gibi bazı sendromların varlığında maksiller darlık gözlenebilmektedir (11).

Maksiller darlığın erken dönemde tedavi edilmesi ve bu darlığa sebep olan etiyolojik faktörlerin yine erken dönemde engellenmesi oldukça önemlidir. Erken dönemde müdahalenin bir faydası da, mandibulanın fonksiyonel kaymasının

engellenmesi ile tempromandibular eklem üzerinde meydana gelebilecek hasarların daha oluşmadan ortadan kaldırılmasıdır. Böylelikle, sürmekte olan dişler ideal konumlarına yerleşirken; ilerleyen zamanlarda ortaya çıkabilecek ortodontik deformasyonların azalması sağlanır (11).

2.4 TRANSVERSAL YÖN ANOMALİLERİNİN TEDAVİSİ

Posterior çapraz kapanış tedavisinin en uygun şekilde yapılabilmesi için öncelikle darlığın kaynağının dişsel mi yoksa iskeletsel mi olduğunun tespiti önemlidir. Apikal kemik kaidesinin yeterli olduğu ancak dişlerin bukkolingual eğimlerinden dolayı oluşmuş darlıkların tedavisinde diş arkın genişletilmesi gerekli iken, apikal kemik kaidesindeki yetersizlik ve dişlerde kompanzasyon sonucu bukkal tipping mevcutsa midpalatal suturun açılarak apikal kaidenin genişletilmesi gerekmektedir (11,75).

Üst çene genişletmesindeki amaçlar farklı olsa da asıl hedef midpalatal suturun açılmasıdır ve kullanılan yöntemlerde suturun açılma hızına göre sınıflandırması yapılmıştır (11).

2.4.1 Yavaş Üst Çene Genişletmesi

Yavaş üst çene genişletmesi 450-900 gram arasında kuvvet uygulayan mekanikler vasıtasıyla 2-6 ay süreyle gerçekleştirilmesidir (76). Haftada 0.5-1 mm'lik aktivasyon ile midpalatal suturda daha az travma oluşturacak şekilde genişletme sağlanır (77). Yavaş genişletme sonucunda çevre dokularda biriken rezidüel yükler daha az olacağı için relaps da daha az gözlenir ve hızlı genişletmeye göre çevre dokuların daha fizyolojik cevap vermesi sağlanır (78).

Yavaş üst çene genişletme yöntemi ile elde edilen iskeletsel değişikliklerin %16-%50 arasında olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (68,79).

2.4.2 Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi

1977 yılında Mew (80) kroşelerden ve akrilik kaideden oluşan ‘bioblok’ ismini verdiği hareketli apareyi ile haftada 1-1.5 mm.’lik genişletme yaparak yavaş ve hızlı üst çene genişletmesine göre daha fizyolojik kuvvetlerin uygulandığını iddia etmiştir.

Yarı hızlı üst çene genişletmesi pek çok araştırmacı tarafından farklı vida çevirme protokolleri ile önerilmiştir. 1997 yılında Sandıkçioğlu ve Hazar (68), karışık dişlenme dönemindeki hastalarda hareketli plaklarla gün aşırı 1 çeyrek tur çevirerek uygulamıştır.

2004 yılında İşeri ve Özsoy (81), rijit akrilik bonded RPE apareyi ile suturada açılma gözleninceye kadar günde 2 çeyrek tur, açılma olduktan sonra ise haftada 3 çeyrek tur uygulamayı önermiştir.

2.4.3 Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Dişlere ve alveoler yapılara fizyolojik diş hareketi sınırlarını aşan kuvvetlerin uygulanması ile ortodontik diş hareketi miktarının azaltılarak üst çene genişliğinin suturanın açılması ile artırılması hedeflenmektedir (9).

RPE, 0.9-4.5 kg. kuvvet uygulayan mekanikler kullanarak günlük olarak 0.2-0.5 mm’lik aktivasyonlar ile 1-3 hafta içerisinde yeterli genişliğin sağlandığı tedavi protokolüdür (11,82).

RPE’de uygulanan kuvvet, midpalatal suturu oluşturan kemik yapılarda minimal yerel kırıklar oluşturarak, kırık hattı boyunca osteoblastların ortaya çıkmasına neden olmakta; bu sayede oluşan kanlanma ile bölgede yeni kemik yapımı başlamaktadır. Fibrogenesis ve osteogenesis işlemi sutur yeniden oluşana kadar sürmektedir (83,84).

Sutural açılma ile maksiller yarılar horizontal, vertikal ve frontal düzlemlerde hareket etmektedir. Midpalatal sutur transversal kesitte, tabanı fasiyal yapıların direncinin daha az olduğu anterior bölgede, tepesi direncin daha fazla olduğu posterior bölgede üçgen bir saha oluşturacak biçimde birbirinden ayrılır ve okluzal grafilerde

radylolusent üçgen saha varlığı ile tespit edilebilir (9,62,75,82,84). Koronal kesitte ise apeksi frontomaksiller sutur, tabanı ağız tavanında olan yine üçgen bir açılma gerçekleşir (9,75,82).

RPE işleminin en çok tartışılan kısmı genişletme hızı olmuştur ve literatürde çok farklı vida çevirme protokolleri önerilmiştir.

Haas (9), vidaların bir tam turunun 0,8 veya 1 mm olduğunu belirtmiş ve birinci gün beşer dakika aralıklarla 15 dakika içinde dört çeyrek tur, sonraki günlerde ise iki çeyrek tur çevirerek aktivasyonunu gerçekleştirmiştir.

Biederman (85), ilk gün 5 veya 10 dakika aralıklarla üç çeyrek tur, sonraki günlerde ise günde iki çeyrek tur olacak şekilde vida aktivasyonunu uygulamıştır.

Zimring ve Isaacson (86), genç bireylerde midpalatal sutur açılıncaya kadar (4-5 gün) günde iki çeyrek tur, suturda açılma gerçekleştikten sonra günde bir çeyrek tur çevirmeyi önermiştir. Erişkin bireylerde ise ilk iki gün iki çeyrek tur, sonraki 3-7 gün boyunca günde bir çeyrek tur sonrasında ise iki günde bir çeyrek tur uygulamıştır.

Farklı apareylerle yapılan hızlı üst çene genişletmesinde genellikle önerilen vida çevirme programı sabah ve akşam olmak üzere günde iki çeyrek tur şeklindedir (2,75,87,88).

2.4.4 Mikro-İmplant Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi (MARPE)

MARPE, geleneksel diş destekli RME cihazlarının aksine kemik destekli başka bir RME yöntemidir. İskeletsel olarak olgun hastalarda konvansiyonel RME ile ilişkili komplikasyonları engelleyerek , orta yüzde ortopedik değişiklik olasılığını arttırmak ve bununla birlikte genişlemeyle ortaya çıkabilecek olumsuz dentoalveolar sonuçları en aza indirmek için mini vida destekli hızlı palatal genişletme (MARPE) kullanılabilir (89). Bu teknik, posterior dişlere tutturulmuş ve palatal vidalarla damağa sabitlenmiş bir hyrax ekspansiyon vidasının kullanılmasını içermektedir (90,91).

MARPE'nin genç erişkinlerde uygulanmasının klinik olarak saptanabilir bir diastema ile maksillayı ortopedik olarak genişletmede etkili olduğu gösterilmiştir

(90,91). Bu yeni teknikte dentoalveolar etkilerin geleneksel RPE'ye kıyasla minimal veya anlamlı olmadığı bildirilmiştir (90). MARPE tekniğine dahil edilen mikroimplantlar, büyük kuvvetlerin cihazı destekleyen dişlerden uzağa, rijit olan midpalatal sutura doğru iletilmesini sağlar. Bu sayede olumsuz dentoalveolar değişikliklerin ve periodontal etkilerin azaltılmasına etki eder (92). Kemikten destek alan apareylerin Hyrax genişleticiden daha büyük ortopedik değişiklikler ve daha az dentoalveolar devrilme ürettikleri gözlemlenmiştir (93).

Yapılan çalışmalarda MARPE ile gerçekleştirilen genişleme paterninin geleneksel RPE'den farklı olduğu gösterilmiştir. Lin ve ark. (93) yaptığı çalışmada hyrax ile yapılan ekspansiyon grubunda iskeletsel genişlemenin maksillanın ön kısmında daha geniş bir tabana sahip üçgen bir paternde olduğu, kemik destekli ekspansiyon grubunda ise paralel olduğu bildirilmiştir. Önden bakıldığında ise, her iki grup için de en az artışın burun tabanında, en büyük artışın ise sert damakta olduğu üçgen bir genişleme gözlemlenmiştir. Toklu ve ark. (90), intermolar genişlikteki artışın, ilk premolar dişleri arasındaki artıştan yaklaşık 3 kat daha fazla olan ters bir "V" genişleme paterni gözlemlemiştir. Buna karşılık Wilmes ve ark. (94), diş-kemik destekli genişleticilerle tedavi edilen hastalarda geniş tabanı ön bölgeye doğru olan V şeklinde bir genişleme paterni bildirmiştir.

Yapılan çalışmalar MARPE'nin, erişkin hastalarda midpalatal suturun ekspansiyonunda ve maksiller transversal tutarsızlıkların düzeltilmesinde etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir (92,95–97), ancak hastaları yetişkin olarak sınıflandırmanın kronolojik yaşa dayandığı belirtilmektedir. Nguyen (97) yaptığı çalışmasında 1. molarlar arası toplam ekspansiyonun % 41'inin iskeletsel ve % 59'unun dentoalveolar ekspansiyondan kaynaklandığını bildirmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda sutural ekspansiyon miktarının toplam ekspansiyonun % 50'sinden az veya buna eşit olduğu bulunmuştur (98,99). Bununla birlikte, bu çalışmalarda yazarlar genç hastalarda maksillayı genişletmek için geleneksel cihazlar kullanmıştır. Garrett ve ark. (99), hyrax genişletici kullanılan hastalarda (ortalama yaş 13.8 yıl) sutural ekspansiyonun 1. molar bölgesinde toplam ekspansiyonun % 38'ini oluşturduğunu bulmuşlardır. Genel olarak, pubertal büyüme atılımından önce uygulanan ekspansiyon

tedavisinin hem maksiller hem de sirkummaksiller yapılarda daha etkili iskeletsel ayrılma sağlayacağına inanılmaktadır (91). Nguyen (97) çalışmasında, genç hastalarda konvansiyonel RPE kullanımı ile ilgili daha önceki raporların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, MARPE'nin puberta sonrası hastalarda maksillanın iskeletsel genişletmesini sağlamada etkili olduğunu bildirmiştir.

Chamberland ve Proffit (100) 15-54 yaşları arasındaki hastalarda SARME ile gerçekleştirilen iskeletsel ekspansiyonun % 46 civarında olduğu ve Nguyen (97)'in MARPE ile elde ettiği çalışmayla benzer sonuçlar elde ettiği gözlenmektedir. Post adolesan ve yetişkin hastalarda SARPE'den elde edilen iskeletsel ekspansiyon miktarı daha önce bildirilmiş çalışmalarla karşılaştırıldığında, MARPE'nin iskeletsel olarak erişkin hastalarda cerrahi olmayan maksiller ekspansiyonun elde edilmesinde oldukça etkili olduğu düşünülebilir (97).

2.4.5 Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi (SARPE)

Yetişkin bireylerdeki maksiller transversal yetersizliği gidermek için RPE'nin tek başına uygulanması birtakım istenmeyen etkilerin oluşmasına yol açabilir. Bu etkiler; maksiller segmentlerin ayrılmasında yetersizlik (75), destek alınan dişlerin bukkale tippingi ve ekstrüzyonu (75,78,86), kök rezorbsiyonu (101), asimetrik genişleme, basınçtan dolayı oluşan periodontal problemler, ağrı, ve nüks (102) olarak sıralanabilir.

Esas olarak SARPE üst çenenin transversal düzlemde distraksiyon osteogenezisi ve kontrollü yumuşak doku genişletmesinin kombinasyonudur (103). İskeletsel olarak olgun bireylerde genişlemeye dirençli alanları serbest bırakmak için birkaç kortikotomi ve ardından diş kaynaklı bir genişleticinin aktivasyonunu içerir. Literatürde değişik yaklaşımlar olmakla birlikte uygulamada bu işlemler için iki yöntem öne çıkmaktadır. Birincisi Lefort I osteotomisi ile birbirinden ayrılan her bir segmentin geniş bir transvers boyutta yeniden konumlandırılması, ikincisi ise cerrahi destekli hızlı maksiller ekspansiyondur. İki yöntem için belirli bir seçilme kriteri olmadığından tercih cerrahın isteğine bağlıdır (13).

SARPE maliyetli ve hasta için sıkıntılı invaziv bir işlemdir. Ayrıca ağrı , ödem, sinüs enfeksiyonu, çalışma zorluğu, kemik defekti, dişlerde mobilite, dişeti çekilmesi, kanama, tromboz, fistül oluşumu, yetersiz cerrahi sonucu yumuşak dokuda nekroz oluşumu, dişlerde devrilme ve alveolar kemikte bükülmelere neden olabilir (104,105).

Birçok araştırmacı RPE ile SARPE arasında seçim yaparken kronolojik yaşı ana kıstas olarak düşünmüştür. Bu konuda çalışma yapan araştırmacılardan Epker ve Wolford (106) 16 yaş üstü hastalarda cerrahi destekli tedavi önerirken; çağdaşı Timms ve Vero (101) 25 yaşa kadar RPE yapılabileceğini savunmuştur. Benzer bir çalışmada Alpern ve Yurosko (107) ise kadınlarda 20 yaş, erkeklerde ise 25 yaşı üst sınır olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmalar sonunda elde edilen sonuçlar, aslında iskeletsel yaşı kronolojik yaşa kıyasla karar vermede daha önemli olduğunu göstermektedir. Gelişen teknoloji ve bilgisayar yazılımlarının yaygınlaşması neticesinde yapılan güncel bilgisayar destekli çalışmada Angelieri ve ark. (17) KIBT ile midpalatal sutur maturasyonunun değerlendirilmesi tekniğini ortaya atmışlardır. Bu çalışmada ortaya konan sınıflandırma tekniği erişkin hastalarda cerrahi yöntemler kullanmadan nasıl başarı sağlandığını açıklayabilir.

2.5 ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

2.5.1 Bilgisayarlı Tomografi

İngiliz elektrik mühendisi Godfrey N. Hounsfield (108) tarafından 1972 yılında geliştirilen ve taranan belirli alanların kesitsel görüntülerini elde etmek için farklı açılardan alınan birçok X-ışını ölçümünün bilgisayarla işlenmiş kombinasyonlarını kullanan tıbbi bir görüntüleme prosedürüdür.

Hastanın değişik açılardaki çok sayıda iki boyutlu X-ışını görüntüleri alınarak, iç yapısının 3 boyutlu görüntüsü bilgisayar ortamında üretilmektedir. Hasta, tabla üzerinde sabit dururken, tablanın istenilen miktarda ilerletilmesi ve bu esnada sırasıyla ışın gönderilmesi sayesinde kesitler elde edilir (109).

Normal ve normal olmayan yumuşak dokular ile kemik dokuların görüntülenmesine imkân verir. Özel bilgisayar programları sayesinde üç boyutlu hacimsel görüntüler işlenerek, görüntünün her yönde hareketi ve eksenlerde döndürülmesi mümkündür. Buna ek olarak görüntülerin istendiğinde büyütülebilmesi, çeşitli ölçümlerin uygulanabilmesi ve dokunun üç farklı kesitte görüntülerken distorsiyon ve magnifikasyon oluşturmaması tespit, teşhis ve tedavi planlamasında önemli bir yere sahiptir (110).

Diş hekimliğinde özellikle cerrahi uygulamaları öncesinde kemik yapının üç boyutlu görüntülenmesinde tespit, teşhis ve tedavi planlaması yapılmasında sıklıkla kullanılır. Travma, tempromandibular eklem rahatsızlıklarının teşhisi, distraksiyon osteogenezisi, kalsifikasyonların, yabancı maddelerin, diş kök ve parçalarının, kistik patolojik yapılar ve neoplazmik oluşumların tespitinde ve sınırlarının belirlenmesinde, mini vidaların yerleştirilmesinde, gömülü ve sürünürer dişlerin yerlerinin tespit edilmesinde önemli yere sahiptir (111).

Tüm bu avantajlarına rağmen; yüksek dozda radyasyona maruz kalınması, metal objelerin görüntüde bozulmaya sebep olması, yumuşak doku görüntülenmesi için kontrast maddeye ihtiyaç duyulması, maliyetinin yüksek ve ulaşımının zor olması kullanımını sınırlayan başlıca dezavantajlarıdır (112,113).

2.5.2 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Bilgisayarlı tomografinin dezavantajlarından yola çıkarak, 1982 yılında geliştirilen ve 1998 yılından beri diş hekimliğinde kullanılan konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) tekniğı, üç boyutlu görüntüleme konusunda tıp bilimi ve diş hekimliğı için oldukça büyük bir adım olmuştur (114).

Çalışma prensibi benzerlik gösterse de, KIBT cihazlarının bilgisayarlı tomografi cihazlarına kıyasla bazı önemli farklılıkları mevcuttur. KIBT cihazlarında, BT cihazlarının aksine, düşük enerjili anot tüpü X-ışını kaynağı olarak görev yapmaktadır. KIBT’de görüntüleme esnasında dedektör hastanın çevresinde 360° dönerken, BT’de kesit görüntüsünün elde edilebilmesi için hastanın cihaz içinde

kademeli hareket ettirilmesi gerekir. Bu da X-ışının verimli kullanılmasını sağlayarak, gerekli doz miktarının azalmasını, dolayısıyla görüntüleme maliyetlerinde düşmesini sağlar (115).

360°'lik tarama esnasında, dedektör veya flat panel kamera, kaynaktan yayılan X-ışınlarını algılar, böylece tekil projeksiyon imajları elde edilir. “Temel imajlar” olarak adlandırılan bu data aksiyal, sagital ve koronal düzlemlerde primer rekonstrüksiyon görüntülerini oluşturan volumetrik data grubuna dönüştürülürler. Yazılım programları sayesinde işlenen ham görüntülerden üç boyutlu görüntüler elde edilir (116).

KIBT cihazlarında konik ışın tekniği ve dizaynı ile yazılım programları kraniyofasiyal bölge için özel olarak ayarlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda radyasyon efektif dozunun (ortalama 36.9-50.3 μ Sv) konvansiyonel bilgisayarlı tomografi sistemleri ile (ortalama 474-1160 μ Sv) karşılaştırıldığında %98 oranına kadar düştüğü tespit edilmiştir (117,118).

Buna ek olarak, görüntülerin elde edilmesi için dedektörün tek bir rotasyonunun yeterli olması, görüntüleme esnasında hasta hareketi kaynaklı artefaktların önemli ölçüde önlenmesini sağlar. Tarama süresinin 10-40 saniye arasında olması diğer bir avantajıdır (119).

BT'ye kıyasla, KIBT'de voksellerin boyutunun izotropik olması, sub-milimetrik çözünürlük ile yüksek doğrulukta ölçüm yapılabilmesini sağlamaktadır. Bu sayede çene kemikleri ile dişler gibi densitesi yoğun yapılardan yüksek kapasitede görüntüler alınabilir (120).

KIBT cihazları, geleneksel tomografi cihazlarına kıyasla az yer kaplaması, gelişen ara yüzler sayesinde kullanımının oldukça kolay olması, radyolog desteği olmadan diş hekimi tarafından uygulanabilir ve değerlendirilebilir olması nedeniyle dental kliniklerde geniş kullanım alanı bulmuştur (121).

Ortodontide KIBT ile süpernumerer, eksik ve gömülü dişler, eksternal kök rezorbsiyonu, kök kırığı, temporomandibular eklem, damak yarığı, diş köklerini saran bukkal ve lingual kortikal kemik genişliği, gömülü dişin buton ile sürdürülmesi gibi

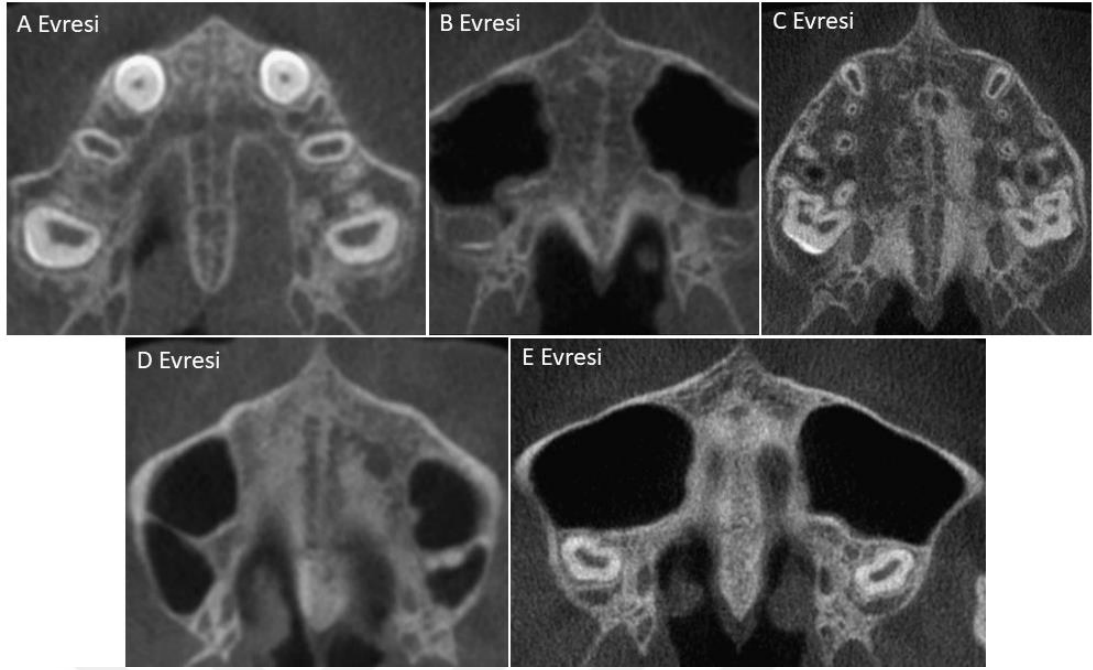
konularda yararlanılmıştır (122). Büyüme ve gelişimin değerlendirilmesi, ortognatik cerrahi tedavilerinin planlaması, etkinliğinin ve stabilitesinin değerlendirilmesinde de KIBT kullanımı giderek artmaktadır (123).

Güncel literatür incelendiğinde BT ve KIBT görüntüleri kullanılarak midpalatal suturun değerlendirildiği birçok klinik çalışma gerçekleştirilmiştir (44,61,124–126).

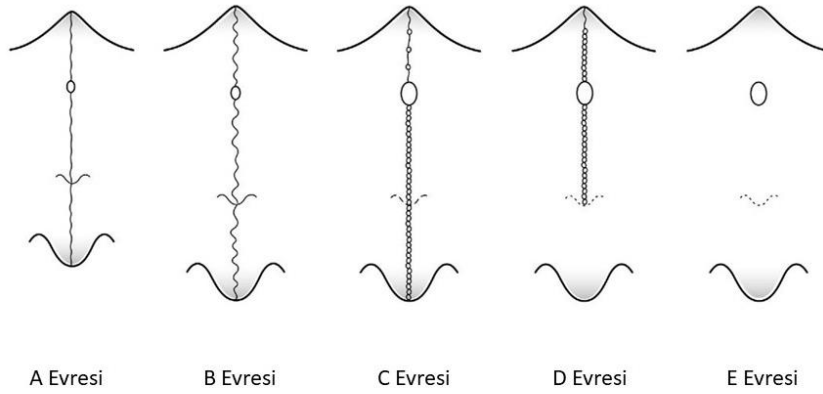
2.6 MİDPALATAL SUTUR MATURASYON AŞAMALARININ SINIFLANDIRILMASI

Midpalatal sutur ve diğer kraniyal sutur yapılarının ve maturasyon aşamasının değerlendirilmesi amacıyla birçok metodoloji önerilmiştir. Bu sınıflandırma yöntemleri, teknolojideki gelişmelere paralel olarak, insan ve hayvan histolojik çalışmaları, oklüzal radyografiler, hem otopsi materyalleri hem de canlı örnekleri üzerinden alınan bilgisayarlı tomografi görüntüleri gibi pek çok değişik yolu kullanmıştır (17). Midpalatal sutur maturasyonunun değerlendirilmesi için kullanılan bu yöntemlerin her biri kendi içerisinde birtakım zorlukları barındırmaktadır.

Angelieri ve ark. (17) tarafından 2013 yılında yayınlanan çalışmada, Brezilyalı 140 hastadan alınan KIBT görüntüleri kullanılarak RPE öncesi midpalatal sutur maturasyon aşamalarının güvenilir bir şekilde sınıflandırıldığı bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre midpalatal sutur yapısı beş aşamada değerlendirilmiştir (Şekil 2-4, Şekil 2-5):



Şekil 2-4 Angelieri ve ark. (17) tarafından geliştirilen midpalatal sutur maturasyon sınıflandırması



Şekil 2-5 Angelieri ve ark. (19) tarafından geliştirilen maturasyon sınıflandırmasının şematik çizimi

A Evresi: Midpalatal sutur, düz, yüksek yoğunluklu, interdijitasyon içermeyen ya da çok az içeren sutural bir çizgi şeklindedir.

B Evresi: Midpalatal sutur, düzensiz, yine yüksek yoğunlukta taraklı bir çizgi şeklindedir. Bu evrede bazı küçük alanlarda midpalatal sutur çizgisi 2 paralel taraklı çizgi şeklinde de görülebilir.

C Evresi: Midpalatal sutur 2 paralel taraklı birbirine yakın yüksek yoğunlukta çizgiler şeklinde görülür. Bu evrede maksiller ve palatinal kemikler arasında küçük düşük yoğunluklu bir aralık mevcuttur.

D Evresi: Midpalatal suturun palatinal kemikte kalan kısmı füzyona uğramıştır ve matürasyon posteriordan anteriora doğru ilerler. Bu evrede palatinal kemikte sutur net olarak izlenemez ve parasutural kemik yoğunluğu maksiller kemik ile karşılaştırıldığında artmıştır. Maksiller kemikte sutur füzyona uğramamıştır ve iki yüksek yoğunlukta çizgi halindedir.

E Evresi: Midpalatal sutur maksiller kemikte de izlenememektedir ve kemik yoğunluğu bütün damakta artmıştır.

Beş evreden oluşan bu sınıflandırma kullanılarak bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir (61,127–129). Haghanifar ve ark. (128) tarafından yaşları 10 ile 70 arasında değişen 114 İranlı hastanın KIBT verileri kullanılarak yaptıkları çalışmalarında midpalatal suturdaki ossifikasyon derecesinin yaş ile arttığı belirtilmiştir, ayrıca araştırmalarında 20 yaş üzerinde midpalatal suturun tamamen açık olarak izlendiği görüntüler olduğu da rapor edilmiştir.

Tonello ve ark. (129), yaşları 11 ile 15 arasında değişen Brezilyalı 84 bireye ait KIBT verileri kullanarak yaptıkları çalışmalarında suturada füzyonun başladığı ve tamamlandığı D ve E aşamalarının daha düşük prevalansta olduğunu ve E aşamasının çoğunlukla 14 ve 15 yaşlarındaki bireylerde dağılım gösterdiğini ifade etmişlerdir.

2.7 FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ

2.7.1 Tanım

Öklid geometrisinin sunduğu bağıntı ve kavramlar kare, üçgen ve daire gibi basit geometrik şekilleri anlamamıza, bunların çevre, alan ve hacimleri ile çeşitli geometrik hesaplamalar yapmamıza yardımcı olur. Ancak, doğada rastlanan doğal geometrik şekillerin ve desenlerin Öklid teorimi ile hesaplanması oldukça zor ve karmaşıktır (130).

20. yüzyılda bilgisayar tabanlı modelleme imkânlarının artması sayesinde karmaşık doğal geometrik şekiller üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar hız kazanmış ve Mandelbrot (131) karmaşık doğal geometrik şekiller için “fraktal” terimini ilk kez 1975 yılında kullanmıştır. Latince’de “kırık”, “kırılmış” anlamına gelen bu kelimeyi ilerleyen yıllarda “Fraktal Boyutlar” kavramı ile doğadaki geometrik şekillerin hesaplamaları teorisi olarak genişletmiştir.

Mandelbrot (131), fraktalı “bütüne benzer, bir anlamda eş parçalardan oluşmuş bir şekil” olarak tanımlamıştır. Yani, fraktal, farklı ölçeklerde ve farklı yönlerde gözlemlendiğinde dahi yine kendisine benzeyen eş parçalardan oluşmuş yapılardır. Fraktal boyut, doğadaki kendine benzerlik ve pürüzlülük kavramlarıyla ilgilenir (132).

Fraktallar parçalara ayrıldığında, parçaların her biri, bütünle ölçek simetrisi özelliği gösteren şekillerdir. Fraktalları basit geometrik şekillerden ayıran bir husus da topolojik ölçekleme şeklidir. Kare, çizgi ve küp gibi klasik şekillerin topolojik boyutu sabittir ve her zaman tam sayıdır. Çizgiler için topolojik boyut 1 iken; kare için 2; küp için 3’ür. Fraktali oluşturan karmaşık geometrik şekil için bu topolojik boyut hiçbir zaman tam sayı değeri almaz ve bu değer bize fraktalin karmaşıklık derecesini gösterir.

Örneğin, bir çizginin uzunluğunun iki katına çıkarılması, çizgi uzunluğunu iki kat arttırır ki bu çizginin uzunluğunu 2^1 yükseltmek demektir. Bir karenin kenar uzunluklarının iki katına çıkarılması, karenin yüzey alanını dört kat arttırır ki bu karenin alanını 2^2 yükseltmek demektir. Benzer şekilde, bir kürenin yarıçapı iki katına çıkarılırsa, bu kürenin hacmi sekiz kat artar, bu da kürenin hacmini 2^3 yükseltmek

demektir. Ancak, fraktal yapılarda bu durum farklıdır. Bir fraktalın tek boyutlu uzunlukları ikiye katlanırsa, fraktalın uzamsal içeriği mutlaka tamsayı olmayan bir üslü sayı ile ölçeklenir (131). Bu üssel güç, fraktalın “fraktal boyutu” olarak adlandırılır. Bu, karmaşık geometrik şeklin boşluk doldurma kapasitesi ile ilgili bir göstergedir. Boşluğun dolduruluş yapısı hakkında bilgi sunmaz, fraktal geometrinin araçlarından biridir (133).

Mandelbrot (134), kıyı uzunluğunun hesaplanması ile ilgili bir çalışmada çeşitli ülkelerin kıyı şeridini potansiyel fraktal yapılar olarak kabul etmiştir. Karmaşık doğal geometrik bir şekil oluşturan herhangi bir kıyı şeridinin, farklı ölçeklerdeki haritalarını incelediğinde, kıyı şeridinin bütün ölçeklerde benzer karmaşıklık seviyesini koruduğunu tespit etmiştir. Koyların ve yarımadaların şekillerinin büyük ya da küçük olmalarından bağımsız, boşluk doldurma kapasitelerinin benzer olduklarını; böylece kıyı şeridinin birebir uzunluğunu ölçmek yerine, üssel bir şekilde değişen fraktal boyutunu kullanarak kıyı şeridinin ölçülebilir daha küçük ölçekler ile tüm uzunluğunun hesaplanabileceğini ortaya koymuştur (135).

Fraktal boyut, hem bir yapının boşlukta kapladığı alanı hem de yapının karmaşıklığını temsil eder ve daima kesirli bir sayıdır. Mandelbrot (134), İngiltere'nin sahil kenarının boyutunu fraktal analiz yöntemi ile ölçtüğünde 1,25'e yakın bir değer bulmuştur. Bu değer 1 ve 2 tam sayıları arasında bulunması, tek boyutu olan düz bir çizgiden daha fazla alan kapladığını ve düz çizgiden daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu ancak 2 boyutu olan bir düzlemin tamamını dolduracak kadar bir yer ihtiva etmediğini göstermektedir(135). Doğadaki özgün yapıların tamamı dikkate alındığında tanımların birbiriyle örtüşmediği örnekler olsa da, fraktallar birbirlerine uyarlar ve aşağıdaki genel özellikleri gösterirler;

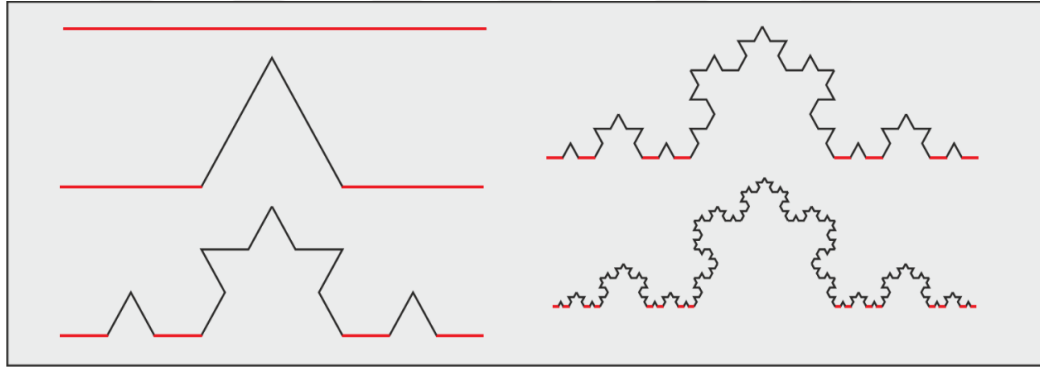
- Öklid geometrisi ile ifade etmek için fazla düzensizdirler,
- Farklı ölçeklerde dahi kendine benzerlik gösterir,
- Özyineli ve basit bir tanımı vardır,
- Hausdorff boyutu topolojik boyutundan yüksektir.
- Matematiksel tanımları farklıdır.

2.7.2 Yöntem

2.7.2.1 Hausdorff-Besicovitch ölçüsü ve boyutu:

Matematikte “boyut” kavramı, bir cismin üzerinde konum belirtmek için ihtiyaç duyulan koordinat sayısı olarak tanımlanır (136). Örneğin bir dikdörtgen iki boyutludur, bir küp ise üç boyutludur. Dikdörtgen üzerinde bir nokta tarif edilmek istendiğinde (x,y) iki koordinat; küp üzerinde bir nokta tarif edilmesi gerektiğinde (x,y,z) üç koordinat bildirilmesi gerekir. Fraktal şekillerin kendine benzerlik özelliği nedeniyle, bu matematiksel boyut kavramı, başlangıcı ve bitişi tam olarak kestirilemeyen doğal fraktalların boyutunu açıklamak için yetersiz kalmaktadır.

Örneğin, yapay(matematiksel) bir fraktal olan Koch eğrisi, düz çizgilerden oluşmaktadır. Başlangıç noktasından olan sabit bir uzaklık, bir noktanın yerini göstermek için yetersiz kalmaktadır. Koch eğrisi kendisini sürekli tekrar ettiğinden sonsuz uzunluktadır, buna karşın iki boyutlu uzayda yer kaplamaz.



Şekil 2-5 Koch Eğrisi

Bu tip fraktal yapıların boyutunu anlamak için Hausdorff ölçüsü ve Hausdorff boyutu kullanılmaktadır. Hausdorff ölçüsü, Hausdorff boyutunu tanımlamak için kullanılır ve aşağıdaki gibi formüle edilir (137);

$$H_{\delta}^S = \inf \{ \sum_{i=1}^{\infty} |U_i|^S : \{U_i\} F' \text{ in } \delta \text{ komşuluğunda.} \} \quad (2.1)$$

U , Öklid uzayının boş olmayan herhangi bir alt kümesini ifade eder. δ komşuluk uzunluğudur ve 0'dan büyük olmalıdır. S ölçümün yapıldığı boyutu ifade eder. $|U|$, U kümesi içerisinde birbirine en uzak olan iki nokta arasındaki uzaklıktır. Başka bir deyişle bütün ikili noktalar arasındaki farklardan en büyüğüdür (137).

Buradan yola çıkarak F ile belirtilen kümenin Hausdorff boyutu, Hausdorff ölçüsünün 0'dan sonsuza geçtiği kırılma noktası olarak tarif edilir ve matematiksel olarak (137);

$$\dim_H F = \inf \{ s \leq 0 : H^s(F) = 0 \} = \sup \{ s : H^s(F) = \infty \} \quad (2.2)$$

formülü ile gösterilir.

2.7.2.2 Fraktal boyutun hesaplanması:

Doğal geometrik şekillerin Öklid geometrisi ile hesaplanamayan ve kendini tekrarlayan yapısı 20.yy'la kadar bilim adamları tarafından kusur olarak görülmekteydi (134). İlerleyen teknoloji ve gelişen bilgisayar programları ile beraber, bilim adamları bu doğal yapıları anlamak için yapay(matematiksel) kendini tekrarlayan fraktallar oluşturmuşlardır. Kendi N adet kopyasını içeren ve her bir parça bütünü r oranında küçültülmesiyle oluşturulan bir şeklin fraktal boyutunun hesaplanması için kullanılacak formül (137);

$$\dim_H = \frac{\log(N)}{\log(\frac{1}{r})} \quad (2.3)$$

$\dim_H$ = Hausdorff–Besicovitch Boyutu, N =Toplam desen Sayısı, r =Benzerlik Oranı

olarak gösterilir.

Fraktal sistemler doğada oldukça yaygındır. Bir insanın yürüyüş tarzı, kalp atış dinamiği, beyin aktiviteleri, sutur yapısı biyofraktal sistemlere örnek gösterilebilir(138,139).

Doğal geometrik cisimlerin fraktal boyutunun hesaplanmasında birçok yöntem geliştirilmiştir. Esas olarak monofraktal analiz ve multifraktal analiz olarak gruplandırılan bu yöntemlerden, objenin geometrik yapısı hakkında hesaplamalar yapmak ve düzensizliğini ölçmek için kullanılan yöntemler mono fraktal yöntemler olarak adlandırılmıştır.

Başlıca monofraktal yöntemler (140);

- 1) Kutu Sayımı Yöntemleri:
 - a) Box Counting Yöntemi
 - b) Diferansiyel Kutu Sayımı Yöntemi
 - c) Genişletilmiş “Dilatasyon” Sayım Yöntemi
- 2) Brownian Fraktal Yöntemleri
 - a) Variogram Yöntemi
 - b) Power Spectrum Yöntemi
- 3) Alan Hesaplama Yöntemleri
 - a) İsaritma Yöntemi
 - b) Blanket Yöntemi
 - c) Üçgen Prizma Yöntemi

Daha kompleks yapılar oluşturmak için iç içe örülmüş monofraktallardan oluşan doğal geometrik cisimlerin hesaplanması için multifraktal analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntem ile hesaplanan fraktal boyut, objenin boşluk doldurma özellikleri hakkında daha fazla bilgi sunmaktadır (141). Literatürde geçerliliği olan multi-fraktal analiz yöntemleri ise (137);

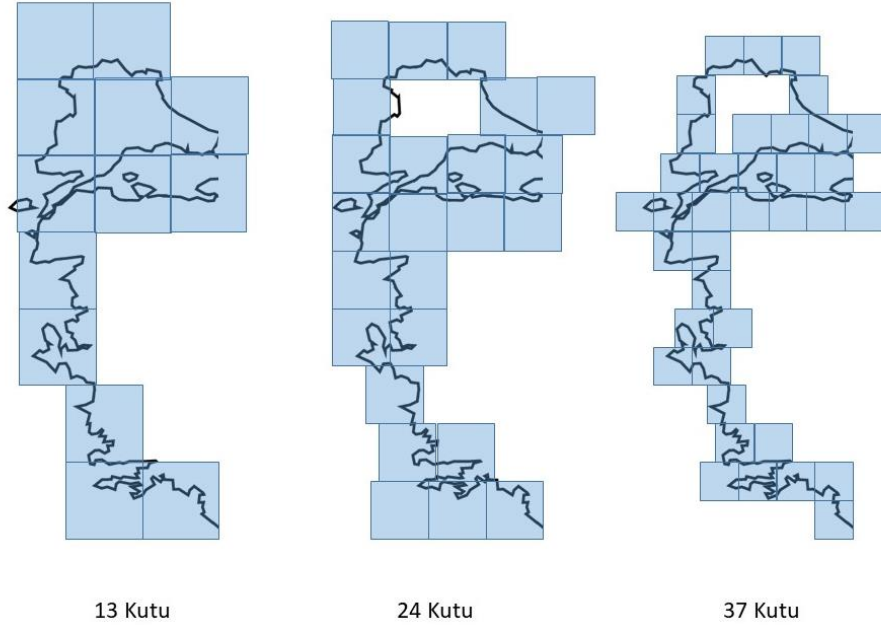
- 1) Fine Teorisi Yöntemi
- 2) Coarse Teorisi Yöntemi olarak adlandırılmıştır.

Günümüzde dijital görüntüleme yöntemleri ile elde edilen görüntüler üzerindeki biyofraktal yapıların incelenmesi ve analizi için en sık kullanılan yöntem kutu sayımı(box counting) yöntemidir (140).

2.7.2.3 Kutu sayımı (Box Counting) yöntemi:

Bu yöntemde esas, optik veya bilgisayar tabanlı görüntüleme programlarının yakınlaştırma veya uzaklaştırma özelliklerini kullanarak gözlem detaylarının her bir ölçekteki detay miktarını ölçmektir. Gözlemci, mukayese için merceğin magnifikasyonu veya çözünürlüğü yerine nesne veya desenin boyutunu değiştirir (142).

Bu yöntem ile fraktalın boyutun hesaplanabilmesi için görselin tüm sınırlarını ızgara şeklinde örtecek şekilde kare kutular kullanılır. Her bir ölçek için kullanılacak ızgara seti bir kutu boyutu ile karakterize edilir. Görüntünün tüm sınırlarını örtecek şekilde ihtiyaç duyulan kutu miktarı kutu boyutunun fonksiyonu olarak kaydedilir.

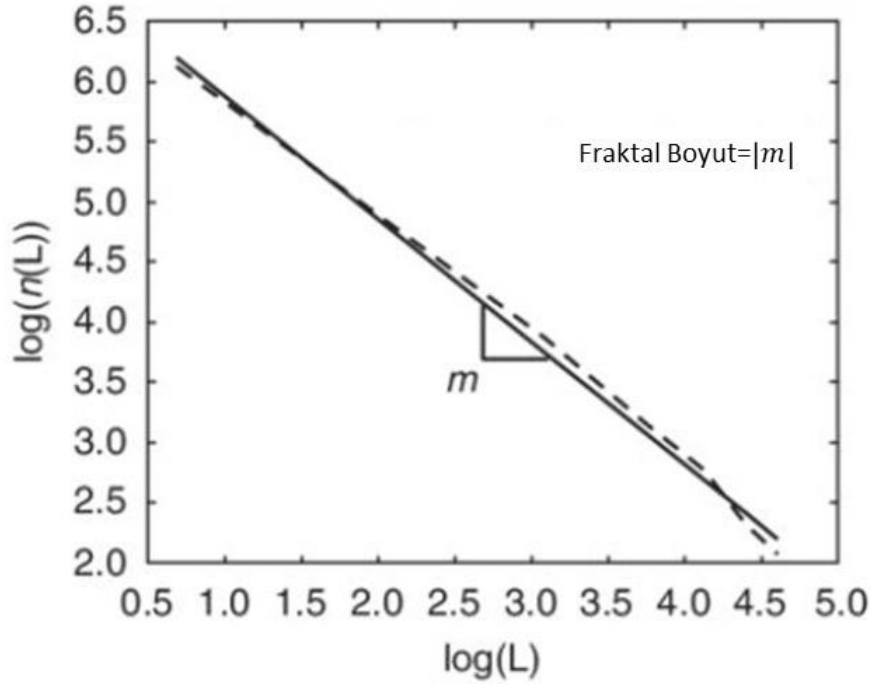


Şekil 2-6 Ege Kıyılarının fraktal boyutunun hesaplanması için kutu sayımı

Ölçek sabit tutulurken, her yeni sayımda kutuların küçültülmesi sayesinde şekli kaplamak için gerekli kutu sayısı artar. Şekil 2-5’de görüldüğü üzere, Ege kıyılarının uzunluğunun ölçülebilmesi için, harita ölçeği sabit tutulurken her sayımda daha küçük

kareler kullanılarak kıyı şeridi kaplanmış ve her kutu boyutu için kıyı şeridini kaplamak için gerekli kutu miktarı sayılmıştır.

Her bir ölçek için deseni örten kutu miktarının logaritmasının, bir kutunun kenar uzunluğu ile çarpımı, kutu kenar uzunluğunun logaritmasına bölünür. Elde edilen sonuçlar yatay eksende $\log(L)$, dikey eksende $\log(n(L))$ olacak şekilde bir grafiğe yerleştirilir. Elde edilen noktaların birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan eğrinin eğimi hesaplanır. Bu eğim ölçülen fraktalın fraktal boyutunu verir (142).



Şekil 2-7 Fraktal boyut

Dijital görüntüleme sistemleri kullanılarak elde edilen tıbbi görüntülerin fraktal analizi için, dijital görüntü, görüntü işleme programları vasıtasıyla bir takım işlemlerden geçirildikten sonra ikili(binary) sisteme çevrilerek sayıma hazır hale getirilir. Ardından, farklı bilgisayar programı kullanılarak ilgi alanı (region of interest:ROI) içinde kalan fraktal geometri üzerinde kutu sayımı yapılır. Sayım sonucu elde edilen noktalar ile oluşturulacak grafik üzerindeki doğrunun eğimi fraktal boyutu

verir. Fraktal boyut yapının karmaşıklığı hakkında bilgi verir ve bu bilgi bize yapı hakkında bir tıbbi yorum yapabilmek için fikir sunar.

Aynı görüntü üzerinde yukarıda değinilen değişik fraktal analiz yöntemleri ile hesaplama yapmak mümkündür. Her bir analiz kendi formül ve yaklaşımını kullanmaktadır. Bu sebepten dolayı sonuçlar birbirine yakın olmakla birlikte bire bir aynı değildir (137,143). Ayrıca, ROI işaretlenirken boyut, şekil ve konum seçimindeki farklılıkların fraktal boyutu etkilediği ortaya koyulmuştur (144). Buna ek olarak periapikal grafilerde kVp değeri, ekspozur süresi ve projeksiyon açısındaki değişikliklerin fraktal boyutu etkileyeceği ortaya koyulmuştur (145). Kutu sayımı metodu yaygın olarak kullanılsa da henüz literatürde genel kabul görmüş bir fraktal analiz yöntemi yoktur. Bu sebeplerle fraktal analiz ümit vadetse de kesin tanı ve uygulama için tek yöntem olarak kullanılmamalıdır (142,143,146,147).

2.7.3 Fraktal Analiz Yönteminin Tıp ve Diş Hekimliğinde Kullanılması

Üç boyutlu görüntüleme tekniklerinin gelişmesi ve bilgisayar programları yardımıyla bu görüntülerin detaylı analizler için işlenebilmesi tıp ve diş hekimliğinde teşhis ve tedavi planlaması için oldukça faydalı olmuştur (140). Örneğin teşhisi zor kemik lezyonlarının veya biyopsi alınmasının zor veya tehlikeli olduğu durumlarda bilgisayar yardımlı analiz sistemleri kullanılarak trabeküler kemik yapısının ve kemik lezyonlarının sınırlarının objektif bir biçimde belirlenebileceği sonucuna varılmıştır (133,148).

Orak hücreli anemi hastalarında eritrositlerin prematür kaybı nedeniyle, eritrositlerin yapılarındaki değişiklikler fraktal analize tabi tutulmuştur (149). Orak hücreli anemi tanılı hasta grubundan elde edilen fraktal boyutun, sağlıklı kontrol grubuna göre daha düşük değere sahip olduğu ortaya konmuştur. Çalışma orak hücreli anemi tanılı hastaların alveolar trabeküler alanının daha boşluklu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Panoramik grafi ile trabeküler kemikteki osteoporotik değişimler fraktal boyut değerlendirmesine tutularak, periapikal grafilerden elde edilen görüntülerle

kıyaslanmıştır. Panoramik grafiler, periapikal grafilerden daha düşük çözünürlüğe sahip olmasına rağmen, osteoporotik değişimlerin tespit edilmesi için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (150).

İmplant cerrahisi sonrasında osseointegrasyon başarısı ve kemik iyileşmesi fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir (151). Çalışma öncesi ve sonrasında yapılan fraktal boyut değerlendirmesi sonucunda implant çevresindeki fraktal boyutun artması, işlemin başarılı olduğunu ve iyileşme sağlandığını göstermiştir. Ayrıca, başka bir çalışmada alveolar kemik fraktal boyut değerleri arttıkça implant stabilizesinin arttığı ve mandibular implantlar için bu korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya konmuştur (152).

Osteoartritik değişikliklerin başlangıcı ve prognozunun değerlendirilebilmesi için subkondral kemik anizotropisi ve kemik yoğunluğu ile trabeküller arası bağlantılar fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir (153). Çalışmada, diz osteoarriti olan hastalar ile sağlıklı bireyler arasında fraktal boyut karşılaştırıldığında, osteoartrit tanılı hastalarda fraktal boyutun daha düşük olduğu gösterilmiştir.

Görüntüleme tekniklerinin ilerlemesine paralel olarak, kemik mineral kaybı ve kemik yoğunluğu; akciğer pulmoner dallanma; kalp atışı ve hareketin karakteri gibi yumuşak dokular dâhil değişik doku ve seviyelerde fraktal boyut hesaplaması teşhise yardımcı olacak şekilde, hastalığın şiddeti veya iyileşmenin miktarı hakkında bilgiler sunmaktadır (137,138,152).

3 GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 HASTA SEÇİM KRİTERLERİ

Çalışmamız için SBÜ Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulundan 14.07.2020 tarihinde 2020/329 sayılı izin alındı.

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı arşivinde bulunan, 2010 ile 2019 yılları arasında teşhis ve tedavi planlaması amacıyla (implant öncesi planlama, oral ve maksillofasiyal patoloji değerlendirmesi, gömülü diş varlığı) elde edilen KIBT görüntüleri kullanıldı. Bu çalışma, KIBT görüntüleme yöntemi ile elde edilen midpalatal sutur tanı görüntülerinin, ImageJ (Ver.1.52a) yazılımı vasıtasıyla fraktal kutu sayımı analizine tabi tutularak, maturasyon evresinin bilgisayar vasıtasıyla tespit edilebilirliğinin incelenmesi için yapılan retrospektif çalışmadır.

KIBT görüntülerinin çalışmaya dâhil edilme kriterleri;

- Daha önce ortodontik tedavi görmemiş hastalar,
- 17-30 yaş ve 31-60 yaş aralığında olan hastalar,
- Herhangi bir sendromu ya da kraniyofasiyal defekti olmayan hastalar,
- Kraniyofasiyal bölgede travma hikayesi olmayan hastalar,
- KIBT görüntü kalitesinin iyi olduğu filmler,
- Artefakt ya da yabancı cisim içermeyen görüntüler,

İncelenen 156 adet görüntüden, kriterlere uyan 74 KIBT görüntüsü çalışmaya dâhil edildi. 82 görüntü kriterlere uymadığı için çalışma dışı bırakıldı.

Tablo 3.1’de görülen araştırmanın gücünü hesaplamak amacıyla post hoc olarak 0,5 etki büyüklüğü, 0,05 α hata düzeyi ve 74 adet örneklem büyüklüğü ile 5 gruplu tek yönlü varyans analizi testine göre G*Power 3.1.9.7 yazılımı ile yapılan hesaplamada araştırmanın gücü 0,9330 olarak belirlendi.

Tablo 3-1 Güç Analizi

F tests - ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way			
Analysis:	Post hoc: Compute achieved power		
Input:	Effect size f	=	0.5
	α err prob	=	0.05
	Total sample size	=	74
	Number of groups	=	5
Output:	Noncentrality parameter λ	=	18.5000000
	Critical F	=	2.5046091
	Numerator df	=	4
	Denominator df	=	69
	Power (1- β err prob)	=	0.9330788

Dahil edilme kriterlerine uyan 74 KIBT görüntüsünden oluşan örneklem grubu cinsiyet ile adli tıp radyolojisi tarafından önerilen şekilde(154) 30 yaş altı ve 31 yaş üstü olmak üzere gruplara ayrıldı. Katılımcıların demografik özelliklere göre dağılımları Tablo 3.2’de verildi.

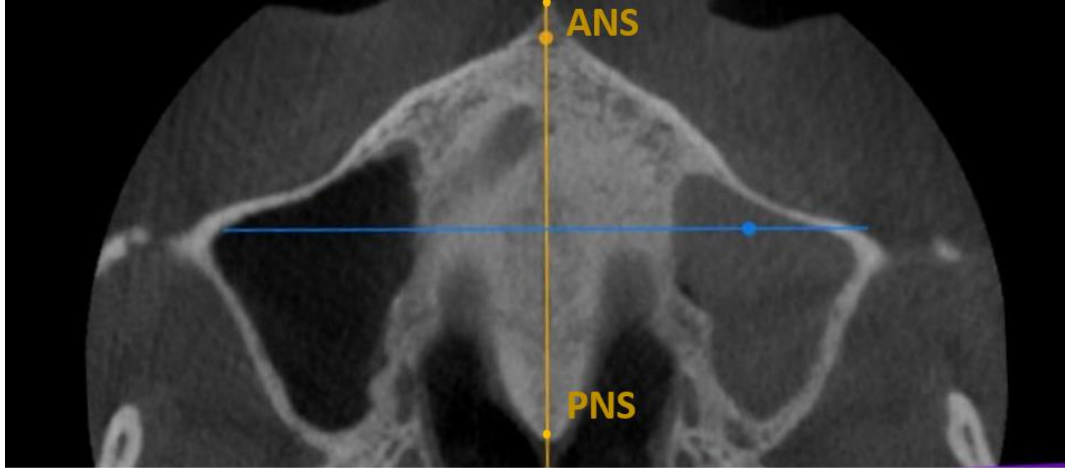
Tablo 3-2 Katılımcıların demografik özellikleri

Hasta Özellikleri		30 Yaş ve Altı	31 Yaş ve Üstü
		%(n)	%(n)
Cinsiyet	Kadın	52,4 (11)	60,4 (32)
	Erkek	47,6 (10)	39,6 (21)
	<i>Toplam</i>	100 (21)	100 (53)

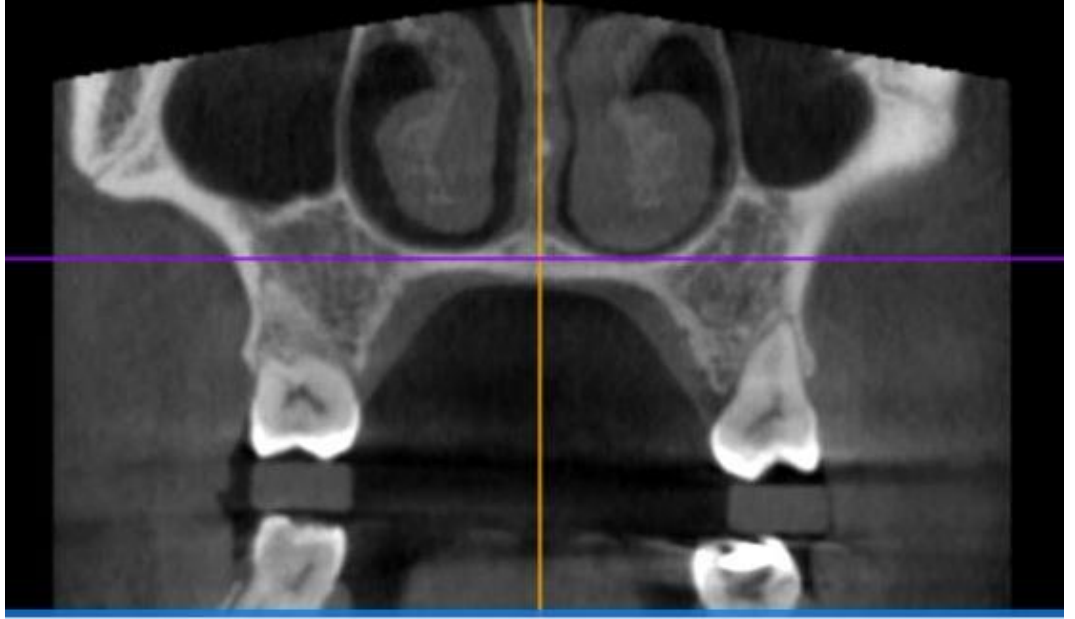
3.2 KIBT GÖRÜNTÜLERİNİN ELDE EDİLMESİ VE ANALİZİ

Üç boyutlu görüntüler, düz panel sensörüne sahip, 96 kVp, 8-12 mA, görüntüleme alanı boyutu 230 x 160 mm ve düşük çözünürlük azaltma modunu kullanan ProMax 3 Boyutlu KIBT cihazı (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) kullanılarak elde edilmiştir. Voksel boyutu 400 mikrometre (μm), maruz kalma süresi 9.32 ile 9.41 saniyeler arasındadır. Doz alanı ürünü $1730.5 \text{ mGy} \cdot \text{cm}^2$ ve $2307.4 \text{ mGy} \cdot \text{cm}^2$ arasında değişmektedir. Yeniden yapılandırılmış projeksiyon görüntüleri, yeniden biçimlendirme yazılımı (Romexissoftware, version 3.2.0.R, Planmeca) ile işlendi. Tüm taramalar, hasta doğal baş pozisyonunda ve sentrik oklüzyonda iken gerçekleştirildi. Verilerin Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) formatında dışa aktarımı yapıldı ve OsiriX (Ver.10 Lite, ücretsiz demo sürüm, Switzerland) programına yüklendi. OsiriX programı kullanılarak aksiyel düzlemde midpalatal sutur üzerinden geçecek şekilde antero-posterior referans çizgisi oluşturuldu (Resim 3-1). Koronal düzlemde ise, maksiller birinci molar bölgede midpalatal bölgeyi birleştiren çizgiye denk gelecek şekilde yatay bir referans çizgisi oluşturuldu (Resim 3-2). Daha sonra midpalatal suturu kesen sagittal düzlemde antero-posterior ile bağıntılı panoramik bir eğri (curve) çizildi (Resim 3-3). Kalınlık (thickness), çevre yapıların midpalatal suturun radyoopak görüntüsü ile karıştırılmasını önlemek için 0 mm'ye ayarlandı. Tüm KIBT görüntüleri, kontrast veya parlaklık ayarlanmadan aynı voltaj ve akım koşulları altında çekildi ve ardından aynı koşullar altında (WL:1.298 HU; WW:4.498 HU) düzenlendi.

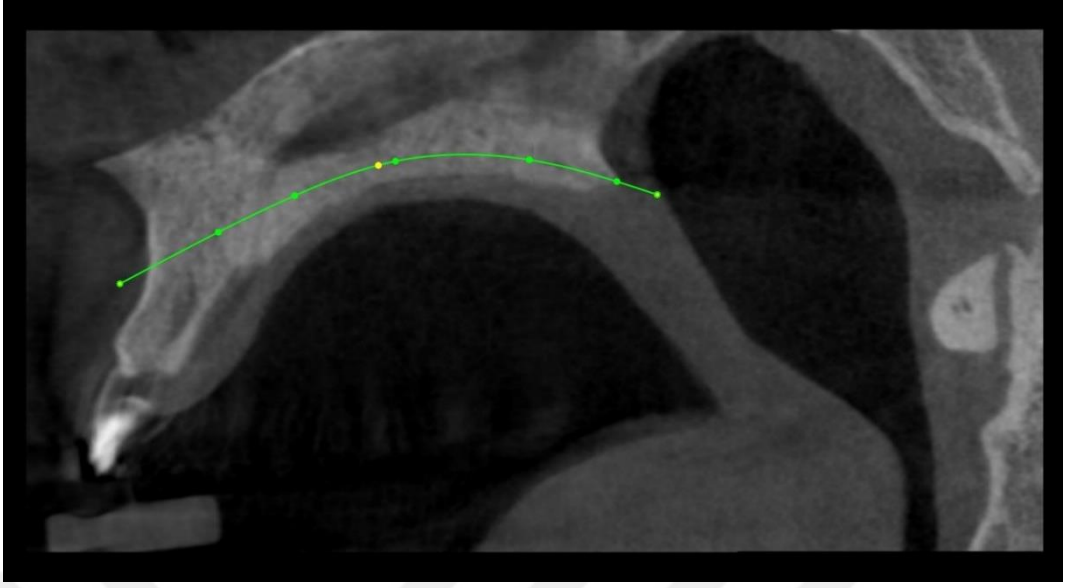
Panoramik eğri çizilmesi ile elde edilen midpalatal sutur görüntüsü üzerinde ROI işaretlendi (Resim 3-4). Çevre yapıların fraktal boyut hesaplamasına dahil olmasını önlemek için ROI mümkün olduğunca dar tutulmuştur (Ortalama genişlik 461 piksel, yükseklik 57 piksel).



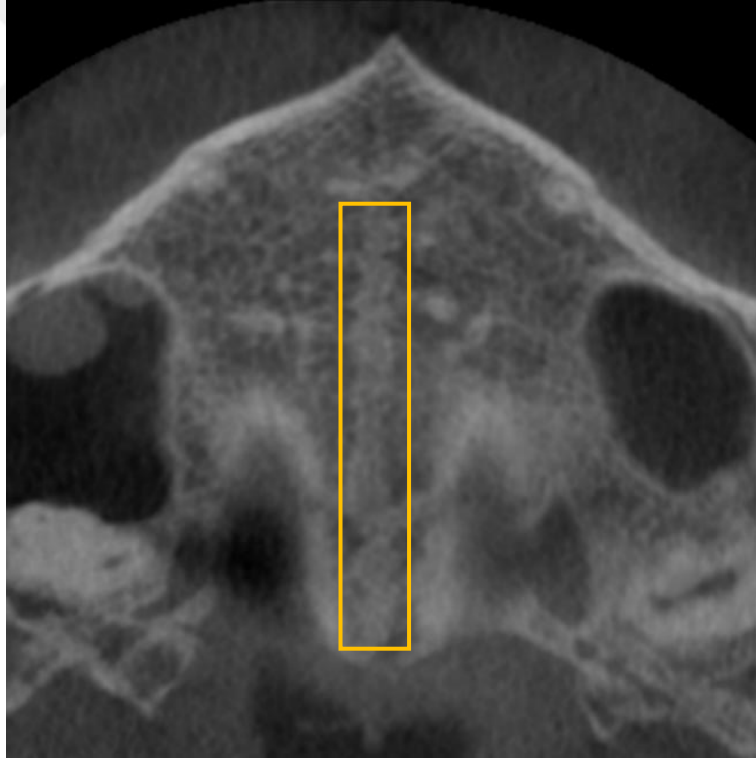
Resim 3-1 Aksiyal kesitte antero-posterior referans çizgileri (ANS ve PNS noktalarını kesen)



Resim 3-2 Koronal düzlemde horizontal referans çizgileri (Maksiller 1.molar bölgesi)



Resim 3-3 Sagital düzlemde midpalatal suturun vertikal merkez noktalarını birleştiren bir eğrinin oluşturulması.



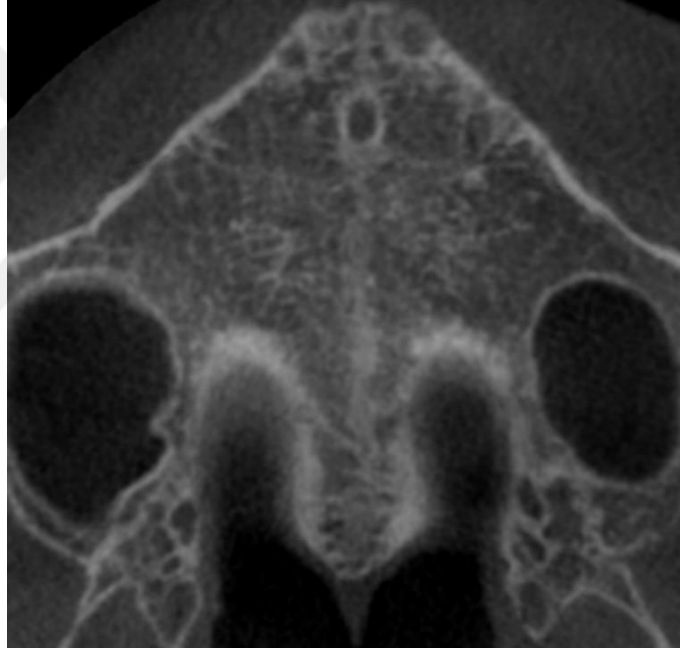
Resim 3-4 Panoramik eğri oluşturulduktan sonra midpalatal suturun elde edilen görüntüsü ve ROI

3.2.1 Midpalatal Suture Maturasyonunun Değerlendirilmesi

Panoramik eğri oluşturulduktan sonra elde edilen midpalatal suture görüntüsü, Angelieri ve ark. (17) tarafından geliştirilen maturasyon sınıflandırma sistemi kullanılarak sınıflandırıldı.

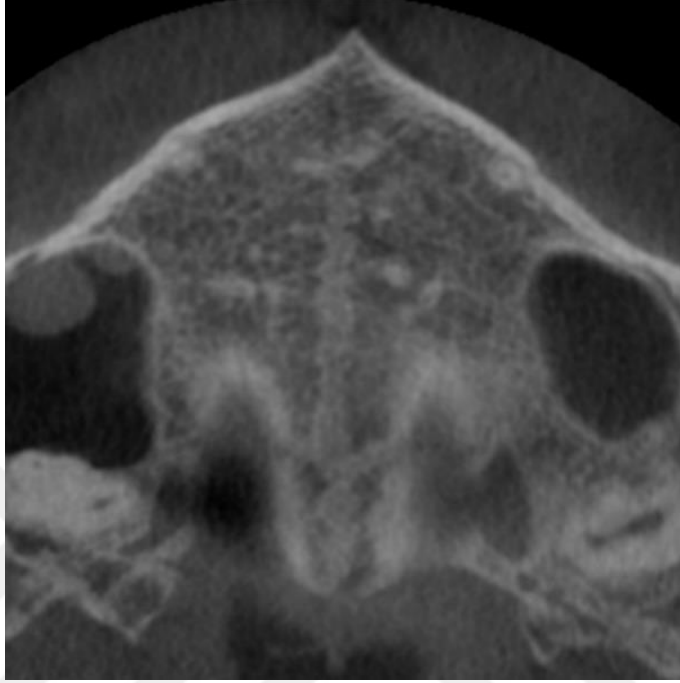
Midpalatal suture morfolojisi, intermaksiller kemik çizgisi şekillerine göre beş farklı sınıfa ayrıldı. Aksiyel düzlemde standardize edilmiş KIBT kesit görüntüleriyle belirlenen midpalatal suture maturasyonunun bu tanımlayıcı aşamaları řu şekildedir;

B Evresi: Bazı alanlarda taraklı yüksek yoğunluklu bir çizgi ve diğer alanlarda birbirine yakın ve küçük düşük yoğunluklu boşluklarla ayrılan 2 paralel, taraklı, yüksek yoğunluklu çizgi olarak karakterize edilir (Resim 3-5).



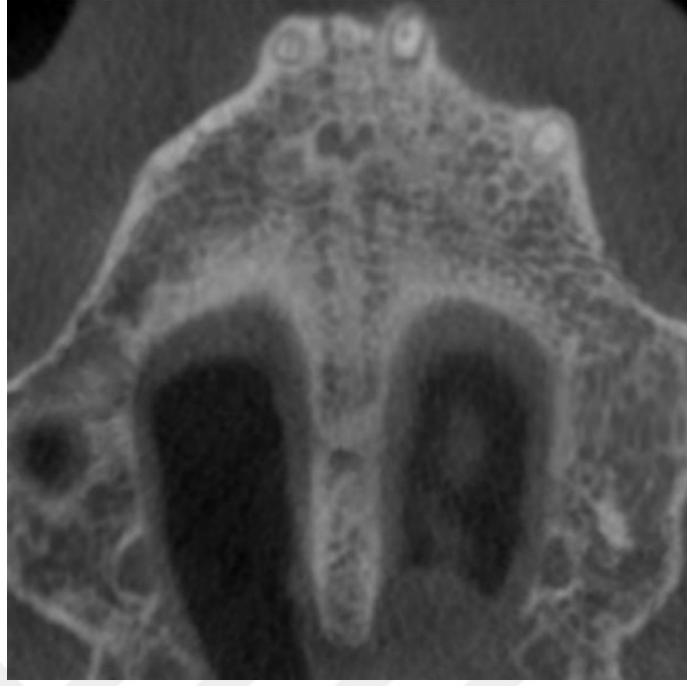
Resim 3-5 "B" evresi

C Evresi: Birbirine yakın iki paralel, taraklı, yüksek yoğunluklu sutur hattı ve aralarında düşük yoğunluklu aralık mevcuttur (Resim 3-6).



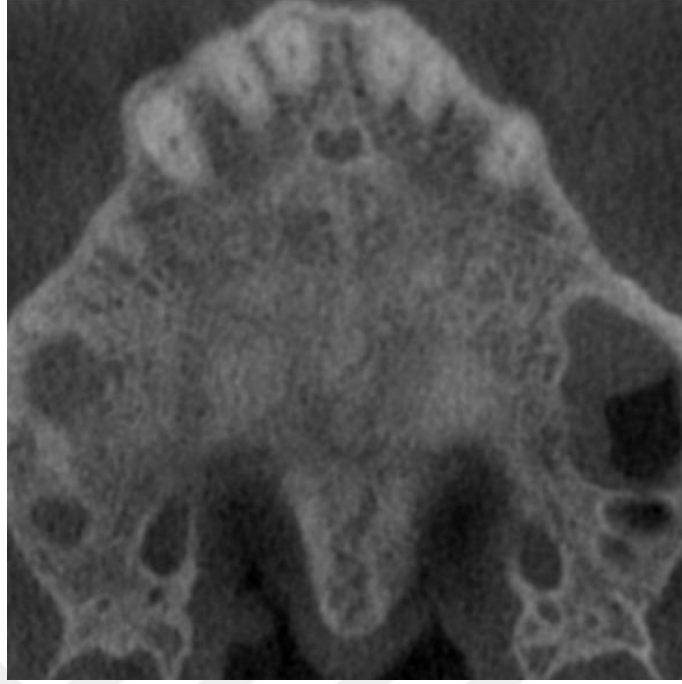
Resim 3-6 "C" evresi

D Evresi: Midpalatal suturun maksiller kemik bölgesinde kalan kısmı füzyona uğramamıştır ve yüksek yoğunlukta iki çizgi halindedir ancak palatal kemik bölgesindeki kısmında füzyon gerçekleştiği için sutur hattı görünmez (Resim 3-7).



Resim 3-7 "D" evresi

E Evresi: Maksillanın en azından bir kısmında sutur füzyonu gerçekleşmiştir ve parasutural kemik yoğunluğu damağın diğer bölgelerindeki ile aynıdır (Resim 3-8).



Resim 3-8 "E" evresi

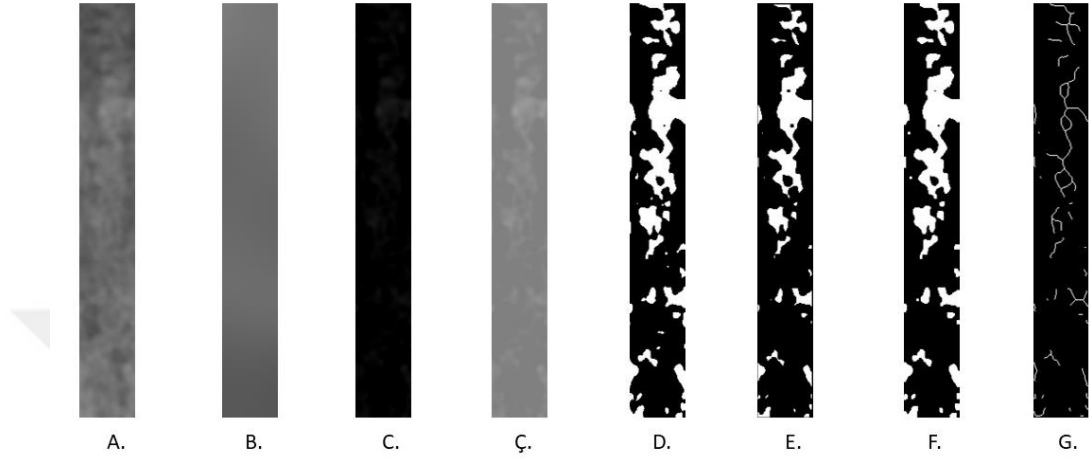
Gözlemci içi güvenilirliğin test edilebilmesi maksadıyla tüm KIBT görüntüleri 21 gün sonra aynı şartlar ve kurallar altında (aynı ekran ve karanlık oda) tekrar değerlendirildi.

3.2.2 Fraktal Boyutun Hesaplanması

Görüntülerin işlenmesi ve saklanması esnasında oluşabilecek kayıpları önlemek maksadıyla aşamaların tamamında görüntüler Tagged Image File Format (tiff) dosya uzantısında kaydedildi.

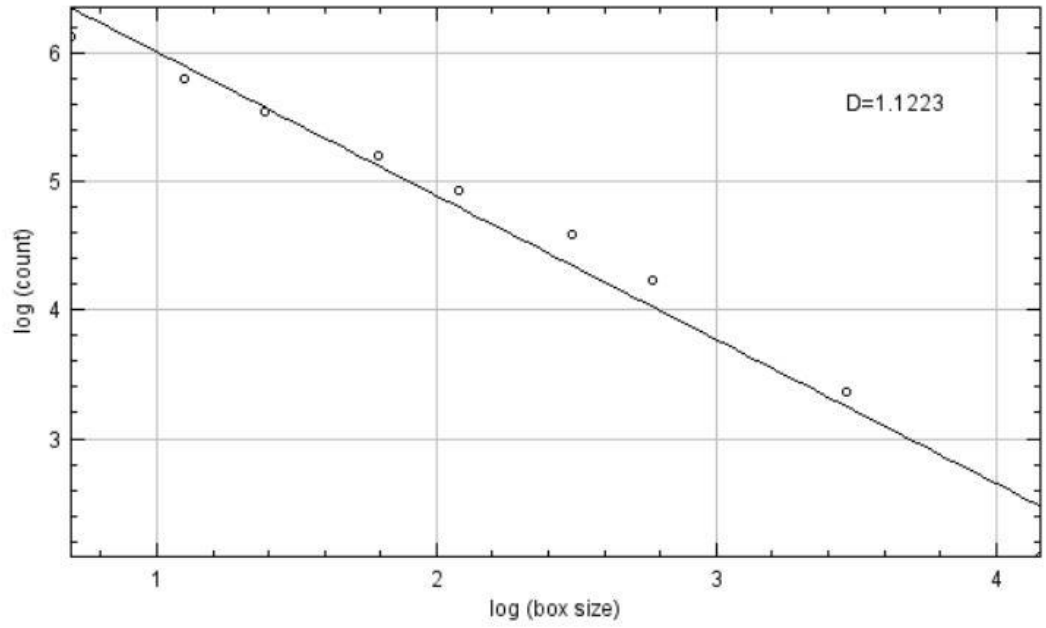
White ve Rudolph (155) tarafında geliştirilen yöntem, ImageJ Ver.1.52a (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA) programı kullanılarak adım adım uygulandı. İlk olarak, seçilen ROI ham görüntü üzerinden kırıldı (Şekil 3-1 A). Kırılmış görüntüye sigma değeri 35 olacak şekilde Gaussian Blur filtresi uygulandı. (Şekil 3-1 B). İkinci adımda, bulanık görüntü orijinal görüntüden çıkarıldı (Şekil 3-1 C). Üçüncü adımda, her bir piksele 128 değeri eklendi (Şekil 3-1 Ç). Sonraki adımda

ise görüntü ikili (binary) formata dönüştürüldü (Şekil 3-1 D). İkili görüntü üzerine aşındırma (erosion) ve genişletme (dilation) birer kez uygulandı (Şekil 3-1 E-F). Son olarak, görüntü iskelet görüntüsüne (skeletonize) dönüştürüldü (Şekil 3-1 G).



Şekil 3-1 A. Kırpılmış ROI görüntüsü; B. Gaussian Blur filtresi uygulanması (Sigma=35); C. B'deki görüntünün A'dan çıkarılmış hali (Subtract); Ç. 128 eklenmiş görüntü (Add); D. İkili (Binary) görüntü; E. Aşındırma (Erosion); F. Genişletme (Dilation); G. İskeletsel (Skeletonise) görüntü

Aynı bilgisayar programı kullanılarak iskelet görüntüsü üzerinde kutu sayımı analizi (box count) yapılarak fraktal boyut (D) hesaplandı (Şekil 3-2).



Şekil 3-2 Kutu sayımı işlemi neticesinde elde edilen eğri.

Gözlemci içi güvenilirliğin test edilebilmesi maksadıyla 21 gün sonra tüm KIBT görüntülerinin fraktal boyut değerleri tekrar hesaplandı.

3.3 VERİLERİN ANALİZİ

Araştırma kapsamında ele alınan değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, frekans ve yüzde kullanılmış ayrıca grafiklerden faydalanılmıştır. Grup karşılaştırmaları öncesinde parametrik testlerin ön şartı olan gruplarda normal dağılım varsayımının değerlendirilmesi Kolmogorov Smirnov testi ile yapıldı (156,157). Normal dağılım varsayımını karşılayan bağımsız ikili grup fark analizlerinde bağımsız gruplarda T testi, üç ve daha fazla grup karşılaştırmalarında Tek Yönlü varyans analizi ve Tukey ve Scheffe testi kullanıldı. Nominal değişkenlerin karşılaştırılması ise ki kare testi aracılığı ile uygulandı (156,158,159). Gözlemler arası tutarlılığın değerlendirilmesi amacıyla kappa testinden faydalanıldı (158,160).

Fraktal analiz değerinin suturu açık olan hastaları, suturu kapalı olan hastalardan ayırt edebilme yeteneklerini test etmek amacı ile ROC analizi uygulandı.

ROC analizinde ROC eğrisi altındaki alanının %50'den fazla olması ve istatistiksel anlamlı olarak önemli olduğu tespit edilmesi durumunda, eşik değerleri duyarlılık, özgüllük ve pozitif olabilirlik oranı esas alınarak belirlendi (161). İstatistiksel analizlerin uygulanmasında SPSS (SPSS for Windows ver.25 SPSS Inc, Chicago, IL) istatistik yazılımından faydalanıldı. Bütün testlerde, p değeri 0,05'ten küçük olan değerler istatistiksel açıdan anlamlı olarak değerlendirildi (*p<0,05, **p<0,001).



4 BULGULAR

Bu bölümde çalışma kapsamında incelenen değişkenlere yönelik tanımlayıcı istatistiklerin yansıra, araştırma hedeflerine ulaşmak için ortaya konan hipotezlere yönelik istatistiksel analiz bulguları yer almaktadır.

4.1 TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

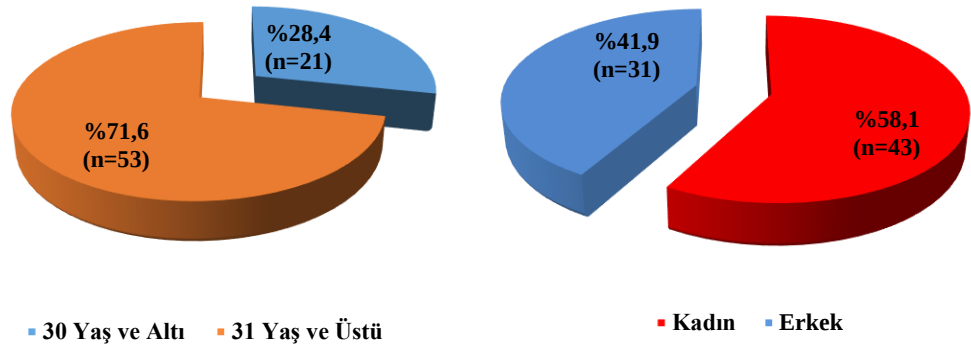
Tablo 4-1’de araştırma kapsamında ele alınan hastaların özelliklerine yönelik bulgular yer almaktadır.

Tablo 4-1 Hasta özelliklerine yönelik tanımlayıcı bulgular

Hasta Özellikleri		30 Yaş ve Altı	31 Yaş ve Üstü
		%(n)	%(n)
Cinsiyet	Kadın	52,4 (11)	60,4 (32)
	Erkek	47,6 (10)	39,6 (21)
	<i>Toplam</i>	100 (21)	100 (53)

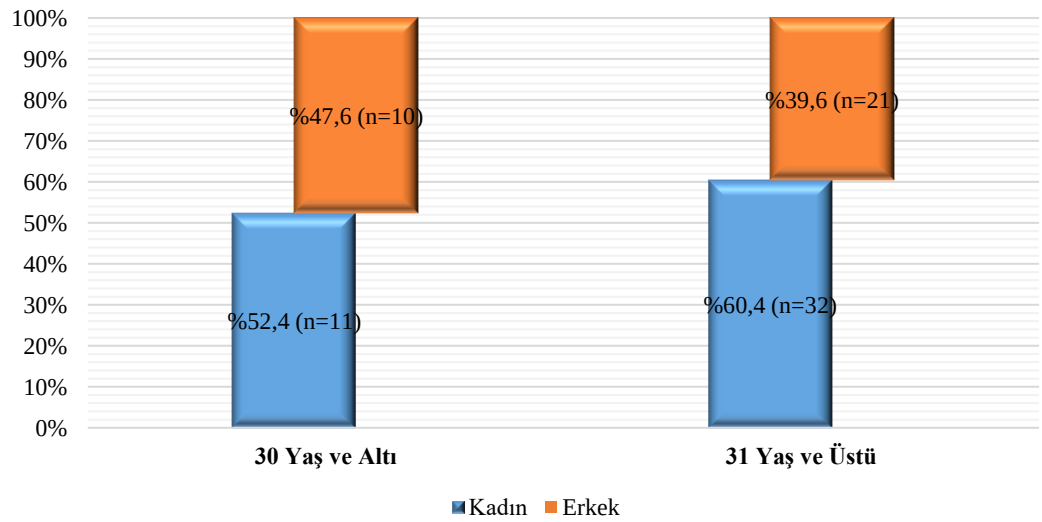
Araştırma kapsamında ele alınan hastaların yaş ortalaması 34,91 ($\pm 8,37$) yıl olarak tespit edildi. Şekil 4-1’de görüldüğü üzere hastalardan %28,4’ü (n=21) 30 yaş ve altı grupta yer alırken, geri kalan %71,6’sı (n=53) 31 yaş ve üstü grupta yer almaktadır. Hastalardan %58,1’i (n=43) kadındır.

30 yaş ve altı grupta yer alan kadınların yaş ortalaması 25,38 ($\pm 3,61$) yıl, erkeklerin yaş ortalaması 26,41 ($\pm 3,12$) yıldır. 31 yaş ve üzeri grupta yer alan kadınların yaş ortalaması 40,53 ($\pm 6,23$) yıl, erkeklerin yaş ortalaması 37,89 ($\pm 5,11$) yıldır.



Şekil 4-1 Hastaların cinsiyet ve yaş dağılımına yönelik bulgular

Tablo 4-1, Şekil 4-1 ve Şekil 4-2’de ise cinsiyet dağılımları yaş grupları açısından değerlendirildiğinde, 30 yaş altı grubunun %52,4’ü (n=11) kadın, %47,6’sı (n=10) erkek iken, bu oranlar 31 yaş ve üstünde %60,4’ü (n=32) kadın, %39,6’sı (n=21) erkek olarak tespit edildi.



Şekil 4-2 Hastaların cinsiyetlerinin yaş gruplarına göre dağılımı

Tablo 4-2’te araştırma kapsamında incelenen hastaların midpalatal sutur maturasyon aşamalarının değerlendirilmesine yönelik tanımlayıcı bulguların yanısıra, gözlemci içi güvenilirliğin değerlendirilmesi amacıyla uygulanan istatistiksel analiz bulguları yer almaktadır.

Tablo 4-2 Midpalatal sutur maturasyon aşamalarının değerlendirmesinde gözlemci içi güvenilirliğe yönelik bulgular

		Gözlem 2				Toplam
		B	C	D	E	
		%(n)	%(n)	%(n)	%(n)	
Gözlem 1	B %(n)	100 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (3)
	C %(n)	0 (0)	100 (20)	3,4 (1)	0 (0)	100 (21)
	D %(n)	0 (0)	0 (0)	96,6 (28)	0 (0)	100 (28)
	E %(n)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (22)	100 (22)
	<i>Toplam</i>	100 (3)	100 (20)	100 (29)	100 (22)	100 (74)
<i>Kappa Value : 0,980, p<0,001 (95% confidence interval [CI] 0,004–0,040)</i>						

Tablo 4-2’te görüldüğü üzere 1’inci gözlemde sutur maturasyon aşaması B (n=3), C (n=20) ve E (n=22) olarak değerlendirilen hastaların tamamı, 2’inci gözlemde de aynı sutur maturasyon aşamasında değerlendirildi. 2’inci gözlemde D sutur maturasyon aşamasında değerlendirilen hastalardan (n=29), 1’inci gözlemde 1’i C, geri kalan 28 hasta ise D sutur maturasyon aşamasında değerlendirildi. Gözlemler arası tutarlılığın değerlendirilmesi amacıyla uygulanan analiz sonucunda Kappa değeri istatistiksel anlamlı olarak yüksek seviyede tespit edildi (Kappa katsayısı: 0,980,

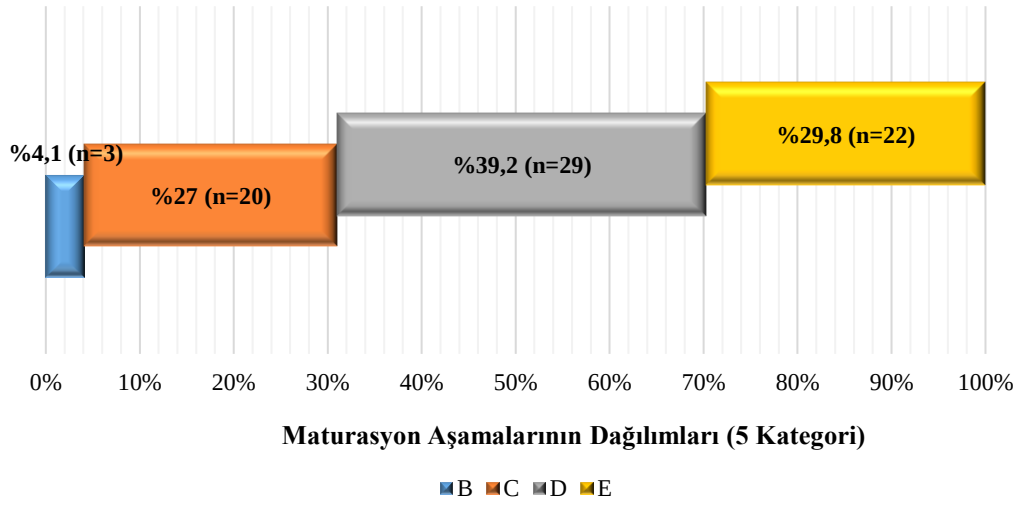
$p<0,001$; 95% CI:0,004–0,040). Bu bulgulara göre iki gözlem arasında yüksek seviyede istatistiksel anlamlı uyum bulundu.

ROI seçiminin tutarlılığını kontrol için, üç boyutlu kesit görüntüleri üzerinde ROI seçimi tekrarlanmış ve yeni ROI çerçevesinden fraktal boyut tekrar hesaplanmıştır. Tablo 4-3’de görüldüğü üzere birinci ve ikinci ölçüm arasında Kappa Katsayısı yüksek seviyede anlamlı bulundu.

Tablo 4-3 ROI - Fraktal boyut arasındaki uyumun değerlendirilmesi

	1. Ölçüm	2. Ölçüm	Kappa Katsayısı
	Ortalama ($\pm$ S.S.)	Ortalama ($\pm$ S.S.)	
	Medyan	Medyan	
Fraktal Boyut	1.114 (0.068)	1.099 (0.097)	0.8053
	1.116	1.104	

Şekil 4-3’te 1’inci ve 2’inci gözlemleri yapılan hastaların sutur maturasyon aşaması değerlendirmelerinin sayısal ortalamalarının üst değere yuvarlanması sonucu elde edilen dağılım görülmektedir.



Şekil 4-3 Hastaların sutur maturasyon aşamalarının dağılımı (beş kategori)

Şekil 4-3’de görüldüğü üzere araştırma kapsamındaki hastaların midpalatal sutur maturasyon aşamalarının değerlendirilmesi sonucunda, hastaların hiçbirinde A aşamasında sutur maturasyonu gözlemlenmedi. Hastaların %4,1’i (n=3) B, %27’si (n=20) C, %39,2’si (n=29) D ve %29,8’i E (n=22) aşamasında sutur maturasyon aşamasına sahip olduğu görüldü. Bu derecelendirme dağılımı hipotez analizlerine temel oluşturacaktır.

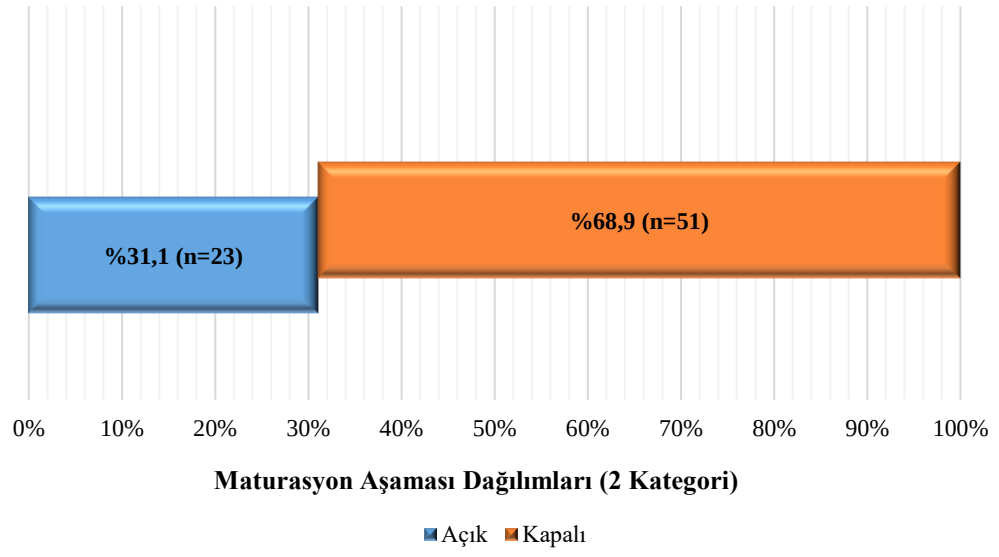
Tablo 4-4’te hastaların yapılan sutur maturasyon aşamalarından A, B ve C aşamalarını “açık”, D ve E aşamalarını “kapalı” olarak sınıflandırmanın sonucunda elde edilen dağılım ve fraktal analiz ile elde edilen sutur değerlendirilmesine yönelik tanımlayıcı bulgular görülmektedir.

Tablo 4-4 Hastaların midpalatal sutur maturasyon aşamalarının dağılımına göre ortalama fraktal analiz değerlendirilmelerine yönelik bulgular

Kategorik Sınıflandırma	(n)	%
Açık (A, B, C)	23	31,1
Kapalı (D, E)	51	68,9
<i>Toplam</i>	74	100

Sutur Maturasyonu Fraktal Analiz Bulguları					
	n	Ort	(±Ss.)	Min.	Max.
<i>Fraktal Analiz Değeri</i>	74	1,102	0.072	0,837	1,216

Tablo 4-4 ve Şekil 4-4'te görüldüğü üzere araştırma kapsamında incelenen hastalardan %31,1'inin (n=23) sutur maturasyon aşaması açık olarak değerlendirilirken, %68,9'unun (n=51) kapalı olarak değerlendirildi. Araştırmaya katılan hastaların sutur maturasyon aşamalarını ifade eden diğer ölçüt olan fraktal analiz değer ortalaması 1,102 ($\pm 0,072$) olarak bulundu (Tablo 4-4).



Şekil 4-4 Hastaların sutur maturasyon aşamalarının dağılımı (iki kategori)

4.2 HİPOTEZ ANALİZLERİ

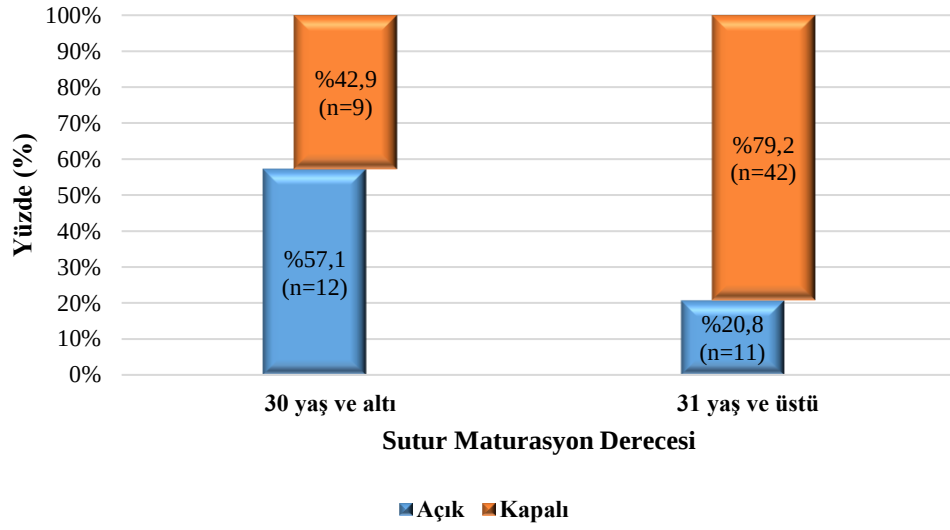
Bu bölümde araştırma hedeflerine ulaşmak amacıyla ortaya konan hipotezlere yönelik istatistiksel analiz bulguları yer almaktadır.

Tablo 4-5 Hastaların yaş ve cinsiyet dağılımlarının sutur maturasyon aşamalarına göre değerlendirilmesi (iki kategori)

Hasta Özellikleri		Sutur Maturasyonu			X ²	p
		Açık	Kapalı	Toplam		
		% (n)	% (n)			
Yaş Grubu	30 Yaş ve Altı	57,1 (12)	42,9 (9)	100 (21)	9,297	0,002
	31 Yaş ve Üstü	20,8 (11)	79,2 (42)	100 (53)		
Cinsiyet	Kadın	32,6(14)	67,4(29)	100(43)	0,105	0,746
	Erkek	29,9(9)	71,0(22)	100(31)		
	Toplam	23	51			

X²: Ki Kare Testi

Tablo 4-5'te ve Şekil 4-5'te görüldüğü gibi, 30 yaş ve altı olan hasta grubunda suturu açık olarak değerlendirilenlerin oranı (%57,1 n=12), 31 yaş ve üstü hasta grubunda suturu açık olarak değerlendirilenlerden (%20,8 n=11) istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek seviyede bulundu ($X^2=9,297$, $p=0,002$). Ancak araştırma kapsamındaki hastaların cinsiyetleri ile sutur maturasyon aşamaları arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki tespit edilmedi ($p>0,05$).



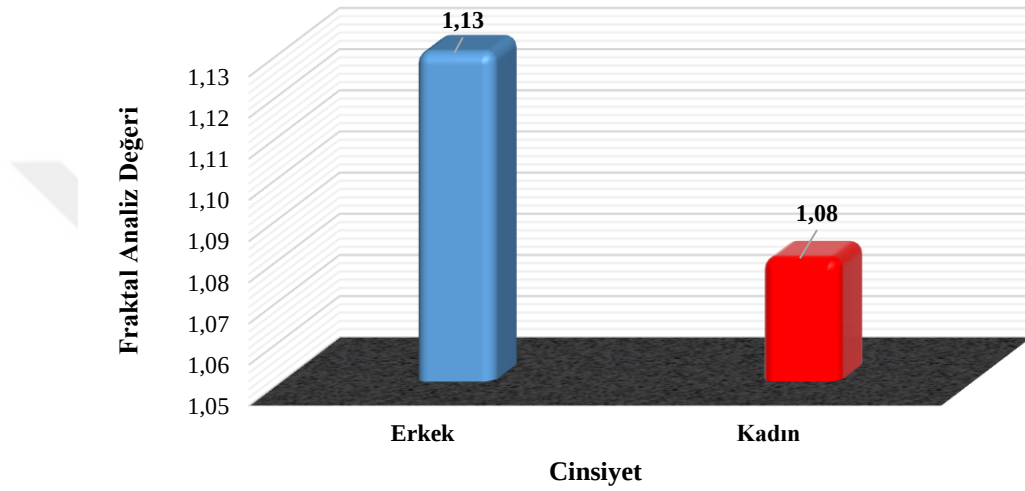
Şekil 4-5 Hastaların sutur maturasyon aşamalarının yaş grupları açısından dağılımı

Tablo 4-6’de araştırma kapsamında incelenen hastaların fraktal analiz değerlerinin yaş ve cinsiyete göre değerlendirilmesi amacıyla uygulanan istatistiksel analiz bulguları yer almaktadır.

Tablo 4-6 Hastaların fraktal analiz değerlerinin yaş ve cinsiyete göre değerlendirilmesi

Hasta Özellikleri		n	Fraktal Analiz Değerleri		t	p
			Ort.	(±Ss.)		
Yaş Grubu	30 Yaş ve Altı	21	1,11	0,07	0,903	0,369
	31 Yaş ve Üstü	53	1,10	0,08		
Cinsiyet	Kadın	43	1,08	0,08	-3,402	0,001
	Erkek	31	1,13	0,05		
	Toplam	74				

Tablo 4-6’de görüldüğü üzere hastaların fraktal analiz değerleri yaş grupları açısından istatistiksel anlamlı farklılık sergilememektedir ($p>0,05$). Ancak Tablo 4-6 ve Şekil 4-6’da görüldüğü üzere araştırmaya katılan erkek hastaların fraktal analiz değerleri ($1,13 \pm 0,05$), kadın hastalara göre ($1,08 \pm 0,08$) istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek seviyede tespit edilmiştir ($t=-3,402$, $p=0,001$).



Şekil 4-6 Hastaların fraktal analiz değerlerinin cinsiyet açısından değerlendirilmesi

Tablo 4-7’de araştırma kapsamına alınan hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından değerlendirilmesi amacıyla uygulanan istatistiksel analiz bulguları yer almaktadır.

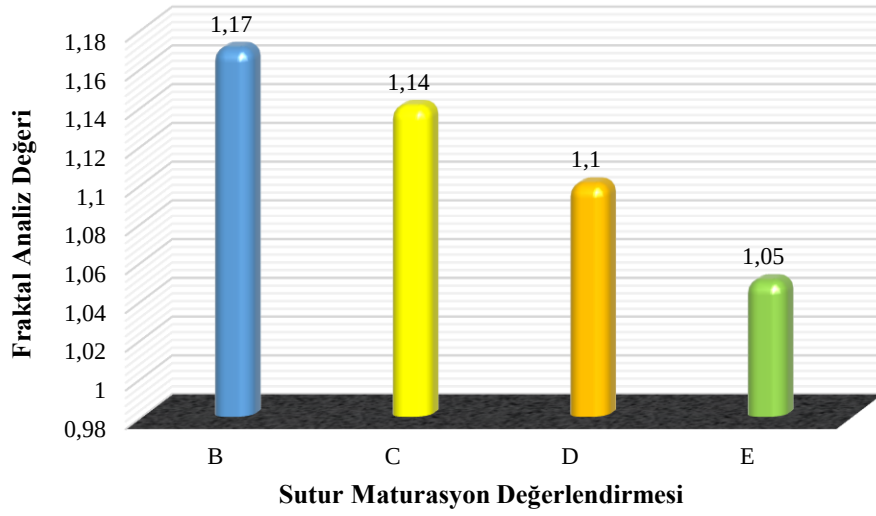
Tablo 4-7 Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından değerlendirilmesi

Sutur Maturasyonu Aşaması		Fraktal Analiz Değerleri			t/f	p	Post Hoc
		n	Ort.	(±Ss.)			
5 Grup	B	3	1,17	0,04	8,497 ^F	<0,001	
	C	20	1,14	0,06			B>E*
	D	29	1,10	0,05			C>E** D>E*
	E	22	1,05	0,08			
2 Grup	Açık	23	1,15	0,06	3,929 ^t	<0,001	-
	Kapalı	51	1,08	0,07			
	Toplam	74					

t: Bağımsız Gruplarda t Testi, f: Tek Yönlü Varyans Analizi, **Post Hoc**: Tukey Testi *:p<0.05, **: p<0.001

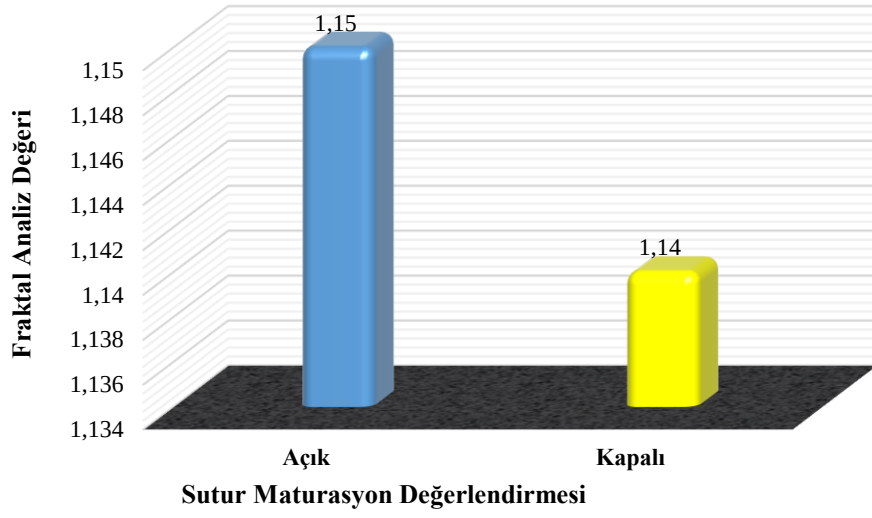
Tablo 4-7’de ve Şekil 4-7’de görüldüğü üzere, sutur değerlendirmesinde E maturasyon aşamasına sahip olan hastaların ortalama fraktal analiz değeri (1,05 ±0,08), sutur maturasyon değerlendirmesinde D (1,10 ±0,05), C (1,14 ±0,06) ve B (1,17 ±0,04) aşamasına sahip hastaların ortalama fraktal analiz değerlerinden istatistiksel anlamlı olarak daha düşük seviyede olduğu tespit edildi (F: 8,497, p<0,001).

Tablo 4-7’de görüldüğü üzere maturasyon aşamaları açık ve kapalı olarak tespit edilenlerdeki fraktal analiz değerleri arasında da istatistiksel anlamlı olarak fark bulundu. Midpalatal suturun açık olduğu olgularda fraktal analiz değeri daha yüksekti (t: 3,929 , p<0,001).



Şekil 4-7 Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından değerlendirilmesi (beş kategori)

Ayrıca Tablo 4-8 ve Şekil 4-8’de görüldüğü üzere, hastaların sutur maturasyonu değerlendirmesinde açık (B,C) olduğu belirlenenlerin ortalama fraktal analiz değeri 1,15 ($\pm 0,06$) iken; sutur maturasyonu değerlendirmesinde kapalı (D,E) olduğu belirlenenlerin ortalama fraktal analiz değeri 1,08 ($\pm 0,07$) istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek seviyede olduğu tespit edildi (t: 3,929, $p < 0,001$).



Şekil 4-8 Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından değerlendirilmesi (iki kategori)

Tablo 4-8’de araştırma kapsamındaki hastaların sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasındaki ilişkinin yaş ve cinsiyet grupları açısından değerlendirilmesi amacıyla uygulanan istatistiksel analiz bulguları yer almaktadır.

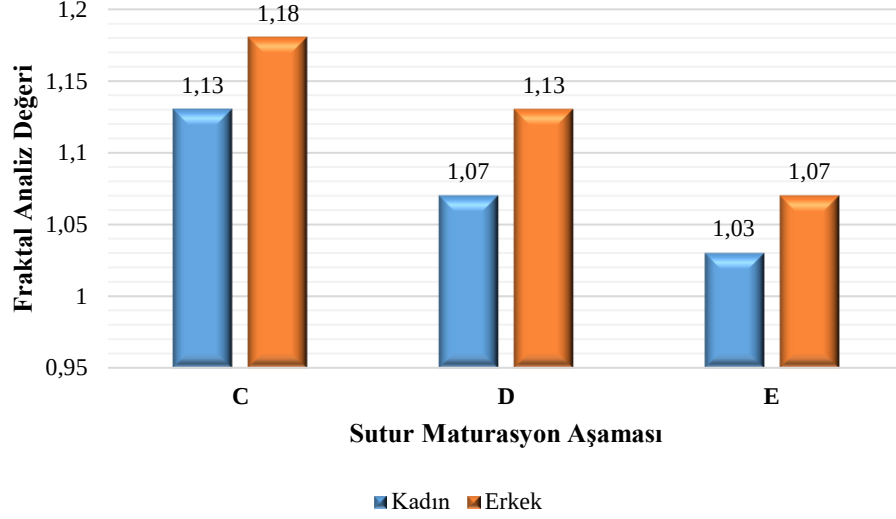
Tablo 4-8 Hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından alt gruplarda değerlendirilmesi

Sutur Maturasyon Aşaması	30 Yaş ve Altı		31 Yaş ve Üstü	
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
	Ort. ($\pm$ Ss.) (n)	Ort. ($\pm$ Ss.) (n)	Ort. ($\pm$ Ss.) (n)	Ort. ($\pm$ Ss.) (n)
B	1,17 ($\pm$ 0,04) (3)	-	-	-
C	1,09 ($\pm$ 0,10) (4)	1,16 ($\pm$ 0,04) (5)	1,13 ($\pm$ 0,04) (7)	1,18 ($\pm$ 0,4) (4)
D	1,04 (-) (1)	1,11 ($\pm$ 0,01) (2)	1,07 ($\pm$ 0,05) (13)	1,13 ($\pm$ 0,03) (13)
E	1,03 ($\pm$ 0,04) (3)	1,09 ($\pm$ 0,01) (3)	1,03 ($\pm$ 0,09) (12)	1,07 ($\pm$ 0,07) (4)
Toplam	1,09 ($\pm$ 0,08) (11)	1,13 ($\pm$ 0,04) (10)	1,07 ($\pm$ 0,07) (32)	1,13 ($\pm$ 0,05) (21)
<i>F</i>	1,877	3,338	4,449	5,001
<i>p</i>	0,222	0,096	0,021	0,019
<i>Post Hoc</i>	-	-	C>E*	C>E*

F: Tek Yönlü Varyans Analizi, **Post Hoc:** Scheffe Testi, *p <0,05

Tablo 4-8’de görüldüğü üzere 30 yaş altı kadın hastalarda fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamalarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edildi ($p>0,05$). Ancak Tablo 4-9 ve Şekil 4-9’da görüldüğü üzere 31 yaş ve üstü kadınlarda fraktal analiz değerleri sutur maturasyon aşamalarına göre istatistiksel anlamlı farklılık göstermektedir ($F=4,449$, $p=0,021$). 31 yaş ve üstü kadınlardan C aşamasında sutur maturasyonuna sahip hastaların ortalama fraktal analiz değeri ($1,13 \pm 0,04$), E aşamasında sutur maturasyonuna sahip hastaların ortalama fraktal analiz değerinden ($1,03 \pm 0,09$) istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek seviyede bulundu ($p<0,05$). Benzer şekilde 31 yaş ve üstü erkeklerde fraktal analiz değerleri, sutur maturasyon aşamalarına göre istatistiksel anlamlı farklılık göstermektedir ($F=5,001$, $p=0,019$). 31 yaş ve üstü erkeklerde C aşamasında sutur maturasyonu olanların ortalama fraktal analiz değeri ($1,18 \pm 0,4$), E aşamasında sutur

maturasyonuna sahip hastaların ortalama fraktal analiz değerinden ($1,07 \pm 0,07$) istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek seviyede bulunmuştur ($p < 0,05$).



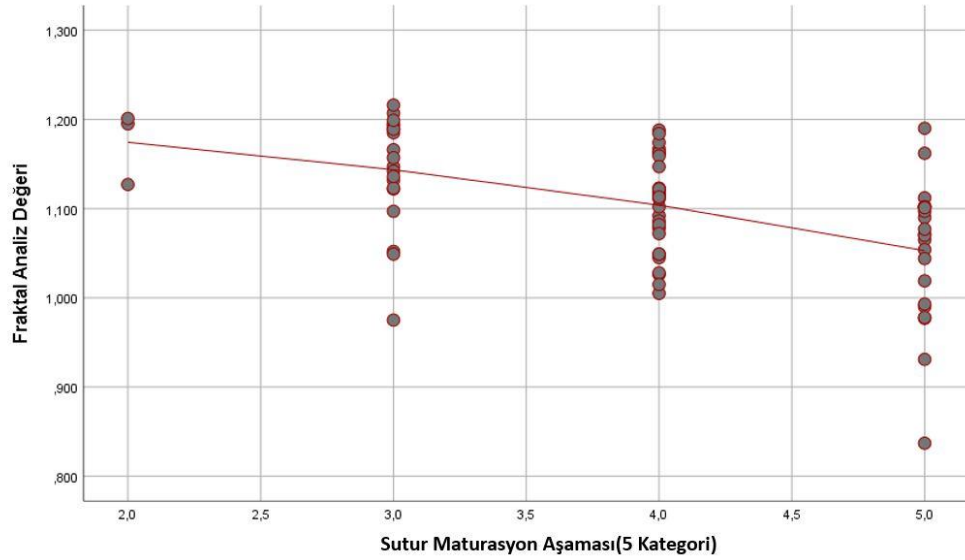
Şekil 4-9 31 yaş ve üstü hastaların fraktal analiz değerlerinin sutur maturasyon aşamaları açısından alt gruplarda değerlendirilmesi

Tablo 4-9’da sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arası korelasyonlara yönelik yapılan istatistiksel analiz bulguları yer almaktadır.

Tablo 4-9 Hastaların Sutur Maturasyon Aşamaları ile Fraktal Analiz Değerleri Arası Korelasyona Yönelik Bulgular

Sutur Maturasyon Aşaması	30 Yaş ve Altı		31 Yaş ve Üstü		Tüm Hastalar
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	
n	11	10	32	21	74
r	-0,550	-0,713	-0,455	-0,618	-0,549
p	0,079	0,021	0,009	0,003	<0,001

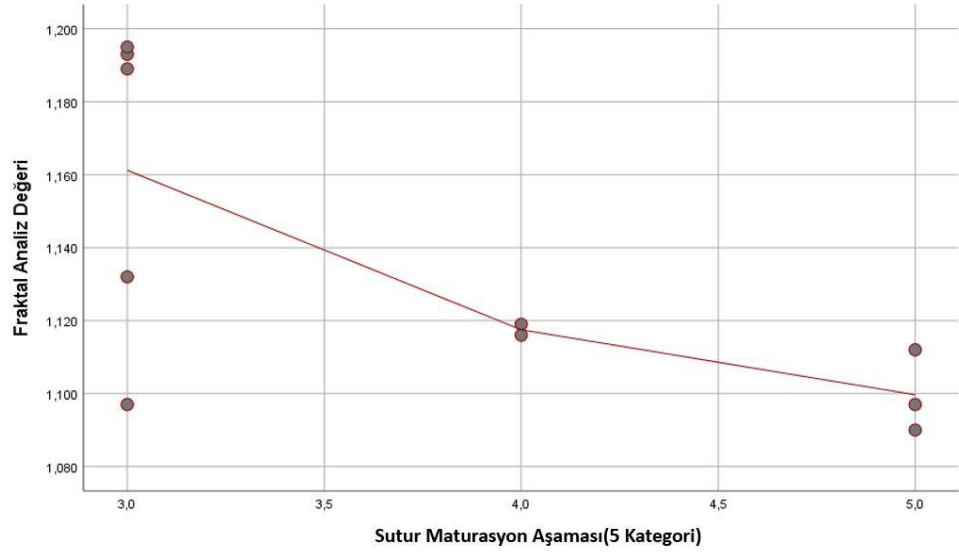
Tablo 4-9’da görüldüğü üzere 30 yaş ve altı kadın hastaların sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki tespit edilmedi ($r=-0,550$, $p=0,079$).



Sutur Maturasyon Aşaması: 1=A, 2=B, 3=C, 4=D, 5=E

Şekil 4-10 Tüm hastalarda sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değeri arasındaki korelasyon

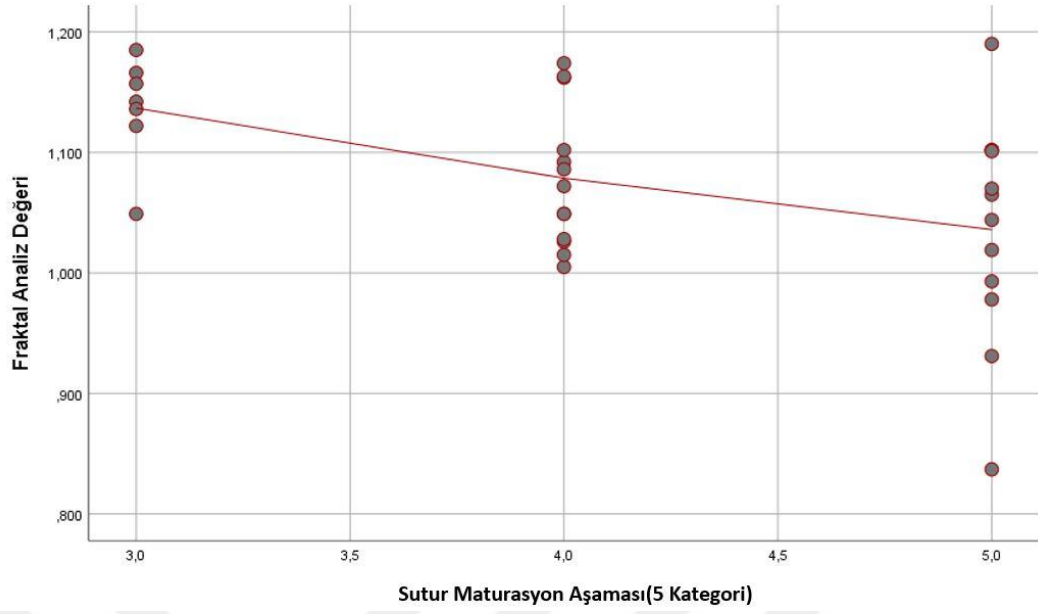
Tablo 4-9 ve Şekil 4-10’da görüldüğü üzere tüm hastalarda sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel anlamlı olarak negatif yönlü korelasyon tespit edildi ($r=-0,549$, $p<0,001$).



Sutur Matürasyon Aşaması: 1=A, 2=B, 3=C, 4=D, 5=E

Şekil 4-11 30 yaş ve altı erkek hastalarda sutur matürasyon aşaması ile fraktal analiz değeri arasındaki korelasyon

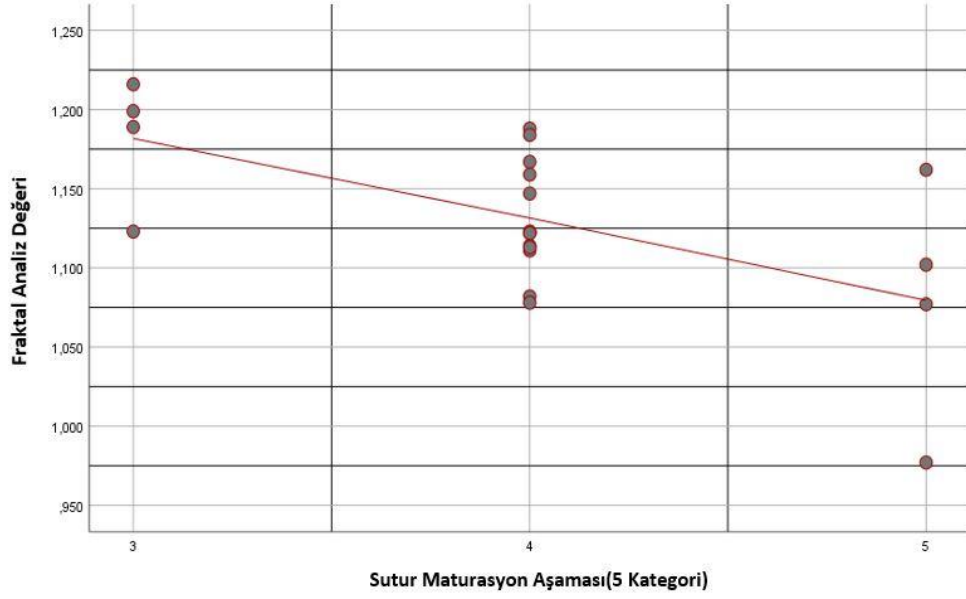
Tablo 4-9 ve Şekil 4-11’de görüldüğü üzere 30 yaş ve altı erkek hastalarda sutur matürasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel anlamlı olarak negatif yönlü korelasyon tespit edildi ($r=-0,713$, $p=0,021$).



Sutur Matürasyon Aşaması: 1=A, 2=B, 3=C, 4=D, 5=E

Şekil 4-12 31 yaş ve üstü kadın hastalarda sutur matürasyon aşaması ile fraktal analiz değeri arasındaki korelasyon

Benzer şekilde Tablo 4-9 ve Şekil 4-12’de görüldüğü üzere 31 yaş ve üstü kadın hastalarda sutur matürasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel anlamlı olarak negatif yönlü korelasyon tespit edildi ($r=-0,455$, $p=0,009$).



Sutur Maturasyon Aşaması: 1=A, 2=B, 3=C, 4=D, 5=E

Şekil 4-13 31 yaş ve üstü erkek hastalarda sutur maturasyon aşaması ile fraktal değeri arasındaki korelasyon

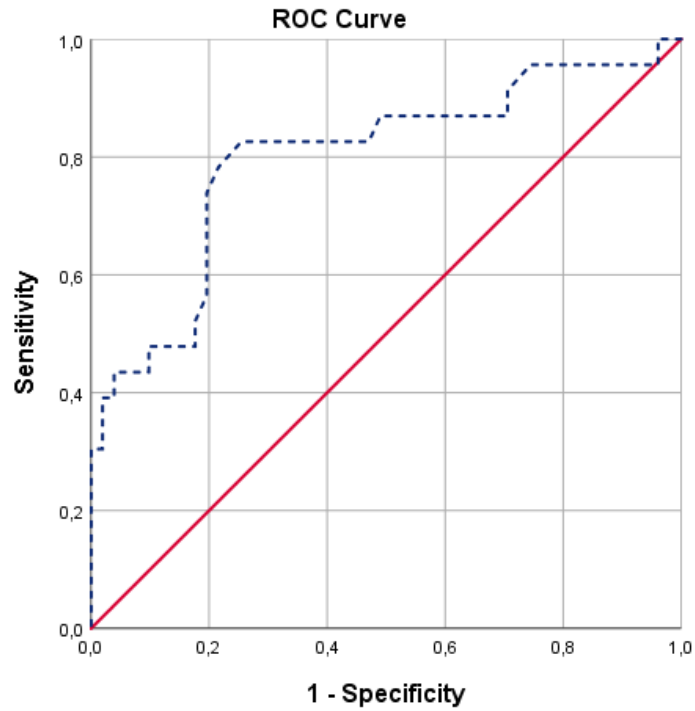
Ayrıca Tablo 4-9 ve Şekil 4-13'te görüldüğü üzere 31 yaş ve üstü erkek hastalarda sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel anlamlı olarak negatif yönlü korelasyon tespit edildi ($r=-0,618$, $p=0,003$).

Tablo 4-7'de uygulanan tek değişkenli fark analizleri sonucunda fraktal analiz değeri ile sutur maturasyon aşaması arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi. Bu noktadan hareketle fraktal analiz değerinin sutur maturasyon aşaması açık durumda olanları, kapalı durumda olanlardan ayırt edebilme özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan ROC analiz bulguları Tablo 4-10'da ve ROC eğrisi Şekil 4-14'te yer almaktadır.

Tablo 4-10 Fraktal analiz değerinin sutur değerlendirmesi açık durumda olan hastaları, kapalı olanlardan ayırt etme özelliklerini tespit etmek amacıyla uygulanan ROC analiz bulguları

Değişkenler	Eğri Altındaki Alan (AUC)	Standart Hata	p	Eşik Değeri	Duyarlılık	Özgüllük	95% Güven Aralığı	
							Alt Sınır	Üst Sınır
Fraktal Analiz Değeri	0,798	0,061	<0,001	>1,12	0,78	0,78	0,679	0,918

Buna göre fraktal analiz değerinin (AUC=0,798 , $p<0,001$), suturu açık durumda olan hastaları, suturu kapalı durumda olan hastalardan ayırt etmede istatistiksel anlamlı olarak önemli değişken olduğu tespit edildi.



Şekil 4-14 Fraktal analiz değerinin sutur değerlendirmesi açık durumda olan hastaları, kapalı olanlardan ayırt etme özelliklerini tespit etmek amacıyla uygulanan ROC eğrisi

Fraktal analiz değerinin eşik değeri duyarlılık, özgüllük ve pozitif olabilirlik oranı esas alınarak tespit edildi. Buna göre fraktal analiz değerinin $>1,12$ olarak ele alındığında %78 duyarlılık ve %78 özgüllük oranı ile suturu açık olan hastaları, suturu kapalı olan hastalardan ayırt edebileceği öngörülmektedir.



5 TARTIŞMA

5.1 AMAÇ VE YÖNTEMİN TARTIŞILMASI

5.1.1 Amacın Tartışılması

Üst çenenin, transversal veya sagittal yönde yetersizlik gösterdiği üst çene darlığı olgularının ortopedik tedavisinde RPE sıklıkla uygulanan bir yöntemdir. RPE tedavisinde, sutura palatina media açılarak maksiller kemiğin iki yarım parçası birbirinden ayrılmaktadır (127,162). Klinik olarak RPE'nin başarılı olabilmesi için, büyümesi devam eden hastaların tedavisinde kullanılmasının uygun olduğu; suturdaki füzyonun tamamlanmış olduğu erişkin bireylerde ise tedavi başarısının oldukça düşük olacağı belirtilmiştir (124). Palatal sutur maturasyonu tamamlanmış bireylerde RPE tedavisi ile palatal genişletme uygulanması durumunda akut ağrılar, destek dişlerde periodontal hasarlar, bukkal dentoalveolar yapının tippingi ve elde edilen genişletmenin relapsı görülebilir. Diğer taraftan palatal sutur maturasyonu henüz tamamlanmamış bireylerde RPE tedavisi yerine cerrahi genişletme uygulanması, hastanın gereksiz maddi kayıplara, ağrıya, komplikasyonlara ve uzun bir iyileşme periyoduna maruz kalmasına neden olacaktır (42,163,164). Bu sebeple, teşhis ve tedavi aşamalarında kullanılabilecek güvenilir bir palatal sutur maturasyon sınıflandırmasına ihtiyaç duyulmaktadır (17,124).

Midpalatal suturun maturasyon aşamalarının tespiti için akademik alanda birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda bazı araştırmacılar maturasyon seviyesinin yaş ile ilişkisi üzerine yoğunlaşmışlardır. Bazı yazarlar tarafından 14 yaşından büyük hastaların tedavisinde SARME'nin uygulanması gerektiği öne sürülmüştür (165). Bazı araştırmacılar ise iskeletsel maturasyonun tamamlanma yaşının servikal vertebraların yetişkin boyutuna ulaştığı 15-16 yaş aralığında olduğunu bildirmişlerdir (166,167). Revelo ve Fishman (166) iskeletsel maturasyon tamamlandığı zaman midpalatal suturdaki kemikleşme miktarının %50 civarında olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, Persson ve Thilander (37) yaptıkları çalışmada midpalatal suturun posterior kısmındaki obliterasyonun en erken 15 yaşında bir kadında görüldüğünü ancak 27

yaşındaki bir kadında hiç obliterasyona rastlanmadığını belirtmişlerdir. Mossaz ve ark. (168) ise SARME için yaş sınırını 20 olarak savunmuşlardır.

Yaş ile ilişkiyi inceleyen çalışmalara ek olarak cinsiyetler arasında sutural obliterasyonda farklılıklar olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (169–172). Kraniyal suturlar ile yapılan araştırmalarda Baker (172) erkeklerde kapanmanın daha erken yaşta olduğunu savunurken, Frederic (170) kadınlarda daha erken kapandığını savunmuştur. Alpern ve Yurosko (107) çalışmalarında cinsiyetler arasında da farklılık olduğunu ve cerrahinin yalnızca 25 yaş üzerindeki erkek ve 20 yaş üzerindeki kadın hastalar için düşünülmesi gerektiği savunmuştur.

Palatal sutur maturasyonunun cinsiyet ve yaşla korele edilememesinin nedeni bireyler arasında görülen varyasyondan kaynaklanmaktadır (37,39,97,173). Sutura palatina media diğer kraniyal suturlardan farklı olarak ileri yaşlarda dahi füzyon olmadan kalabilen tek suturadır (44). Bu nedenle akademisyenler konvansiyonel RME ya da SARME kararı verirken, yalnızca kronolojik yaşı dikkate alınmaması gerektiğini bildirmişlerdir (174–176).

Çalışmamızda, Türk toplumundaki yetişkin bireylerde midpalatal sutur maturasyon aşamalarının Angelier ve ark. (17) tarif ettiği yöntem ve fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilerek, sutur açıklığı varlığının belirlenmesi, kronolojik yaş ve cinsiyet ile ilişkisinin incelenmesi ve bu veriler arasında herhangi bir korelasyon bulunup bulunmadığının tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

5.1.2 Yöntemin Tartışılması

1860 yılında Angell (8) tarafından öne sürülen palatal suturun genişletilebileceği fikrinden yaklaşık yüz yıl sonra Haas (9) tarafından ilk palatal sutur genişletmesi yapıldığından beri palatal sutur ve diğer kraniyal sutur yapılarının ve maturasyon aşamasının değerlendirilmesi amacıyla birçok metodoloji önerilmiştir. Bu sınıflandırma yöntemleri, teknolojiye paralel olarak, insan ve hayvan histolojik çalışmaları, oklüzal radyografiler, hem otopsi materyalleri hem de canlı örnekleri üzerinden alınan bilgisayarlı tomografi görüntüleri gibi pek çok değişik yolu

kullanmıştır (17). Midpalatal sutur maturasyonunun değerlendirilmesi için kullanılan bu yöntemlerin her biri kendi içerisinde birtakım zorlukları barındırmaktadır.

Bu yöntemlerden, maturasyon seviyesinin tespitinde en etkili olanı histopatolojik değerlendirme olarak kabul edilir ancak hastalar üzerinde invaziv bir biyopsi alma işlemi gerektirmesinden dolayı teşhis amacıyla uygulanamamaktadır (37,38).

Oklüzal radyografi görüntülerinde ise, üç boyutlu yapının iki boyutlu görüntüsü elde edildiği için suturun anteroposterior değerlendirmesinin yapılması oldukça zordur. Ayrıca, nazal yapıların ve özellikle vomerin, midpalatal bölgede film üzerine superpoze olmasından dolayı midpalatal sutur morfolojisinin değerlendirilmesinin de yeterince güvenli olmadığı bildirilmiştir (177).

Günümüzde BT ve KIBT oral ve maksillofasiyal yapıların üç boyutlu ve yüksek çözünürlüklü görüntülerini sağlamak için kullanılan en güncel görüntüleme yöntemleridir (91,178). Bazı araştırmacılar, BT görüntüleri üzerinden RME öncesinde ve sonrasında Hounsfield Skalası kullanılarak midpalatal sutur ve maksiller kemik üzerinde yoğunluk ölçümleri yaparak dişsel ve iskeletsel genişleme miktarı ile yoğunluk ölçümleri arasındaki korelasyonu incelemişlerdir (108,179,180).

BT, KIBT ile karşılaştırıldığında, üç boyutlu yüksek çözünürlüklü görüntü sağlamasına rağmen, daha yüksek maliyetli, erişilebilirliği daha zor ve daha yüksek radyasyon dozuna maruz bırakan bir yöntemdir (181). Bu dezavantajı gidermek için yapılan güncel araştırmalar, insan kadavra örnekleri üzerinde Micro CT aracılığıyla palatinal suturun klinik olarak değerlendirmesinin de pratik bir uygulama olmadığını ortaya koymuştur (182,183).

Isfeld ve ark. (184), midpalatal sutur maturasyonunun farklı metotlar kullanılarak incelendiği güncel çalışmaları (17,40,61,179,185) değerlendirmişler ve tüm yeni metotların, histolojik olarak doğrulanması gerektiğini; bu nedenle klinisyen tarafından midpalatal sutur maturasyon aşamasının doğru bir şekilde belirlenmesi amacıyla çoklu teşhis kriterlerinin kullanımının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Son yıllarda yapılan güncel araştırmalar incelendiğinde, midpalatal suturun değerlendirilmesi amacıyla özellikle KIBT görüntülerinin kullanıldığı görülmektedir (17,61,127,128,186). KIBT cihazlarının bir avantajı da, hızlı bir şekilde tarama işlemini gerçekleştirerek, harekete bağlı artefaktları büyük ölçüde ortadan kaldırılmasıdır. Aynı zamanda, KIBT ile magnifikasyon olmadan rekonstrüksiyon gerçekleştirilir (116,187). Bu nedenle araştırmamızda da midpalatal sutur yapısının, KIBT görüntüleri kullanılarak değerlendirilmesine karar verildi.

Dijital görüntüleme sistemleri ile elde edilen görüntüler üzerinde, alveolar ve trabeküler kemik yapısı ve kemik dansitesine ilişkin kalitatif ve kantitatif analizler, günümüz matematiksel görüntü analiz yöntemlerinin gelişmesi sayesinde detaylı değerlendirilebilmektedir (155,188,189). Fraktal analiz metodu, doğada bulunan karmaşık yapıların morfolojilerini değerlendirmek için kullanılan niceliksel yöntemlerden biridir (190). İnsan kraniyal suturalarının incelendiği çalışmada, suturun yüksek derecede fraktal özellik gösterdiği belirtilmektedir (20). Çalışmamızda, yetişkin bireylerde sutur açıklığının değerlendirilmesi amacıyla midpalatal sutur maturasyon evreleri ile hesaplanan fraktal boyutları arasındaki ilişki incelendi.

KIBT görüntülerinin kalitatif yöntemlerle incelendiği güncel çalışmalar mevcuttur (17,61). Kalitatif yöntemlerle yapılan bu çalışmalarda, incelenecek kesit diliminin seçim konumuna bağlı olarak yapıların olduklarından farklı görünme olasılığı, kalitatif yöntemlerin en büyük engellerinden biridir. Görüntüleme programı üzerinde kesit dilimi seçilirken, midpalatal suturun tam ortasından geçecek şekilde konumlandırılmazsa veya doğru yerde konumlandırılrsa bile palatinal kemiğin eğriliği fazla ise, incelemelerde hatalı yorumlamalara yol açabilir (191). Kwak ve ark. (61) tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada, KIBT görüntüsü kullanılarak ilk defa 2 boyutlu aksiyel palatal görüntü yerine, MPR eğrisi kullanılarak elde edilen sutural kesit fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Biz de çalışmamızda, bu çalışmaya uygun olarak, midpalatal sutur kesit diliminin seçilmesi için geleneksel 2 boyutlu aksiyel palatal görüntü yerine, üç boyutlu MPR eğrisi kullanılarak elde edilen palatal sutur görüntüsünü kullandık. Bu sebeple, hasta seçim kriterleri bakımından geçerli olan birçok KIBT görüntüsü, MPR formatına uygun olmadığı gerekçesiyle OsiriX

programı tarafından işlenemediğinden, çalışma dışı bırakılmak zorunda kalındı. Çalışmamızda hasta sayısını kısıtlayan en büyük faktör de bu oldu.

Çalışmamızda, DICOM formatında dışa aktarımı yapılan veriler üzerinde OsiriX (Ver.10 Lite, ücretsiz demo sürüm,Switzerland) programı kullanılarak aksiyel düzlemde midpalatal sutur üzerinden geçecek şekilde antero-posterior birinci referans çizgisi oluşturuldu. Koronal düzlemde ise, maksiller birinci molar bölgede midpalatal bölgeyi birleştiren çizgiye denk gelecek şekilde yatay ikinci referans çizgisi oluşturuldu. Daha sonra midpalatal suturu kesen sagittal düzlemde antero-posterior ile bağıntılı curve çizildi. İşlem esnasında kalınlık, çevre yapıların midpalatal suturun radyoopak görüntüsü ile karıştırılmasını önlemek için 0 mm'ye ayarlandı. Ayrıca, tüm KIBT görüntüleri, kontrast veya parlaklık ayarlanmadan aynı voltaj ve akım koşulları altında çekildi ve ardından aynı koşullar altında (WL:1298 HU; WW:4498 HU) düzenlendi.

Çalışmamızda, hastalarda sutur açıklığının doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için midpalatal suturun merkezinden geçecek şekilde panoramik eğri oluşturulmuştur. Düz aksiyal kesit görüntüsü yerine panoramik eğri tercih edilmesindeki esas faktör, palatal suturun doğal anatomik eğriliği nedeniyle düz kesit görüntüsünün suturun tam ortasından geçen hattı takip edememesidir. Özellikle palatinal kemik eğriliği fazla olan hastaların sınıflandırmasında hata oluşmasına sebep olmaktadır.

Bu panoramik eğrinin aksiyal planda oluşturduğu midpalatal sutur görüntüsü üzerinde ilk olarak Angelieri ve ark. (17) tarafından önerilen maturasyon sınıflandırma sistemi uygulandı. Beş farklı tipteki morfolojik intermaksiller kemik çizgisi, şekillerine göre sınıflandırılarak kaydedildi.

Sutur maturasyon aşamaları belirlendikten sonra, elde edilen kesit üzerindeki sutur görüntülerinin fraktal boyutlarının hesaplanması amacıyla, görüntüler sırasıyla ImageJ programına aktarıldı. ImageJ programı ile ilk olarak ROI işaretlendi. ROI, Kwak ve ark. (61)'nin çalışmasında seçildiği şekilde, insiziv kanalın arka sınırından posterior nazal spinanın ön sınırına kadar uzanan alanda, fraktal boyut hesaplamalarında hatalı sonuçların elde edilmesine yol açacak radyoopak çevre

dokuların mümkün olduğunca dışarıda bırakıldığı, dar bir kutu şeklinde işaretlendi. Fraktal boyutun hesaplanmasında, en kritik safhanın ROI seçimi olduğu değerlendirilmektedir. Nitekim ROI'nin kapsadığı alana bağlı olarak kutu sayımı ile elde edilen fraktal boyut hesaplaması farklı sonuçlar vermektedir (135,192,193).

Ayrıca, görüntü kalitesi açısından çalışmamızda standart sağlamak maksadıyla tüm hastaların kesit görüntüleri Tiff formatında, 766x766 piksel (inç başına bir piksel), 32 bit RGB olacak şekilde yakalandı.

Fraktal boyut hesaplaması için her yöntem kendi geliştirdiği yaklaşımı ve formülü kullanmaktadır. Bu sebeple aynı ROI üzerinde farklı yöntemler ile fraktal boyut hesaplaması yapıldığında farklı sonuçlar elde edilmektedir (137,143). Ancak elde edilen bu sonuçlar birbirine oldukça yakındır. Akademik çalışmalarda kullanılan, çok çeşitli fraktal boyut hesaplama yöntemleri olmasına rağmen yaygın olarak kullanılan iki temel yöntem vardır. Tıbbi klinik çalışmalarda ve özellikle trabeküler kemik ve kemik iliği ara yüzünün sayılarak trabeküler kalıbın miktarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılan fraktal analiz yöntemi “kutu sayma yöntemi” dir (61,194,195). Bizim çalışmamızda da kutu sayma yöntemi ve yaklaşımı kullanıldı.

Görüntülerin kutu sayma işlemine hazırlanması için White ve Rudolph (155) tarafından geliştirilen yönteme uygun olarak, Bölüm 3.2.2’de detaylı olarak tarif edilen işlem adımları sırasıyla uygulandı. Kwak ve ark. (61) ROI’nin seçilmesi ve görüntü işleme yöntemine kadar gerçekleştirilen her bir basamakta yapılan hataların, fraktal boyut sonuçlarını etkileyebileceğini belirtilmektedir. Ayrıca, klinik olarak kullanılabilirliğini sağlamak için fraktal boyut değerinin hesaplanmasında daha istikrarlı bir yöntemin oluşturulması gerektiğini ve fraktal boyut değerinin belirlenmesi sırasında gerçekleştirilen işlem sayısının minimuma indirilmesi ile yöntemin doğruluğunun geliştirilmesine katkı sağlanabileceğini ifade etmişlerdir (61).

Sutur maturasyon aşamasının değerlendirmesi ve fraktal boyutunun hesaplaması, kesin teşhis ve tedavi planlamasında kullanılmak üzere bir standart olarak kullanılmaktan henüz uzak olsalar da, mevcut teknoloji ve gelişmeler ışığında suturun olgunlaşma derecesi hakkında faydalı bilgiler sunmaktadırlar. Önümüzdeki

yıllarda teknolojinin gelişmesi, yeni görüntüleme tekniklerinin sunulması ve dijital görüntü işleme yöntemlerinin gelişmesi ile erişkin hastalarda üst çene genişletmesi için cerrahi işlem gerekip gerekmeyeceğinin net bir şekilde öngörülebileceği değerlendirilmektedir.

5.2 BULGULARIN TARTIŞILMASI

1972 yılında palatal sutur maturasyonu ve RPE ile ilgili çalışmalar yapan Melsen (38,43) 1975 yılında çalışmasını genişleterek midpalatal suturun yapısını doğumdan geç erişkinlik dönemine kadar kadavralar üzerinde histopatolojik olarak detaylı şekilde incelemiştir. Melsen'in bu çalışmasında elde ettiği bulgulara göre, infantil dönemde, sutur maksiller kemikler arasında geniş bir boşluktur ve mineralize olmadığı için radyografilerde radyolüsent olarak görünen bağ dokusu ile doldurulur. Maturasyon juvenil döneme doğru ilerledikçe, suturun kenarlarında kemikli spiküller oluşmaya başlar, bu da mineralize olmayan bağ dokusu ve kalsifiye kemik karışımı ile sonuçlanır. Ergenlik döneminde, bu kemikli spiküller, suturun kalsifikasyonuna ve füzyonuna yol açacak şekilde birbirine girmeye başlar (38). Melsen, erişkinlik dönemine has bu formasyonun sadece insana özgü olduğunu belirterek; 13-15 yaşa kadar sert damak boyutundaki artışın transvers sutur ve damağın arka kenarındaki büyümeye bağlı olduğunu, bu dönemden sonra ise apozisyonel gelişimin devam ettiğini bildirmiştir. Melsen, bu bulgular neticesinde, palatinal kemik maturasyonu aşamalarını evrelere ayırarak; infantil, juvenil ve erişkin dönem şeklinde adlandırmıştır (38).

Aynı yıllarda, yine kadavralar üzerinde histopatolojik bir çalışma yapan Persson ve Thilander (37), 15-35 yaş aralığındaki bireylerde midpalatal suturun diğer kraniyal suturlardan farklı gelişim gösterdiğini, palatal sutur interdigitasyonunun yaştan ilerlemesi ile bağıntılı olmadığını, göz önüne alınması gereken birçok farklı faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Haghanifar ve ark. (128) 2017 yılında İran toplumunda gerçekleştirdikleri 10-70 yaşları arasındaki 144 hasta ile yaptıkları çalışmalarında, her iki cinsiyette de

midpalatal sutur ossifikasyon derecesinin yaş ile artmakta olduğunu ve ossifikasyonun başlama zamanı ve derecesi ile morfolojisinin, farklı yaş gruplarında geniş varyasyonlar gösterdiğini belirtmişlerdir. Midpalatal sutur füzyonun yaş ile birlikte arttığını; ancak füzyonun gerçekleşip gerçekleşmediğine karar verilmesinde, yaş faktörünün tek başına güvenilir bir kriter olmadığını ve her hastada KIBT kullanılarak değerlendirme yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Angelieri (19), 2017 yılında 18-66 yaş aralığındaki yetişkin hasta grubunun KIBT görüntüleri üzerinden midpalatal sutur maturasyonunu incelemiştir. Erişkin bireylerde, kronolojik yaşı sutur maturasyon evresi ile istatistiksel anlamlı olmadığını göstermiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre kronolojik yaş ile midpalatal sutur maturasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmasına rağmen; kronolojik yaşı, sutur maturasyon seviyesinin belirlenmesinde güvenilir olmadığı sonucuna ulaştık.

Angelieri ve ark. (17) 2013 yılında KIBT görüntülerini inceleyerek yaptıkları çalışmada, 5-58 yaş arası hasta grubunun, sutur morfolojisine göre palatal sutur maturasyonunu kalitatif olarak değerlendirmiş ve maturasyon seviyesini beş safhaya ayıran bir sınıflandırma metodolojisi ortaya koymuşlardır. Bu çalışmalarında kronolojik yaş ve cinsiyete ek olarak CVM aşamalarını da değerlendirmede kullanmışlardır. Elde ettikleri bulgular neticesinde, CVM ve palatal sutur maturasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulmuşlardır.

2019 yılında Jang ve ark. (191) palatal sutur maturasyonu aşaması, el-bilek kemikleri gelişimi, CVM seviyesi ile kronolojik yaş, dental yaş ve cinsiyet arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. El-bilek kemikleri gelişimi ve CVM aşaması ile palatinal sutur maturasyonu arasında güçlü korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında el-bilek kemikleri ve CVM aşaması dışında kalan diğer indeksler için zayıf korelasyon bulmuşlardır. Çalışmamızda çene ve el-bilek kemiği röntgeni birlikte alınan hasta olmaması ve KIBT görüntülerinin servikal vertebrayı da kapsayacak şekilde geniş konik ışın göndermemesi sebebiyle bu iki indeks yer almamaktadır.

Angelieri ve ark. (17,19) tarafından geliştirilen sınıflandırma metodolojisi çalışmamız için örnek alınarak kalitatif değerlendirme yapılmış ve Kwak (61)'ın çalışmasında kullanılan kantitatif yöntemlerde eklenerek elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelenmiştir. Buna göre, Kwak (61) ve Angelieri (19) çalışmasında elde edilen istatistiksel bulgular ile çalışmamızda ulaştığımız istatistiksel bulgular karşılaştırıldığında, çalışmamız dahilinde incelenen 23-54 yıl yaş arası 74 hastanın KIBT görüntülerinde Kwak (61) ve Angelieri'nin (19) çalışmalarına benzer şekilde çalışmamızda A aşamasında sutur maturasyon seviyesi gözlemlenemedi. Angelieri ve ark. (19) 18-66 yıl yaş arasında değişen 78 kişilik hasta grubundan; 9 hastanın (%11,5) B+C aşamasında; 19 hastanın (%24,4) D; 50 hastanın (%64,1) E aşamasında sutur maturasyonuna sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Yine yetişkinler üzerinde araştırma yapan Kwak(61) 18-53 yıl yaş arası değişen 131 kişilik hasta grubu üzerinde yaptığı çalışmasında, 55 hastanın (%41,9) B+C aşamasında maturasyonu olduğunu bildirmiştir. B+C aşamasındaki hastaların CVM seviyesini ise CVM V (%23,6) ve CVM VI (%76,4) olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada 40 hastada (%30,5) D, 36 hastada (%27,4) E aşamasında sutur maturasyonu olduğunu tespit ettiklerini bildirilmişlerdir. Çalışmamızda hastaların 23'ünde (%31,1) B+C, 29'unda (%39,2) D ve 22'sinde (%29,8) E aşamasında sutur maturasyon seviyesine sahip olduğunu gözlemledik. Angelieri (19)'nin çalışmasında suturu açık olarak belirlenen (B+C) hasta sayısı, Kwak (61) ve bizim çalışmamızda elde edilen bulgulara kıyasla belirgin olarak düşüktür. Bunun sebebinin Kwak (61) ve bizim çalışmamızın aksine, Angelieri(19)'nin çalışmasında palatal sutur aksiyel görüntüsü elde edilirken üç boyutlu MPR eğrisinin kullanılmaması olduğunu düşünmekteyiz. Gelişen dijital görüntüleme tekniklerinin sunduğu büyük bir özellik olan curved MPR kesit görüntüleme sayesinde, suturun doğal eğriliği takip edilerek, istenilen yumuşak doku veya kemiklerin kesit görüntüsü oluşturulabilmektedir. Özellikle bazı hastalarda palatinal kemiğin eğriliğinin fazla olması sebebiyle, curved MPR yerine, düz bir hat şeklinde aksiyel görüntünün seçilmesi ile doğal sutur eğriliği kaybolup görüntülenmek istenen detaylar kaçırılmakta ve hatalı değerlendirmelere ulaşılabilmektedir. Ayrıca, örneklem sayısı, ırk ve yaş aralığı gibi hususlarında bu farklılıkta etkili olabileceğini değerlendirmekteyiz.

Çalışmamızda Angelieri ve ark. (19) çalışmasına benzer şekilde, hasta grubu adli tıp radyolojisinde önerildiği şekilde 30 yaş altı ve 31 yaş üstü olarak iki gruba ayrıldı (154). Angelieri (19) çalışmasında, 30 yaş ve altı grupta suturu açık olarak değerlendirilen hastaların oranı %11,1 olarak bildirirken; 31 yaş ve üzeri grupta bu oran %11,9 seviyesinde olduğunu bildirmiştir. Angelieri (19), açık olarak değerlendirilen suturların görülme oranının istatistiksel anlamlı bir ilişki göstermeyecek şekilde iki yaş kategorisinde hemen hemen birbirine eşit olduğunu bildirmiştir ($X^2=0000$, $p=1.000$). Çalışmamızda ise 30 yaş ve altı olan hasta grubunda suturu açık olarak değerlendirilenlerin oranını (%57,1), 31 yaş ve üstü hasta grubunda suturu açık olarak değerlendirilenlerin oranından (%20,8) istatistiksel olarak daha yüksek seviyede anlamlı olarak bulduk ($X^2=9,297$, $p=0,002$). Ancak araştırma kapsamındaki hastaların cinsiyetleri ile sutur değerlendirme sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit etmedik ($p>0,05$). Bu farkın örneklem sayısı, ırk ve MPR eğrisinin kullanılması nedeniyle kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın ikinci safhasında, tüm hastalarda sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel anlamlı olarak negatif yönlü korelasyon tespit ettik ($r=-0,549$, $p<0,001$). Bu değerler Kwak (61) çalışması ile benzerdir ($r=-0.623$, $p < 0.001$). Öte yandan, çalışmamızda 30 yaş ve altı kadın hastalar tek grup olarak ele alındığında, sutur maturasyon aşamaları ile fraktal analiz değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki tespit edilmedi ($r=-0,550$, $p=0,079$). Kwak (61)'ın çalışmasında ise kadın hastalar tek grup olarak değerlendirildiğinde güçlü negatif yönlü korelasyon bildirilmiştir ($r=-0.569$, $p < 0.001$). Bu farkın örneklem sayısı, ırk ve yaş aralığı nedeniyle kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda elde edilen fraktal boyut hesaplamalarının eşik değerini tahmin etmek amacıyla ROC analizi uygulandı. Bu analiz ile A-C ile D ve E sutur maturasyon aşamaları arasındaki sınırı oluşturan eşik değer tahmin edilmeye çalışıldı. Buna göre çalışmamızda fraktal analiz değerinin ($AUC=0,798$, $p<0,001$), suturu açık durumda olan hastaları, suturu kapalı durumda olan hastalardan ayırt etmede istatistiksel anlamlı olarak önemli değişken olduğunu tespit ettik. Buna göre fraktal analiz değerinin $>1,12$ olarak ele alındığında %78 duyarlılık ve %78 özgüllük oranı ile suturu açık olan

hastaları, suturu kapalı olan hastalardan ayırt edebileceği öngörülmektedir. Bu değerler Kwak (61) çalışması ile benzerdir(AUC=0,798, $p<0,001$ Cut-Off Value = 1,0235).



6 SONUÇ

Çalışmamızın sonuçlarına göre;

1. Kronolojik yaş midpalatal sutur maturasyon aşaması hakkında fikir vermesine rağmen güvenilir bir indikatör değildir. Her iki cinsiyette de on sekiz yaş ve üzerinde suturu kapalı olan olgu prevalansı her ne kadar artmış olsa da, her yaş grubunda suturu füzyona uğramamış hasta görülebilmektedir. Araştırmamızda 23 erişkin bireyde suturun açık olduğu, 51 erişkin bireyde ise suturun kapalı olduğu tespit edildi.
2. Çalışmamızın sonuçları erişkin bireylerde midpalatal suturun açık olabildiğini göstermektedir. Bu sebeple ekspansiyon ihtiyacı olan erişkin bireylerde SARME öncesi sutur açıklığı değerlendirilerek gereksiz cerrahi işlemlerden kaçınılabilir.
3. Midpalatal suturun kapalı olma oranı her yaş grubu için erkeklerde kadınlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.
4. Fraktal boyut ile midpalatal sutur maturasyonu arasında güçlü bir korelasyon vardır. Fraktal analiz değeri $>1,12$ olarak ele alındığında %78 duyarlılık ve %78 özgüllük oranı ile suturu açık olan olguları, suturu kapalı olanlardan ayırt edebileceği öngörülmektedir.
5. Araştırmamızda kullanılan ROC analizi sonucu tespit ettiğimiz optimal fraktal boyut cut-off değeri, cerrahi olmayan RME'nin kullanımı için bir referans olarak belirlenebilir ve kullanılabilir.
6. Uzmanlık gerektirmemesi, sonuçların objektif ve tekrarlanabilir olması nedeniyle, fraktal analiz yönteminin; maksiller ekspansiyon ihtiyacı olan bireylerde midpalatal sutur açıklığının değerlendirilmesini kolaylaştırdığı tarafımızdan düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, Huang GJ. Orthodontics-E-Book: Current Principles and Techniques. Elsevier Health Sciences; 2016.
2. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;117(5):567–70.
3. Marshall SD, Southard KA, Southard TE. Early transverse treatment. In: *Seminars in Orthodontics*. Elsevier; 2005. p. 130–9.
4. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. Elsevier Health Sciences; 2006.
5. Schuster G, Borel-Scherf I, Schopf PM. Frequency of and complications in the use of RPE appliances—results of a survey in the Federal State of Hesse, Germany. *J Orofac Orthop.* 2005;
6. 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 Dentofac Orthop.* 1998;113(2):196–203.
7. Lamparski DG, Rinchuse DJ, Close JM, Sciote JJ. Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;
8. Angell EC. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent Cosm.* 1860;1:599–600.
9. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1961;31(2):73–90.
10. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term dental arch changes after rapid maxillary expansion treatment: a systematic review. *Angle Orthod.* 2005;75(2):155–61.
11. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987;91(1):3–14.
12. Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KGH, Wolvius EB, Prahl-Andersen B, Schulten AJM. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): A review of the literature. Vol. 34, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. Churchill Livingstone; 2005. p. 709–14.
13. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(2):290–302.
14. 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(2):129–44.
15. Stuart DA, Wiltshire WA. Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift? *Journal-Canadian Dent Assoc.* 2003;69(6):374–7.
16. Lehman JJA, Haas AJ, Haas DG. Surgical orthodontic correction of transverse maxillary deficiency: a simplified approach. *Plast Reconstr Surg.* 1984;73(1):62–8.
17. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara Jr JA. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(5):759–69.
18. Tian Y, Liu F, Sun H, Lv P, Cao Y, Yu M, et al. Alveolar bone thickness around maxillary central incisors of different inclination assessed with cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod.* 2015;45(5):245–52.
19. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, Gonçalves JR, Nieri M, Wolford LM, et al. Cone beam

- computed tomography evaluation of midpalatal suture maturation in adults. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(12):1557–61.
20. Yu JC, Wright RL, Williamson MA, Braselton III JP, Abell ML. A fractal analysis of human cranial sutures. *Cleft palate-craniofacial J.* 2003;40(4):409–15.
 21. Kauffman SA. The origins of order: Self-organization and selection in evolution. Oxford University Press, USA; 1993.
 22. Long CA. Intricate sutures as fractal curves. *J Morphol.* 1985;185(3):285–95.
 23. Russell AP, Thomason JJ. Mechanical analysis of the mammalian head skeleton. The skull. 1993;3:345–83.
 24. Hartwig WC. Fractal analysis of sagittal suture morphology. *J Morphol.* 1991;210(3):289–98.
 25. Cobourne MT, Mitsiadis T. Neural crest cells and patterning of the mammalian dentition. *J Exp Zool Part B Mol Dev Evol.* 2006;306(3):251–60.
 26. Aman A, Piotrowski T. Cell migration during morphogenesis. *Developmental Biology.* 2010.
 27. Gong S-G, Mai S, Chung K, Wei K. Flrt2 and Flrt3 have overlapping and non-overlapping expression during craniofacial development. *Gene Expr Patterns.* 2009;9(7):497–502.
 28. Deng M, Shi J, Smith AJ, Jin Y. Effects of transforming growth factor β 1 (TGF β -1) and dentin non-collagenous proteins (DNCP) on human embryonic ectomesenchymal cells in a three-dimensional culture system. *Arch Oral Biol.* 2005;50(11):937–45.
 29. Berke N, Keklikoğlu N. Nöral Krest Kökenli Hücrelerin Ağızve Çene-Yüz Oluşumuna Katkılarıve Neden Oldukları Anomaliler. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 44(1):39–43.
 30. Sadler TW. Langman's medical embryology. Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
 31. Mossey PA, Little J, Munger RG, Dixon MJ, Shaw WC. Cleft lip and palate. *Lancet.* 2009;374(9703):1773–85.
 32. Ural M, Koçak A, Aksoy A. Yüz ve çene gelişimine etki eden faktörler. *SDÜ Tıp Fakültesi Derg.* 2007;14(1):41–4.
 33. Wyszynski DF, Sperber GH. Cleft Lip and Palate: From Origin to Treatment. *Palatogenes Clos Second palate.* 2002;
 34. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig K. Current principles and techniques. Mosby-Year B. 1994;685.
 35. Bishara SE, Saunders WB. Textbook of orthodontics. Saunders Book Company; 2001.
 36. Behrents RG, Harris EF. The premaxillary-maxillary suture and orthodontic mechanotherapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991;99(1):1–6.
 37. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977;72(1):42–52.
 38. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975;68(1):42–54.
 39. Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. *J Orofac Orthop der Kieferorthopädie.* 2004;65(6):467–74.
 40. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent Three-dimensional Microcomputed Tomography Analysis of the Human Midpalatal Suture. *J Orofac Orthop* 685. 2007 Sep;68(5):364–76.
 41. Öz diler E. Güncel Bilgiler Işığında Ortodonti. 1.Baskı. Ankara: Gümüş Kitabevi; 2015. 63–84 p.

42. Björk A, Skieller V. Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method. *Br J Orthod*. 1977;4(2):53–64.
43. Melsen B. A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children. *Trans Eur Orthod Soc*. 1972;499.
44. N’Guyen T, Ayral X, Vacher C. Radiographic and microscopic anatomy of the mid-palatal suture in the elderly. *Surg Radiol Anat*. 2008;30(1):65–8.
45. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, Ackerman JL. *Contemporary Orthodontics*. St. Louis. Mosby. Inc; 2000.
46. Pabst R, Putz R. *Sobotta İnsan Anatomisi Atlası (Baş, Boyun, Üst Ekstremité) 1. Cilt*; 2006.
47. Netter FH. *Atlas of human anatomy*. Philadelphia, PA: Saunders. Elsevier. 2006;548:547.
48. Sobotta J. *Atlas and Text-book of Human Anatomy: Vascular system, lymphatic system, nervous system and sense organs*. Vol. 3. WB Saunders; 1909.
49. Norton NS. *Netter’s head and neck anatomy for dentistry e-book*. Elsevier Health Sciences; 2016.
50. Riedel RA. Esthetics and its relation to orthodontic therapy. *Angle Orthod*. 1950;20(3):168–78.
51. Jacobson A. The “Wits” appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod*. 1975;67(2):125–38.
52. Baik CY, Ververidou M. A new approach of assessing sagittal discrepancies: the Beta angle. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2004;126(1):100–5.
53. Ülgen M. *Ortodonti: Anomaliler, Sefalometri, Etoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı*. İstanbul: Yeditepe Üniversitesi; 2000. 111–131 p.
54. Mossey PA. The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *Br J Orthod*. 1999;26(3):195–203.
55. Schudy FF. Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment. *Angle Orthod*. 1964;34(2):75–93.
56. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod*. 1969;55(2):109–23.
57. Bishara SE, Ortho D, Jakobsen JR. Longitudinal changes in three normal facial types. *Am J Orthod*. 1985;88(6):466–502.
58. Ricketts RM. A foundation for cephalometric communication. *Am J Orthod*. 1960;46(5):330–57.
59. Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res*. 1963;42(1):400–11.
60. Siriwat PP, Jarabak JR. Malocclusion and facial morphology is there a relationship? An epidemiologic study. *Angle Orthod*. 1985;55(2):127–38.
61. Kwak KH, Kim SS, Kim YI, Kim YD. Quantitative evaluation of midpalatal suture maturation via fractal analysis. *Korean J Orthod*. 2016;46(5):323–30.
62. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*. 1965;35(3):200–17.
63. Chaconas SJ, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. *Am J Orthod*. 1982;82(6):492–501.
64. Kutin G, Hawes RR. Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. *Am J Orthod*. 1969;56(5):491–504.
65. Andrade ADS, Gameiro GH, DeRossi M, Gavião MBD. Posterior crossbite and functional changes: A systematic review. *Angle Orthodontist*. 2008.

66. Thilander B, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. *Eur J Orthod.* 1984;6(1):25–34.
67. Schröder U, Schröder I. Early treatment of unilateral posterior crossbite in children with bilaterally contracted maxillae. *Eur J Orthod.* 1984;6(1):65–9.
68. Sandikçiolu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;111(3):321–7.
69. Basciftci FA, Demir A, Uysal T, Sari Z. Prevalence of orthodontic malocclusions in Konya region school children. *Turk J Orthod.* 2002;15(2):92–8.
70. McNamara JA, Brudon WL, Kokich VG. *Orthodontics and dentofacial orthopedics.* Needham Press Ann Arbor, Mich; 2001.
71. Thilander B, Lennartsson B. A study of children with unilateral posterior crossbite, treated and untreated, in the deciduous dentition occlusal and skeletal characteristics of significance in predicting the long-term outcome. *J Orofac Orthop der Kieferorthopädie.* 2002;63(5):371–83.
72. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri 4. baskı. Dilek-Örünç Matbaası. 1993;
73. Ricketts RM. Forum on the tonsil and adenoid problem in orthodontics Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1968;54(7):495–507.
74. Larsson E. The effect of dummy-sucking on the occlusion: a review. *Eur J Orthod.* 1986;8(2):127–30.
75. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41–66.
76. 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(2):194–9.
77. Gabriel de Silva Fo O, Boas CV, Capelozza LFO. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991;
78. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion: II. Forces present during treatment. *Angle Orthod.* 1964;34(4):261–70.
79. Hicks EP. Slow maxillary expansion: a clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1978;73(2):121–41.
80. Mew JRC, JRC MEW. Semi-rapid maxillary expansion. 1977;143:301–6.
81. Işeri H, Özsoy S. Semirapid maxillary expansion - A study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod.* 2004;
82. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1970;57(3):219–55.
83. SUBTELNY JD. Oral respiration: facial maldevelopment and corrective dentofacial orthopedics. *Angle Orthod.* 1980;50(3):147–64.
84. Ekström C, Henrikson CO, Jensen R. Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. *Am J Orthod.* 1977;71(4):449–55.
85. Biederman W. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod.* 1973;63(1):47–55.
86. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion: III. Forces present during retention. *Angle Orthod.* 1965;35(3):178–86.
87. 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 Dentofac Orthop.* 2001;119(1):11–20.

88. Lima AC, Lima AL, Lima Filho RMA, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: a long-term study on Class I malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;126(5):576–82.
89. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Moschik C, Sfogliano L, Elkenawy I, Pan HC, et al. Zygomaticomaxillary modifications in the horizontal plane induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with CBCT images. *Prog Orthod.* 2018;19(1):1–8.
90. Toklu MG, Germec-Cakan D, Tozlu M. Periodontal, dentoalveolar, and skeletal effects of tooth-borne and tooth-bone-borne expansion appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;148(1):97–109.
91. Mosleh MI, Kaddah MA, ElSayed FAA, ElSayed HS. Comparison of transverse changes during maxillary expansion with 4-point bone-borne and tooth-borne maxillary expanders. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;148(4):599–607.
92. Carlson C, Sung J, McComb RW, Machado AW, Moon W. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(5):716–28.
93. Lin L, Ahn H-W, Kim S-J, Moon S-C, Kim S-H, Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod.* 2015;85(2):253–62.
94. Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant-and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World J Orthod.* 2010;11(4):323–30.
95. Choi S-H, Shi K-K, Cha J-Y, Park Y-C, Lee K-J. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.* 2016;86(5):713–20.
96. Lee K-J, Park Y-C, Park J-Y, Hwang W-S. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137(6):830–9.
97. Nguyen UK. Retrospective Evaluation of Skeletal, Dentoalveolar, and Periodontal Changes of Microimplant Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) In Skeletally Matured Patients. West Virginia University; 2017.
98. A. K. MIDPALATAL SUTURE EXPANSION STUDIES BY THE IMPLANT METHOD OVER A SEVEN-YEAR PERIOD - PubMed.
99. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng 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 Jul 1;134(1):8.e1-8.e11.
100. Chamberland S, Proffit WR. Short-term and long-term stability of surgically assisted rapid palatal expansion revisited. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011 Jun 1;139(6):815-822.e1.
101. Timms DJ, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *Br J Oral Surg.* 1981;19(3):180–96.
102. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod.* 1981;79(6):630–52.
103. Peterson LJ. Peterson’s principles of oral and maxillofacial surgery. Vol. 1. PMPH-USA; 2012.
104. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116(1):46–59.
105. Lanigan DT, Mintz SM. Complications of surgically assisted rapid palatal expansion: review of the literature and report of a case. *J oral Maxillofac Surg.* 2002;60(1):104–10.

106. Epker BN, Wolford LM. Dentofacial deformities: surgical orthodontic correction. CV Mosby; 1980.
107. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. Angle Orthodontist. 1987.
108. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. Br J Radiol. 1973;46(552):1016–22.
109. MacDonald-Jankowski DS, Li TKL. Computed tomography for oral and maxillofacial surgeons. Part I: spiral computed tomography. Asian J Oral Maxillofac Surg. 2006;18(1):7–16.
110. Ghom AG. Textbook of Oral Radiology-E-Book. Elsevier Health Sciences; 2017.
111. Erondur OF. Medical Imaging. BoD–Books on Demand; 2011.
112. Khambay BS, Nebel J-C, Bowman J, Ayoub AF, Walker F, Hadley D. A pilot study: 3D stereo photogrammetric image superimposition on to 3D CT scan images—the future of orthognathic surgery. Int J Adult Orthod Orthog Surg. 2002;17:244–52.
113. Lagravère MO, Hansen L, Harzer W, Major PW. Plane orientation for standardization in 3-dimensional cephalometric analysis with computerized tomography imaging. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2006;129(5):601–4.
114. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IAB. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Eur Radiol. 1998;8(9):1558–64.
115. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. Dentomaxillofac Radiol. 1999;28(4):245–8.
116. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. Journal-Canadian Dent Assoc. 2006;72(1):75.
117. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4-and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. Dentomaxillofac Radiol. 2004;33(2):83–6.
118. Hirsch E, Wolf U, Heinicke F, Silva MAG. Dosimetry of the cone beam computed tomography Veraviewepocs 3D compared with the 3D Accuitomo in different fields of view. Dentomaxillofac Radiol. 2008;37(5):268–73.
119. Alamri HM, Sadrameli M, Alshalhoob MA, Sadrameli M, Alshehri MA. Applications of CBCT in dental practice: A review of the literature. General Dentistry. 2012.
120. Angelopoulos C, Scarfe WC, Farman AG. A comparison of maxillofacial CBCT and medical CT. Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2012;20(1):1–17.
121. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation. Elsevier Health Sciences; 2014.
122. Kang BC, Yoon SJ, Lee JS, Al-Rawi W, Palomo JM. The Use of Cone Beam Computed Tomography for the Evaluation of Pathology, Developmental Anomalies and Traumatic Injuries Relevant to Orthodontics. Semin Orthod. 2011 Mar 1;17(1):20–33.
123. Cevidanes LHS, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2006 May 1;129(5):611–8.
124. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, Bueno-Silva B, McNamara Jr JA. Prediction of rapid maxillary expansion by assessing the maturation of the midpalatal suture on cone beam CT. Dental Press J Orthod. 2016;21(6):115–25.
125. Kang D, Kwak K-H, Kim S-S, Park S-B, Son W-S, Kim Y-I. Application of fractal analysis of

- the midpalatal suture for estimation of pubertal growth spurts. *Oral Radiol.* 2017;33(3):199–203.
126. Pereira MD, Prado GPR, Abramoff MMF, Aloise AC, Ferreira LM. Classification of midpalatal suture opening after surgically assisted rapid maxillary expansion using computed tomography. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2010;110(1):41–5.
 127. Grünheid T, Larson CE, Larson BE. Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(2):267–76.
 128. Mahmoudi S, Haghanifar S, Foroughi R, Poorsattar A, Mir B, Mesgarani A, et al. Assessment of midpalatal suture ossification using cone-beam computed tomography. *Electron Physician.* 2017;2008–5842.
 129. Tonello DL, de Miranda Ladewig V, Guedes FP, Conti AC de CF, Almeida-Pedrin RR, Capelozza-Filho L. Midpalatal suture maturation in 11-to 15-year-olds: A cone-beam computed tomographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;152(1):42–8.
 130. Neuenschwander E. Riemann's example of a continuous, 'nondifferentiable' function. *Math Intell.* 1978;1(1):40–4.
 131. Mandelbrot BB. *The fractal geometry of nature/Revised and enlarged edition.* whf. 1983;
 132. Onur Altınuç S. *Uydu Görüntülerinden Yarı Otomatik Kıyı Çıkarımı ve Fraktalların Başarım Değerlendirici Olarak Kullanılması.* Fen Bilimleri Enstitüsü; 2013.
 133. Geraets WG, Van Der Stelt PF. Fractal properties of bone. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2000;29(3):144–53.
 134. Mandelbrot B. How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. *Science (80-).* 1967;156(3775):636–8.
 135. Cross SS. The application of fractal geometric analysis to microscopic images. *Micron.* 1994;25(1):101–13.
 136. Weinstein EW. Dimension [Internet]. Vol. 2020. 2020 [cited 2020 Sep 27]. Available from: <http://mathworld.wolfram.com/Dimension.html>
 137. Falconer K. *Fractal geometry: mathematical foundations and applications.* John Wiley & Sons; 2004.
 138. França LGS, Miranda JGV, Leite M, Sharma NK, Walker MC, Lemieux L, et al. Fractal and multifractal properties of electrographic recordings of human brain activity: toward its use as a signal feature for machine learning in clinical applications. *Front Physiol.* 2018;9:1767.
 139. Ivanov PC, Amaral LAN, Goldberger AL, Havlin S, Rosenblum MG, Struzik ZR, et al. Multifractality in human heartbeat dynamics. *Nature.* 1999;399(6735):461–5.
 140. Lopes R, Betrouni N. Fractal and multifractal analysis: a review. *Med Image Anal.* 2009;13(4):634–49.
 141. Țălu Ș. Mathematical methods used in monofractal and multifractal analysis for the processing of biological and medical data and images. *ABAH Bioflux.* 2012;4(1):1–4.
 142. Smith TG, Lange GD, Marks WB. Fractal methods and results in cellular morphology - Dimensions, lacunarity and multifractals. *J Neurosci Methods.* 1996;69(2):123–36.
 143. Rios-Diaz J. Comparison of four fractal dimensions and two lacunarities to assess the trabecular bone architecture of proximal femur. In: *Image Processing: Methods, Applications and Challenges.* 2012. p. 125–48.
 144. ShROUT MK, Hildebolt CF, Potter BJ. The effect of varying the region of interest on calculations of fractal index. *Dentomaxillofacial Radiol.* 1997;

145. Jolley L, Majumdar S, Kapila S. Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2006;
146. Veenland JF, Grashuis JL, Van Der Meer F, Beckers ALD, Gelsema ES. Estimation of fractal dimension in radiographs. *Med Phys.* 1996;
147. Lin JC, Grampp S, Link T, Kothari M, Newitt DC, Felsenberg D, et al. Fractal analysis of proximal femur radiographs: Correlation with biomechanical properties and bone mineral density. *Osteoporos Int.* 1999;
148. van der Stelt PF, van der Linden LWJ, Geraets WGM, Alons CL. Digitized image processing and pattern recognition in dental radiographs with emphasis on the interdental bone. *J Clin Periodontol.* 1985;
149. Demirbaş AK, Ergün S, Güneri P, Aktener BO, Boyacıoğlu H. Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2008;
150. Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2001;
151. Sansare K, Singh D, Karjodkar F. Changes in the fractal dimension on pre- and post-implant panoramic radiographs. *Oral Radiol.* 2012;
152. Lee DH, Ku Y, Rhyu IC, Hong JU, Lee CW, Heo MS, et al. A clinical study of alveolar bone quality using the fractal dimension and the implant stability quotient. *J Periodontal Implant Sci.* 2010;
153. Podsiadlo P, Dahl L, Englund M, Lohmander LS, Stachowiak GW. Differences in trabecular bone texture between knees with and without radiographic osteoarthritis detected by fractal methods. *Osteoarthritis Cartil.* 2008;
154. Ufuk F, Agladioglu K, Karabulut N. CT evaluation of medial clavicular epiphysis as a method of bone age determination in adolescents and young adults. *Diagnostic Interv Radiol.* 2016 May 1;22(3):241–6.
155. White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 1999;88(5):628–35.
156. Büyükoztürk Ş. Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı. Pegem; 2004. 214 p.
157. Field A. *Discovering Statistics Using SPSS, Thrid Edition.* Sage; 2009.
158. Alpar R. Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenirlilik: Detay Yayıncılık. 2010;
159. Finch WH. *Applied Psychometrics Using SPSS and AMOS.* Metallurgia Italiana. 2016.
160. Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data Published by: International Biometric Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2529310>. *Biometrics.* 1977;
161. Karagöz Y. *SPSS 23 ve AMOS 23 Uygulamalı İstatistiksel Analizler.* Nobel Akademik; 2016.
162. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, et al. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthod.* 2001;71(5):343–50.
163. Hägg U, Taranger J. Pubertal growth and maturity pattern in early and late maturers. A prospective longitudinal study of Swedish urban children. *Swed Dent J.* 1992;
164. Perinetti G, Baccetti T, Contardo L, Di Lenarda R. Gingival crevicular fluid alkaline phosphatase activity as a non-invasive biomarker of skeletal maturation. *Orthod Craniofacial Res.* 2011;

165. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1999.
166. Revelo B, Fishman LS. Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1994;105(3):288–92.
167. IRWIN GL. Roentgen determination of the time of closure of the spheno-occipital synchondrosis. *Radiology*. 1960 Sep 1;75:450–3.
168. Mossaz CF, Byloff FK, Richter M. Unilateral and bilateral corticotomies for correction of maxillary transverse discrepancies. *Eur J Orthod*. 1992;
169. Krogman, W.M. and Iscan, M.Y. (1986) *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. 2nd Edition, Charles C. Thomas, Springfield. - References - Scientific Research Publishing.
170. Frederic J. Untersuchungen über die normale Obliteration der Schädelnähte. Zweite Mitteilung: Die Obliteration der Nähte des Gesichtsschädels on JSTOR.
171. Vijay Kumar AG, Agarwal SS, Bastia BK, G SM. Sexual Variation in Cranial Suture Closure- A Cross Sectional Post Mortem Study Done in Tertiary Care Hospital. *Int J Heal Sci Res*. 2013;3(5):19.
172. Baker RK. The Relationship Of Cranial Suture Closure And Age Analyzed In A Modern Multi-Racial Sample Of Males And Females. 1984.
173. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod*. 2001;23(2):105–14.
174. Hahn W, Fricke-Zech S, Fialka-Fricke J, Dullin C, Zapf A, Gruber R, et al. Imaging of the midpalatal suture in a porcine model: flat-panel volume computed tomography compared with multislice computed tomography. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2009;108(3):443–9.
175. Fricke-Zecha S, Gruber RM, Dullin C, Zapf A, Kramer FJ, Kubein-Meesenburg D, et al. Measurement of the midpalatal suture width A comparison of flat-panel volume computed tomography to histomorphometric analysis in a porcine model. *Angle Orthod*. 2012;
176. Bejeh Mir K, Bejeh Mir A, Bejeh Mir M, Haghaniifar S. A unique functional craniofacial suture that may normally never ossify: A cone-beam computed tomography-based report of two cases. *Indian J Dent*. 2016;
177. Thadani M, Shenoy U, Patle B, Kalra A, Goel S, Toshinawal N. Midpalatal suture ossification and skeletal maturation: a comparative computerized tomographic scan and roentgenographic study. *J indian Acad oral Med Radiol*. 2010;22(2):81.
178. Salguerio DH, Rodrigues VH, Tieghi Neto V, Menezes CC, Gonçalves ES FJO. Evaluation of opening pattern and bone neoformation at median palatal suture area in patients submitted to surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME). *J Appl Oral*. 2015;(Jul-Agu 2015).
179. Franchi L, Baccetti T, Lione R, ... EF-AJ of, 2010 U. Modifications of midpalatal sutural density induced by rapid maxillary expansion: a low-dose computed-tomography evaluation. Elsevier.
180. Acar YB. Hızlı üst çene genişletme tedavisi uygulanan vakalarda sutural ve kemiksel yoğunluk ile hastanın kortikotomi ihtiyacı arasındaki ilişkinin bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak değerlendirilmesi. Marmara Üniversitesi; 2013.
181. Vos W De, Casselman J, And GS-I journal of oral, 2009 U. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. Elsevier.
182. Isfeld D. Evaluation of a novel palatal suture maturation classification as assessed by CBCT imaging of a pre-and post-expansion treatment cohort. *Angle Orthod*. 2019;(89(2)):252–61.

183. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Dreidimensionale mikro-computertomographische Analyse der humanen Sutura palatina mediana in Abhängigkeit vom Alter. *J Orofac Orthop.* 2007;68(5):364–76.
184. Isfeld D, Lagravere M, Leon-Salazar V, Flores-Mir C. Novel methodologies and technologies to assess mid-palatal suture maturation: a systematic review. *Head Face Med.* 2017;13(1):13.
185. Sumer AP, Ozer M, Sumer M, Danaci M, Tokalak F, Telcioglu NT. Ultrasonography in the evaluation of midpalatal suture in surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniofac Surg.* 2012;23(5):1375–7.
186. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, McNamara Jr JA. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;148(6):1010–6.
187. Acar B. Use of cone beam computed tomography in periodontology. *World J Radiol.* 2014;6(5):139.
188. Chen J, Zheng B, Chang Y, Shaw C, Towers J, Gur D. Fractal Analysis of Trabecular Patterns in Projection Radiographs. *Invest Radiol.* 1994 Jun 1;29(6):624–9.
189. Law AN, Bollen AM, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: A comparison of four methods. *J Am Dent Assoc.* 1996 Dec 1;127(12):1734–42.
190. Sánchez I, Uzcátegui G. Fractals in dentistry. Vol. 39, *Journal of Dentistry.* Elsevier; 2011. p. 273–92.
191. Jang H, Kim S, Chae J, Kang K. Relationship between maturation indices and morphology of the midpalatal suture obtained using cone-beam computed tomography images.
192. Barnsley MF, Devaney RL, Mandelbrot BB, Peitgen H-O, Saupe D, Voss RF, et al. Fractals in nature: From characterization to simulation. In: *The Science of Fractal Images.* 1988.
193. Smith TG, Marks WB, Lange GD, Sheriff WH, Neale EA. A fractal analysis of cell images. *J Neurosci Methods.* 1989;27(2):173–80.
194. Drummond JL, Thompson M, Super BJ. Fracture surface examination of dental ceramics using fractal analysis. *Dent Mater.* 2005 Jun 1;21(6):586–9.
195. Uchiyama T, Tanizawa T, Muramatsu H, Endo N, Takahashi HE, Hara T. Three-dimensional microstructural analysis of human trabecular bone in relation to its mechanical properties. *Bone.* 1999 Oct 1;25(4):487–91.

EKLER



T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 46418926

14.07.2020

Konu : Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul Kararları

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

TOPLANTI TARİHİ : 14 TEMMUZ 2020 SALI
TOPLANTI SAATİ : 13:00
TOPLANTI NO : 2020/14
PROJE/ KARAR NO : 2020-329 (Değerlendirilme Tarihi: 14.07.2020)

Üniversitemiz Gülhane Dış Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalında görevli Doç. Dr. Serkan GÖRGÜLÜ'nün sorumlu araştırmacı olduğu, Dt. Esra BOZDOĞAN ve Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Serhat DURAN'ın yardımcı araştırmacı oldukları, 2020/329 kayıt numaralı, "**Ortodontik Tedavi Görmemiş Yetişkin Bireylerde Midpalatal Suture Maturasyonunun Fraktal Analiz ile Değerlendirilmesi**" başlıklı proje önerisi, araştırmacının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur. Rica ederim.

S.NO	AD SOYAD VE UZMANLIK ALANI	İMZA
1	Prof. Dr. Ahmet COŞAR (Anestezi AD Bşk.İği) Etik Kurul Başkanı	
2	Prof. Dr. Alper GÖZÜBÜYÜK (Göğüs Cerr. AD Bşk.İği) Etik Kurul Başkanı Yardımcısı	
3	Prof. Dr. Selahattin BEDİR(Üroloji AD Bşk.İği)	
4	Prof. Dr. Levent KENAR(KBRN, Enstitü)	
5	Prof. Dr. Yusuf İZCI (Beyin ve Sinir Cerr. AD.Bşk.İği)	
6	Prof. Dr. Ali Kağan COŞKUN(Genel Cerr. AD Bşk.İği)	
7	Prof. Dr. Suat DOĞANCI(Kalp Damar Cerr. AD Bşk.İği)	
8	Prof. Dr. Fulya TOKSOY TOPÇU (Dış Hekimliği Fakültesi Restoratif Dış Tedavisi AD.Bşk.İği)	TOPLANTIYA KATILMADI
9	Prof. Dr. Ayten TÜRKKANI(Histoloji AD.Bşk.İği)	
10	Prof. Dr. Gülten GÜVENÇ(Hemşirelik Fakültesi)	
11	Prof. Dr. Dilek YILDIZ (Hemşirelik Fakültesi) Sekreter	
12	Doç. Dr. Cantürk TAŞÇI(Göğüs Hast. AD Bşk.İği)	TOPLANTIYA KATILMADI
13	Dr.Öğr.Üyesi Mustafa GÜNEY(Mikrobiyoloji AD Bşk.İği)	TOPLANTIYA KATILMADI

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu
Etik-Ankara Telefon: 0 (312) 304 6135

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı: Esra Bozdoğan

Uyruğu: Türkiye Cumhuriyeti

Medeni durumu: Evli

İletişim adresi ve telefonu: SBÜ Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti AD.

Yabancı dili: İngilizce

II- Eğitimi (tarih sırasına göre yeniden eskiye doğru)

SBÜ Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi (2018-2022)

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (1999-2004)

Kılıçarslan Lisesi (1995-1999)

Ülkü Akın İlköğretim Okulu (1992-1995)

Ilıca Köyü İlköğretim Okulu (1987-1992)

III- Ünvanları (tarih sırasına göre eskiden yeniye doğru)

Diş Hekimi (2004-2018)

Araştırma Görevlisi (2018-2022)

IV- Mesleki Deneyimi

Diş Hekimi (2004-2018)

Araştırma Görevlisi (2018-2022)