



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

**GEÇ DÖNEM MONOBLOK
UYGULAMALARINDA BAŞARI KRİTERLERİNİN
YAPAY ZEKÂ YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Kaan ÖNER

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Elçin ESENLIK**

2023-ANTALYA

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

GEÇ DÖNEM MONOBLOK
UYGULAMALARINDA BAŞARI KRİTERLERİNİN
YAPAY ZEKÂ YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Kaan ÖNER

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Elçin ESENLİK

2023-ANTALYA

ONAY SAYFASI

Dt. Kaan ÖNER tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile Ortodonti Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.
28/09/2023

İmza

Üye : Prof. Dr. Elçin ESENLIK
(Akdeniz Üniversitesi)

Üye : Prof. Dr. Fatma Deniz UZUNER
(Gazi Üniversitesi)

Üye : Prof. Dr. Metin ORHAN
(Gazi Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Sevcihan GÜNEN YILMAZ
(Akdeniz Üniversitesi)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Esra BOLAT GÜMÜŞ
(Akdeniz Üniversitesi)

Bu tez, 14/09/2023 tarih ve 30/95 sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi

Kurum Yöneticisi

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Aday

Dt. Kaan ÖNER

İmza

Danışman

Prof. Dr. Elçin ESENLİK

İmza

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam sırasında akademik ve mesleki tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli danışman hocam Akdeniz Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Elçin ESENLIK'e

Eğitimim boyunca üzerimde büyük emeği olan, bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli hocam Akdeniz Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Esra BOLAT GÜMÜŞ'e

Uzmanlık tezimin yapay zekâ analizlerini gerçekleştiren Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Uğur BİLGE'ye

Uzmanlık tezimin istatistiksel analizindeki yardımlarından dolayı Akdeniz Üniversitesi İstatistik Danışmanlık Uygulama ve Araştırma Merkezinde görevli Öğr. Gör. Dr. Deniz ÖZEL'e

Sevgileri ve destekleriyle her zaman yanımda olan, bugünlere gelmemi sağlayan annem Gülay ÖNER'e, babam Mehmet ÖNER'e ve canım kardeşim Elif ÖNER'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kaan ÖNER

ÖZET

Geç Dönem Monoblok Uygulamalarında Başarı Kriterlerinin Yapay Zekâ Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Amaç: Bu retrospektif çalışmanın amacı büyüme gelişimin Peak ve Geç dönemlerinde uygulanan Sınıf II monoblok tedavisinde görülen değişikliklerin sefalometrik parametreler ve kooperasyon faktörleri değerlendirilerek karşılaştırılması ve yapay zekâ analiz yöntemleriyle tedavi başarısının değerlendirilmesinde kritik karar noktalarının tespit edilmesidir.

Yöntem: Bu çalışmada 2017-2022 yılları arasında monoblok apareyi ile tedavi görmüş hastalar incelendi. Yaş ortalaması $15\pm1,37$ yıl olan 74 Geç dönem hasta (MP3u ve Ru) ile yaş ortalaması $12,8\pm1,35$ yıl olan 120 Peak dönem (MP3cap) hastanın radyografileri çalışmaya dahil edildi. Sınıf II monoblok tedavisinin başlangıcında ve sonunda alınan lateral sefalometrik ölçüm verileri karar ağacı analizinde Yinelemeli Bölümleme Analizi (RPA) ile analiz edildi. Analizde R programlama dilinde Özyinelemeli Bölümleme ve Regresyon Ağaçları (RPART) fonksiyonu kullanıldı. Yinelemeli Bölümleme Analizinde ise Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART) yöntemi kullanıldı.

Bulgular: İki gelişim grubunda da ANB° ve Wits ölçümünde azalma ve mandibular boyutsal ölçümlerde (Co-Gn, Co-Go, Go-Me) artış görülmekle birlikte Peak dönemde bu etkiler Geç dönemden daha yüksek bulundu ($p<0,001$). Ancak Overjet eliminasyonu ve profil düzeltimi iki gelişim grubu arasında benzer olmakla birlikte Geç dönemde alt keser protrüzyonu önemli derecede daha fazla bulundu. Kooperasyon arttığında maksilla üzerindeki sınırlayıcı etki ve maksillo-mandibular ölçümlerdeki iyileşme arttı. Karar ağacı analizi sonucunda $Pg-xTot \geq 2,4$ mm; $Co-Gn \geq 5,9$ mm ve $3,8$ mm iskeletsel parametreleri ile $A1-NB^\circ < 8,1^\circ$ ve $8,2^\circ$; $Ü1-NA^\circ \geq -0,75^\circ$; Overbite $\geq -1,5$ mm dental parametrelerinde kritik karar noktaları tespit edildi.

Sonuç: Geç dönemde monoblok tedavisi ile %38 iskeletsel, %68 dental etki elde edilmiştir. Karar ağaçları %88 ve %85 doğruluk göstermiştir. Karar ağacından çıkartılan kurallar, Geç dönem fonksiyonel ortopedik tedavi başarısının değerlendirilmesinde hem iskeletsel hem dental kritik karar noktaları sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sınıf II maloklüzyon, monoblok apareyi, geç dönem, fonksiyonel ortopedik tedavi, ortodontide yapay zekâ, karar ağacı analizi

ABSTRACT

Evaluation of Success Criteria in Postpeak Monoblock Applications with Artificial Intelligence Method

Objective: The aims of this retrospective study were to compare changes in Class II monoblock treatment applied in the Peak and Postpeak periods of growth development by evaluating cephalometric parameters and cooperation factors, and to determine critical decision points in evaluating treatment success with artificial intelligence analysis methods.

Method: In this study, patients who were treated with a monoblock appliance between the years 2017 and 2022 were examined. Radiographs of 74 Postpeak period patients (MP3u ve Ru) with an mean age of 15 ± 1.37 years and 120 Peak period (MP3cap) patients with an mean age of 12.8 ± 1.35 years were included in the study. Lateral cephalometric measurement data taken which were obtained before and after monoblock treatment were analyzed with Recursive Partitioning Analysis (RPA) in decision tree analysis. Recursive Partitioning and Regression Trees (RPART) function in the R programming language was used in the analysis. Classification and Regression Trees (CART) method was used in Recursive Partitioning Analysis.

Results: Although decreases in ANB° and Wits measurements and increases in mandibular linear measurements (Co-Gn, Co-Go, Go-Me) were observed in both study groups, these effects were significantly higher in Peak period than in Postpeak period ($p < 0.001$). However, Overjet elimination and profile correction were similar between the two study groups, lower incisor protrusion was significantly higher in Postpeak period. When cooperation increased, the restrictive effect on the maxilla and the improvement in maxillo-mandibular measurements increased. As a result of the decision tree analysis, critical decision points were determined in the skeletal parameters ($Pg-xTot \geq 2.4$ mm; $Co-Gn \geq 3.8$ mm and 5.9 mm) and the dental parameters ($A1-NB^\circ < 8.2^\circ$ and 8.1° ; $\dot{U}1-NA^\circ \geq -0.75^\circ$; $Overbite \geq -1.5$ mm).

Conclusion: With monoblock treatment in Postpeak period, 38% skeletal and 68% dental effect were observed. Decision trees showed 88% and 85% accuracy. The threshold values from the decision tree analysis provided both skeletal and dental critical decision points in evaluating the success of functional orthopedic treatment in the Postpeak period

Key words: Class II malocclusion, monoblock appliance, Postpeak growth period, functional orthopedic treatment, artificial intelligence in orthodontics, decision tree analysis

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER	vii
TABLolar	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sınıf II Maloklüzyonun Dental ve İskeletsel Özellikleri	4
2.2. Sınıf II Maloklüzyonda Tedavi Yaklaşımları	7
2.2.1. Kamufraj Tedavisi	7
2.2.2. Ortognatik Cerrahi Tedavi	8
2.2.3. Büyüme Modifikasyonu	8
2.3. Fonksiyonel Çene Ortopedisi ve Fonksiyonel Tedavide Kullanılan Aygıtlar	9
2.4. Monoblok Apareyi	10
2.5. Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Zamanlaması	12
2.5.1. Pubertal Gelişim Dönemi ve Öncesinde Uygulanan Fonksiyonel Ortopedik Tedavi	13
2.5.2. Geç Dönemde Uygulanan Fonksiyonel Ortopedik Tedavi	15
2.6. Yapay Zekâ Sistemleri	17
2.7. Yapay Zekâ Sistemleri İçinde Karar Ağaçlarının Kullanımı	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
3.1. Örneklem Büyüklüğü ve Çalışma Gücünün Hesaplanması	22
3.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması	22
3.3. Sefalometrik değerlendirme	26
3.3.1. Lateral Sefalometrik Radyografi Analizinde Kullanılan Sefalometrik Noktalar	26
3.3.2. Lateral Sefalometrik Radyografi Analizinde Kullanılan Düzlemler	29
3.3.3. Lateral Sefalometrik Radyografi Analizinde Kullanılan Ölçümler	30
3.4. Gruplar Arası Karşılaştırma	43
3.5. İstatistiksel Değerlendirme	43
	iii

3.6. Karar Ağacı Analizi	44
4. BULGULAR	45
4.1. Metot Hatasının Değerlendirilmesi	45
4.2. Çalışma Gruplarındaki Cinsiyet Dağılımları, Başlangıç Kronolojik Yaşları, Tedavi Süreleri ve Kooperasyon Derecelerinin Karşılaştırılması	46
4.3. Başlangıç Lateral Sefalometrik Ölçümlerin Geç Dönem ve Peak Dönem Grupları Arasında Karşılaştırılması	49
4.4. Lateral Sefalometrik Ölçümlerdeki Tedavi ile Olan Değişiklikler	53
4.4.1. Maksiller İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler	53
4.4.2. Mandibular İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler	53
4.4.3. Maksillo-Mandibular Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler	53
4.4.4. Düzlemler Arası ve Yüz Yüksekliği Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler	53
4.4.5. Dentoalveolar Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler	54
4.4.6. Yumuşak Doku Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler	54
4.5. Tedavi ile Olan Değişikliklerin Geç Dönem ve Peak Dönem Grupları Arasında Karşılaştırılması	59
4.5.1. Maksiller İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması	59
4.5.2. Mandibular İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması	59
4.5.3. Maksillo-Mandibular Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması	59
4.5.4. Düzlemler Arası ve Yüz Yüksekliği Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması	60
4.5.5. Dentoalveolar Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması	60
4.5.6. Yumuşak Doku Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması	60
4.6. Geç Dönem ve Peak Dönem Gruplarında Tedavi ile Olan Değişikliklerin Kooperasyon Derecesine Göre Karşılaştırılması	64
4.7. Geç Dönem ve Peak Dönem Gruplarındaki Tam Koopere Hastalarda Tedavi ile Olan Değişikliklerin Karşılaştırılması	70
4.8. Overjet Düzelmesinin İncelenmesi	74

4.9. Karar Ağacı Analizi Değerlendirmesi	75
5. TARTIŞMA	79
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	106
KAYNAKLAR	108
EKLER	138
Ek-1 Etik Kurul Kararı	
Ek-2 Taahhütname	
ÖZGEÇMİŞ	140



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°	Derece
≥	Büyüktür ya da eşittir
<	Küçüktür
%	Yüzde
ark.	Arkadaşları
CART	Classification and regression trees
HRD	Horizontal referans düzlemi
IQR	İnterkuartil aralık
mm	Milimetre
Ort.	Ortalama
p	Önem düzeyi
R	Cronbach's alpha testi katsayısı
RPA	Recursive partitioning analysis
RPART	Recursive partitioning and regression trees
SPSS	Statistical package for social sciences
Ss	Standart sapma
T0	Tedavi başlangıcı
T1	Tedavi sonrası
VRD	Vertikal referans düzlemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Geç dönemde monoblok tedavisi gören bir hastanın ağız dışı profil fotoğrafları (A: Tedavi öncesi B: Tedavi sonrası)	24
Şekil 3.2. Monoblok apareyi ile tedavi edilen bir hastanın ağız içi fotoğrafları (A: Tedavi öncesi, B: Monoblok apareyi ile, C: Tedavi sonrası).....	24
Şekil 3.3. Çalışma gruplarının oluşturulmasını açıklayan iş akış diyagramı	25
Şekil 3.4. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan noktalar	28
Şekil 3.5. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan düzlemler	30
Şekil 3.6. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan maksiller iskeletsel ölçümler.....	31
Şekil 3.7. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan mandibular iskeletsel ölçümler.....	32
Şekil 3.8. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan maksillo-mandibular ölçümler.....	33
Şekil 3.9. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan düzlemler arası ölçümler.....	34
Şekil 3.10. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan yüz yüksekliği ölçümleri	35
Şekil 3.11. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan dentoalveolar ölçümler.....	36
Şekil 3.12. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan dentoalveolar ölçümler.....	37
Şekil 3.13. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan yumuşak doku ölçümleri	38
Şekil 3.14. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan yumuşak doku ölçümleri	39
Şekil 3.15. Horizontal referans düzlemine göre vertikal uzunluk ölçümleri	40
Şekil 3.16. Vertikal referans düzlemine göre horizontal uzunluk ölçümleri	41
Şekil 3.17. Maksiller vertikal ve horizontal referans düzlemlerine göre dentoalveolar ölçümler.....	42
Şekil 3.18. Mandibular vertikal ve horizontal referans düzlemlerine göre dentoalveolar ölçümler.....	42

Şekil 4.1. Geç dönemde overjet eliminasyonuna iskeletsel ve dental katkı oranları (Overjet eliminasyonunun tersine hareket görülen durumlar (-) olarak ifade edilmiştir)	74
Şekil 4.2. Peak dönemde overjet eliminasyonuna iskeletsel ve dental katkı oranları (Overjet eliminasyonunun tersine hareket görülen durumlar (-) olarak ifade edilmiştir)	75
Şekil 4.3. Tedavi ile oluşan değişiklikler (T1-T0) kullanılarak oluşturulan ilk karar ağacı	77
Şekil 4.4. Tedavi ile oluşan değişiklikler (T1-T0) kullanılarak oluşturulan ikinci karar ağacı (Cinsiyet değişkeni dahil edilmeden)	78



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1 Çalışma gruplarındaki hastaların başlangıç yaş, cinsiyet, tedavi süreleri ve kooperasyon dereceleri.....	26
Tablo 4.1 Sefalometrik ölçümler için metot hatasının hesaplaması.....	46
Tablo 4.2 Geç dönem ve Peak dönem gruplarının tedavi başlangıcı yaş ortalaması ve tedavi süresi ortalamalarının karşılaştırılması.....	47
Tablo 4.3 Çalışma gruplarındaki cinsiyet dağılımları	47
Tablo 4.4 Kooperasyon derecesine göre çalışma gruplarındaki hasta dağılımları....	48
Tablo 4.5 Çalışma gruplarındaki kooperasyon derecesine göre cinsiyet dağılımları	48
Tablo 4.6 Çalışma gruplarının başlangıç sefalometrik ölçümlerinin karşılaştırılması	51
Tablo 4.7 Geç dönem tedavi başlangıcı ve tedavi sonrası sefalometrik ölçümlerin karşılaştırılması	55
Tablo 4.8 Peak dönem tedavi başlangıcı ve tedavi sonrası sefalometrik ölçümlerin karşılaştırılması	57
Tablo 4.9 Tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması.....	62
Tablo 4.10 Geç dönemde kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması	66
Tablo 4.11 Peak dönemde kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması	68
Tablo 4.12 Tam koopere hastalarda tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması	72

1. GİRİŞ

Ortodontik tedavi ile sert ve yumuşak dokulardaki problemlerin ya da birbirleriyle ilişkilerindeki sapmaların tedavi edilmesi ve tedavi sonunda kalıcı ve dengeli iskeletsel, dental ve nöromusküler ilişkilerin oluşturulması amaçlanmaktadır. İskeletsel Sınıf II maloklüzyon, genetik ve/veya çevresel faktörlere bağlı olarak kraniyofasiyal sistemi oluşturan yapılar arasındaki dengenin bozulması nedeniyle üst ve/veya alt çenenin sagittal yön ilişkisindeki uyumsuzlukla sonuçlanan bir ortodontik problemdir.⁽¹⁾ Sınıf II anomaliler, yaklaşık olarak Türk popülasyonunun %19-40'ında görülen en sık rastlanan ortodontik sorunlardandır.⁽²⁾ Maksiller prognati, mandibular retrognati ya da her ikisinin kombinasyonu ile birlikte görülebilen bu maloklüzyonun en sık mandibular retrognatiden kaynaklandığı rapor edilmiştir.⁽³⁾ Gelişim döneminde mandibulanın geride olduğu Sınıf II maloklüzyona sahip hastalarda fonksiyonel apareylerle mandibulayı önde konumlandırarak mandibular büyüme ve gelişimi stimüle edilmesi amaçlanmaktadır.⁽⁴⁻⁶⁾ Bu tedavi yöntemlerinin seçiminde; kraniyofasiyal yapılar üzerinde oluşturacağı etkiler, anomalinin tipi, etiyolojisi, büyüme modeli ve hastanın büyüme gelişim dönemi gibi faktörler dikkate alınmaktadır.^(7, 8)

Fonksiyonel ortopedik tedavide başlangıç zamanlaması konusunda literatürde farklı görüşler savunulmuştur. Bazı araştırmacılar prepubertal dönemde uygulanan tedaviyi savunmakta olup,⁽⁹⁾ diğer bazı araştırmacılar ise, erken dönemde tedaviye başlanmasının kooperasyon problemleri ve maliyetin artması gibi dezavantajları nedeniyle gerekli olmadığını savunmuşlardır.⁽¹⁰⁾ Araştırmacıların bazıları da geç karma dentisyon veya pubertal dönemin başlarında fonksiyonel ortopedik tedavinin uygulanmasının uygun olduğunu savunmaktadır.⁽¹¹⁾ Bazı araştırmacılar ise; ortodontik tedaviye başvurmakta geç kalan büyüme ve gelişiminin son döneminde olan hastalar için ortognatik cerrahi tedaviden önce hastaya daha konservatif bir tedavi seçeneği sunmak amacıyla postpubertal dönemdeki bu hastalara fonksiyonel ortopedik tedaviyi önermişlerdir.^(7, 8, 12) Bu konuda birçok farklı görüşün olmasının sebebi, büyüme ve tedavi etkileri konusundaki belirsizlikler, araştırma gruplarının farklı dizaynları, sınırlı örneklem, apareylerin tipi, büyüme gelişim tespit yöntemi yada kronolojik yaş tercih edilip edilmemesi konusundaki arasındaki farklılıklardandır.⁽¹³⁻¹⁷⁾ Fonksiyonel

ortopedik tedavi etkilerinin esas hedefi olan iskeletsel düzeltme ne kadar katkısı olduğu da tartışmalı bir konudur.

Özellikle bu tartışmalı konularda tüm sektörlerde olduğu gibi sağlık sektöründe de oldukça popüler hale gelen yapay zekâ uygulamalarından faydalanılması düşünülmektedir. Yapay zekâ sistemleri insan beyninin karmaşık problemler için gözlemleme, analiz etme, öğrenme ve karar verme gibi yeteneklerini taklit edip, denetimli veya denetimsiz olarak özellik çıkarma, dönüştürme ve sınıflandırma gibi işlemleri büyük miktarlardaki verilerden yararlanarak yapabilmektedir. Yapay zekâ tabanlı uygulamaların tedaviye erişimi ve kaliteyi iyileştirmesi, öznel değişkenliğin üstesinden gelmesi, hizmetlerin verimliliğini ve güvenliğini artırması, tıbbi araştırmaları destekleyip sürdürülebilirliği artırması, diş hekimliği işgücünü zahmetli rutin görevlerden kurtarması, daha geniş bir nüfus için daha düşük maliyetler sağlaması ve nihayetinde kişiselleştirilmiş, öngörücü, önleyici diş hekimliğini kolaylaştırması gibi özellikleri ile kullanımı artmıştır.⁽¹⁸⁻²¹⁾ Ortodontide ise daha çok görüntüleme üzerine çalışmaların başladığı görülmektedir.⁽²²⁻²⁵⁾

Literatür incelendiğinde daha önce monoblok tedavisinin etkilerinin Peak ve Postpeak dönemde incelendiği sınırlı olsa da çalışma olduğu görülmekte^(26, 27) ancak yapay zekâ programının desteği ile tedavi etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada fonksiyonel ortopedik tedavinin Peak ve Postpeak dönemdeki etkilerinin önceki çalışmalardan daha geniş bir örneklem ile karşılaştırılması planlanmıştır.

Bu retrospektif çalışmanın amacı Peak ve Postpeak dönemlerdeki monoblok kullanım etkilerinin ve hasta kooperasyon faktörlerinin sefalometrik parametreler kullanılarak tedavi sonucuna etkilerinin karşılaştırılmasıdır. Bu parametreler üzerinden yapılacak yapay zekâ analiz yöntemleriyle de tedavi başarısını değerlendirilmesinde kritik karar noktalarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Sınıf II maloklüzyonlarda tedavi sonucunda başarılı bir sonuca ulaşabilmek için öncelikle bu maloklüzyona neden olan faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir.⁽²⁸⁾ Sınıf II maloklüzyonun multifaktöriyel etiyolojiye sahip olduğu bildirilmiş olup, genetik, çevresel veya bu iki faktörün kombinasyonu ile birlikte görülebilmektedir.⁽²⁹⁾ Genler aracılığı ile aktarılan morfolojik faktörler çocuklarda benzer veya kombine şekilde bir morfoloji oluşturabilmektedir. Popülasyonda yine bu genlerin kombinasyonu ile bazı özelliklerin sıklığı değişebilmekte ve yeni özellikler de ortaya çıkabilmektedir.⁽³⁰⁾ Nakasima ve ark.⁽³¹⁾ Angle Sınıf II maloklüzyonun görülmesinde genetik faktörlerin rolünü belirlemek için yaptıkları bir çalışmada bu maloklüzyona sahip 96 birey ve çocuklarının sefalometrik özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda bireyler ve çocuklarının kraniyofasiyal özellikleri arasında yüksek korelasyon olduğunu ve Sınıf II maloklüzyonda ailesel geçişin bir etiyolojik faktör olduğunu göstermişlerdir.

Sınıf II maloklüzyonun ortaya çıkmasında çevresel faktörler de önemli rol oynamaktadır. Çevresel ve genetik faktörlerin etkisini 164 çift ikiz çift üzerinden incelendiği bir çalışmada çevresel faktörlerin maloklüzyonun oluşumunda önemli bir etiyolojik faktör olduğu gösterilmiştir.⁽³²⁾ Overjet oluşumunun %23 oranında kalıtsal olabileceği, overjet oluşumunda çevresel faktörlerin önemli olduğu bildirilmiştir.⁽³³⁾ Ruf ve ark.⁽³⁴⁾ ise tek faktörün kalıtım olmadığını belirtip, bu konuda ek çalışmalar gerektiğini rapor etmiştir.

Sınıf II maloklüzyonun görülme sıklığı ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Farklı ırklar üzerinde yapılan çalışmalarda; Çinli çocuklarda %21,3; Belçikalı bireylerde %63; Nijeryalı 12-17 yaş arası çocuklarda %14; İranlı 11-14 yaş arası çocuklarda %24,1; Tanzanyalı 12-14 yaş arası çocuklarda %4,4; Litvanyalı 7-15 yaş arası çocuklarda %27,7; Kolombiyalı 5-12 yaş arası çocuklarda %43,5; Brezilyalı 5-6 yaş arası çocuklarda %19,4; Hindistanlı 6-10 yaş arası 3000 çocukta %13,9; New York'ta 15-18 yaş arası gençlerde %23,8; Meksikalı 14-20 yaş arası gençlerde %46,46 oranında Sınıf II anomali görüldüğü rapor edilmiştir.⁽³⁵⁻⁴⁵⁾ Profit Amerikan popülasyonunda yaptığı araştırmada Sınıf II maloklüzyonun görülme sıklığını %15 olarak bildirmiştir.⁽⁴⁶⁾ Angle ise vakalarında %27 oranında Sınıf II maloklüzyon tespit ettiğini bildirmiştir.⁽⁴⁷⁾

Türk popülasyonunda yapılan epidemiyolojik çalışmalardan 2329 hasta üzerinden yapılan bir araştırmada; %10,1 oranında normal oklüzyon, %34,9 oranında Sınıf I, %40 oranında Sınıf II Bölüm 1, %4,7 oranında Sınıf II Bölüm 2 ve %10,3 oranında Sınıf III maloklüzyon teşhis edildiği rapor edilmiştir.⁽²⁾

Genetik faktörlerin maloklüzyon etiyolojisi üzerine Lundström⁽⁴⁸⁾ tarafından ikizler üzerinde çalışma yapılmış olup, bu çalışma sonucunda tek yumurta ikizlerinde Sınıf II anomali görülme sıklığı %68, çift yumurta ikizlerinde ise %24 olduğu bildirilmiştir. Çalışma genotip aynı olduğunda dahi farklı maloklüzyonlara rastlanılabildiğini göstermesi açısından önemlidir.

2.1 Sınıf II Maloklüzyonun Dental ve İskeletsel Özellikleri

İskeletsel ve dental özelliklerin ayrıntılı analizi doğru bir tedavi planlaması ve tedavi sonucu için önem taşımaktadır. Sınıf II maloklüzyonların mandibular ve maksiller iskeletsel ve dental yapı özelliklerinin kombine şekilde ortaya çıkması ile oluştuğu bildirilmiştir.⁽⁴⁹⁾

Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon; protrüze üst keser dişler, maksiller darlık olabilir veya olmayabilir overjetin artması ile karakterize olan, artmış yada azalmış overbite gözlenebilen maloklüzyonlardır.⁽³⁰⁾ Bu anomaliye sahip hastalarda konveks profil, sıklıkla dolikofasiyal yüz tipi, üst dudağın kısa olması, alt dudağın istirahat pozisyonunda üst keserlerin gerisinde kalması özelliklerinin görüldüğü bildirilmiştir.⁽⁵⁰⁾

Fisk ve ark.⁽⁵¹⁾ tarafından Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlarda dentofasiyal kompleks üzerine etkili 6 muhtemel varyasyon belirlenmiştir. Bunları:

- Kafa kaidesine göre maksiller kaide ve maksiller dişlerin anteriorda konumlanması
- Normal konumdaki maksiller kaidede maksiller dişlerin anteriorda konumlanması
- Yetersiz mandibular gelişim
- Mandibulanın normal boyutlarda olması ancak mandibulanın posteriorda konumlanması
- Normal konumdaki mandibula üzerinde mandibular dişlerin posteriorda konumlanması

- Bu durumların kombinasyonu olarak belirtmiştir.

Vargervik ve Harwold⁽⁵²⁾ ise Sınıf II maloklüzyonların oluşumunda aşağıdaki faktörlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bunları:

- Maksiller veya mandibular alveolün anteriora doğru doğru yer değiştirmesi ile
- Mandibulanın inferior ve posteriora doğru yer değiştirmesi ve maksiller alveol yüksekliğin artması ile
- Küçük mandibula ve retrüze konumlu mandibular dişler nedeni ile
- Temporomandibular eklemin posterior konumu ile
- Bu faktörlerin kombinasyonu olarak belirtmiştir.

Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonlar ise Bölüm 1 maloklüzyonlardan farklı olarak üst keserlerin retrüze olduğu ve overjet olmaksızın derin örtülü kapanış görülen bir maloklüzyon olduğu ifade edilmiştir.^(47, 53)

Heide⁽⁵⁴⁾ Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyona sahip vakalarda şu özellikleri tespit ettiğini rapor etmiştir:

- Artmış overbite
- Alt anterior dişlerin palatal mukoza ile teması
- Üst oklüzal düzlemin ters dönmesi
- Biri anteriorda diğeri posteriorda olmak üzere alt dental arkta 2 farklı oklüzal seviye
- Artmış serbest istirahat aralığı
- Orbikularis oris ve bazı hastalarda da mental kas fiberlerinin gelişmiş ve aktif olması

McNamara⁽³⁾ 8-10 yaş arası 277 çocuk üzerinde yaptığı çalışmasında Sınıf II maloklüzyonların oluşmasında maksiller protrüzyona kıyasla temel sebebin retrognatik mandibula olduğunu belirtmiştir. Bu konuda ana problemin daha çok mandibular retrognati olduğunu rapor eden birçok çalışma mevcuttur.^(49, 55-57)

Akarsu ve Kocadereli⁽⁵⁸⁾ Türk çocuklarında Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun özelliklerini inceledikleri çalışmasında yüksek oranda mandibular retrognati kaynaklı oluştuğunu ve genellikle dolikofasiyal yüz tipi görüldüğünü bildirmişlerdir.

Craig⁽⁵⁹⁾ koordinat sistemi kullandığı çalışmasında Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip bireylerin gonyon-gnatyon mesafesinin kısa olması nedeni ile mandibulanın anteriorunun daha posteriorda konumlandığını ve alt birinci molar dişlerin daha posteriorda yer aldığını belirtmiştir.

Drelich⁽⁵⁵⁾ Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon görülen bireyler ile normal oklüzyona sahip bireyleri kıyasladığı çalışmasında; ön kafa kaide uzunluğu benzer hastalarda Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon görülen grupta alt çene uzunluğunu daha kısa, çene ucu daha geride ve mandibular düzlem açısını daha dik olarak rapor etmiştir. Yine Karlsen⁽⁶⁰⁾ Sınıf II Bölüm 1 hastalarda normal bireylere kıyasla mandibular korpusun kısa olmasının mandibular retrognatiyi şiddetlendirdiğini, mandibular düzlemin daha dik, alt anterior yüz yüksekliğinin artmış, posterior yüz yüksekliğinin ise azalmış olduğunu tespit ettiğini bildirmiştir.

Elsasser ve Wylde⁽⁶¹⁾ Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun cinsiyet farklılığı gösterdiğini, kızlarda mandibular uzunluğun kısa ve üst kesici dişlerin anteriorda konumlanmasının, erkeklerde ise maksilla ve maksiller birinci moların anteriorda konumlanmasının maloklüzyonun kaynağı olduğunu bildirmiştir.

Al-Khateeb ve Al-Khateeb⁽⁶²⁾ Sınıf II Bölüm 1 hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında bu maloklüzyonda vertikal yön büyüme paterni ile mandibular retrüzyon ve maksiller protrüzyonun kombine olarak etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Lowe ve ark.⁽⁶³⁾ iskeletsel morfoloji ile çene kaslarının aktivasyonu arasındaki ilişkiyi Sınıf II Bölüm 1 hastalar üzerinden incelemiş; ramus yüksekliği artmış düz palatal düzleme sahip hastalarda temporal kas aktivitesinin arttığını ve maksiller keser dişlerin dik konumlandığını belirtmişlerdir. Alt yüksekliğinin arttığı, maksiller keser dişlerin protrüze olduğu ve mandibular molar dişlerin aşırı erüpte olduğu hastalarda ise orbikularis oris kasının aktivitesinin düştüğünü bildirmişlerdir.

Gonyal açının Sınıf II maloklüzyonda önemli bir parametre olduğu düşünülmüş ve bu alanda yapılan çalışmalarda bazı araştırmacılar Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde gonyal açının arttığını bildirmişlerdir.⁽⁶⁴⁻⁶⁶⁾ Renfroe ise çalışmasında Sınıf II bireylerde gonyal bölgenin daha posteriorda konumlandığını ve gonyal açının azalmış olduğunu tespit etmiştir.⁽⁶⁷⁾ Bazı araştırmalara göre de gonyal açıda fark tespit edilememiştir.^(68, 69)

Pancherz⁽⁴⁹⁾ Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonlu hastalarda retrüze üst keser dişler ve armış overbite mevcudiyetinden dolayı mandibular büyümenin kısıtlandığını, dengeleyici faktörler sebebi ile retrüze üst keser dişler ile birlikte alt keser dişlerin linguale eğimli olduğunu belirtmiştir.

Carpezza⁽⁷⁰⁾ Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonların erken dönemdeki genel karakteristik özelliklerini retrokline santral keser ve normal konumlu lateral keser dişler, düz mandibular düzlem, güçlü kas yapısı, tamamen örtmüş derin kapanış, alt keser bölge çapraşıklığı, genellikle normal havayolu genişliği, belirgin olmayan dudaklar ve overjet görülmemesi olarak rapor etmiştir.

Işık ve ark.⁽⁷¹⁾ Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonlu vakalarda hipodiverjan yüz tipinin Sınıf I maloklüzyonlu bireylere göre daha çok görüldüğünü belirtmişlerdir. Benzer çalışmalarda da hipodiverjan yüz tipinin Sınıf II Bölüm 2 vakalarda daha çok görüldüğü belirtilmiştir.^(49, 72)

Sınıf II Bölüm 1, Sınıf II Bölüm 2 ve Sınıf I maloklüzyonların karşılaştırıldığı bir çalışmada; Sınıf II Bölüm 2 vakalarda Sınıf I vakalara göre mandibulanın daha kısa ve posteriorda konumlandığı, Sınıf II Bölüm 2 vakalar Sınıf II Bölüm 1 vakalar ile kıyaslandığında ise mandibulanın Sınıf II Bölüm 2 vakalarda daha uzun ve anteriorda konumlandığı bildirilmiştir.⁽⁷³⁾

2.2 Sınıf II Maloklüzyonda Tedavi Yaklaşımları

Ruf ve Pancherz⁽⁷⁴⁾ Sınıf II maloklüzyonlarda tedavi yaklaşımlarını büyüme ve gelişim durumlarına göre 3 grupta toplamıştır. Bunlar:

- Kamuflej tedavisi
- Ortognatik cerrahi tedavi
- Büyüme modifikasyonudur.

2.2.1 Kamuflej Tedavisi

Ortodontik kamuflej tedavisi hastanın iskeletsel yapısında değişiklik gerçekleştirilmeden problemin uygun dental oklüzyonun sağlanarak tedavi edilme şeklidir. Çekimsiz olarak tedavinin sağlanmasında dental olarak distalizasyon sağlayan mekanikler yardımı ile yapılabileceği ve kooperasyonun eksik olduğu durumlarda intraoral distalizasyon mekanikleri uygulanabileceği bildirilmiştir.⁽⁷⁵⁾

Çekimli tedavide ise uygun vakalarda genellikle üst birinci premolar dişlerin çekilip üst keserlerin retraksiyonu için yer sağlanması tavsiye edilmiştir.⁽⁷⁶⁾

Kamuflaj tedavisinde başarılı bir sonuca ulaşabilmek için vakaların:

- Büyüme ve gelişimi tamamlanmış olması
- Dental arkın düzgün sıralanmış olması
- Sınıf II vakaların şiddetinin hafif veya orta derecede olması
- Vertikal yüz yüksekliği oranının norm değerleri içinde olması gerektiği bildirilmiştir.⁽⁷⁷⁾

2.2.2 Ortognatik Cerrahi Tedavi

Ortognatik cerrahi tedavi, şiddetli iskeletsel problemi olan, büyüme gelişimi tamamlanmış ya da çok az olan vakalarda çenelerin ve dentoalveolar yapıların yeniden konumlandırıldığı tedavi şeklidir. Sınıf II maloklüzyonlarda genellikle arkların seviyelemesi, sıralaması ve dentoalveolar kompanzasyonun düzeltilmesini içeren sabit tedavi sonrası mandibular ilerletme cerrahisi uygulanmakta, kombine durumlarda ise maksiller osteotomi de yapılmaktadır.⁽⁷⁸⁾

2.2.3 Büyüme Modifikasyonu

İskeletsel olarak Sınıf II maloklüzyona sahip büyüme gelişim dönemindeki hastalarda büyüme modifikasyonu; ağız dışı apareyler, fonksiyonel apareyler ve bu iki apareyin birlikte kullanımı ile gerçekleştirilmektedir.⁽⁷⁹⁾

Sınıf II maloklüzyon maksiller prognati nedeni ile meydana gelmiş ise maksillanın gelişimini kısıtlamak için headgear apareyi uygulanmaktadır. Bu şekilde kısıtlanan maksiller büyüme ile birlikte mandibulanın büyüme ve gelişimine devam etmesi ile uygun çeneler arası ilişkinin sağlanması hedeflenmektedir.⁽⁷⁷⁾ Büyüme modifikasyonu amacı ile headgear kullanımı ile maksiller gelişimin kısıtlandığı ve maksiller dentisyonda distalizasyon sağlanabildiği rapor edilmiştir.⁽⁸⁰⁾ Nanda⁽⁸¹⁾ uygulanan headgear tedavisinin en önemli etkisinin maksiller büyüme ve gelişimin frenlenmesi ve üst birinci molar dişlerin distalizasyonu olduğunu bildirmiştir.

Mandibular retrognati kaynaklı Sınıf II maloklüzyonlarda mandibular büyüme stimülasyonu için fonksiyonel apareyler kullanılabilir.⁽⁸²⁾ Literatürde bu apareylerin kullanımında etkili faktörlerin; mandibulanın büyüme stimülasyonu,^(52, 83, 84) orta yüz büyüme gelişim frenlenmesi,^(85, 86) dişsel değişiklikler,⁽⁸⁶⁻⁸⁸⁾ glenoid

fossada vertikal ve anterior adaptasyon sağlanması,^(52, 89) nöromüsküler yapıda gerçekleşen değişiklik ile kemik remodelingi,⁽⁹⁰⁻⁹²⁾ posterior yönde kondil büyümesi,^(93, 94) ramusta defleksiyon meydana gelmesi⁽⁹⁵⁾ olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur.

Pfeiffer ve Grobety⁽⁹⁶⁾ ise ağız dışı apareyler ile fonksiyonel apareyleri kombine kullanmışlar ve birbirinin etkilerini artırdıklarını belirtmişlerdir.

2.3 Fonksiyonel Çene Ortopedisi ve Fonksiyonel Tedavide Kullanılan Aygıtlar

İskeletsel problemlerin tedavisinde gerçekleşmesi istenilen doku cevaplarının fonksiyonel uyarılar ile sağlanması fonksiyonel çene ortopedisini tanımlamaktadır.⁽⁹⁷⁾ Fonksiyonel tedavide, fonksiyon sırasında ortaya çıkan kuvvetlerin hareketli veya sabit fonksiyonel apareyler yardımıyla çene kemiğine ve dişlere iletilmesiyle dokuda değişiklikler sağlanmaktadır.⁽⁸²⁾

Fonksiyonel tedavinin etki mekanizmasını açıklamak istediğimizde; Moss'un fonksiyonel matriks teorisinde iskeletsel yapılarda meydana gelen değişikliklerin iskelet ünite tarafından korunan fonksiyonel matriksteki değişimler sayesinde ortaya çıktığı belirtilmiştir. Fonksiyonel matriks için, fonksiyon gören boşluklar, boşlukları çevreleyen yumuşak dokular, bağ dokuları, kaslar, ligament ve membranlar, damarlar, sinirler yada beyin gibi organlar örnek verilmiştir.^(98, 99)

Kemiğin yapısındaki mikro değişikliklerin matematiksel bir düzen ile morfolojik değişikliklerle sonuçlandığını belirten Wolff prensibi ise açıklayan başka bir teoridir.⁽¹⁰⁰⁾

Muzy ise enerjivital teorisi ile canlıların daha iyi şekil almaya, yetişkin hale gelmeye eğilimi olduğunu ancak engellerin bunu sınırlayabileceğini bildirmiştir. Lienplastik teoride ise iki kemiğin birbiriyle temasta olmasının birinde oluşan değişikliklerin diğerindeki değişiklikleri etkilediği savunulmaktadır.⁽¹⁰¹⁾

Sınıf II iskeletsel anomalilerde kullanılan fonksiyonel apareylerin prototipi ilk kez Kingsley⁽¹⁰²⁾ tarafından yapılmış olup mandibulayı anteriorda konumlandıran aparey dizaynı yapan ilk kişidir. Fonksiyonel apareyler hareketli ve sabit olmak üzere başlıca 2 ana başlık altında incelenebilir:

Hareketli fonksiyonel apareyler

- Monoblok^(86, 87, 102-109)

- Twin blok⁽¹¹⁰⁻¹¹³⁾
- Bionatör^(8, 114, 115)
- Frankel II⁽¹¹⁶⁻¹¹⁹⁾

Sabit fonksiyonel apareyler

- Herbst⁽¹²⁰⁻¹²²⁾
- Mara^(123, 124)
- Forsus⁽¹²⁵⁻¹²⁷⁾
- Jasper Jumper⁽¹²⁸⁻¹³⁰⁾
- Power Scope^(131, 132)
- Eureka Spring⁽¹³³⁾
- Twin Force⁽¹³⁴⁾

2.4 Monoblok Apareyi

İlk olarak 1902 yılında Pierre Robin tarafından kullanılmış olup mandibula konumu değiştirerek kas aktivitesinde meydana getirilen artış sonucu etkisini göstermektedir. Robin bu apareyi glossopitozis bulunan sendromik hastalarda kullanmak üzere geliştirmiştir.⁽¹⁰²⁾ Andresen tarafından Sınıf II anomaliye sahip hastaların tedavisinde kullanmış olup Andresen ve Haupl⁽¹³⁵⁾ bu apareyin etkisini kaslar üzerinden gösterdiğini düşünmeleri sebebiyle aktivatör olarak isimlendirmişlerdir.

Monoblok apareyi her iki çeneyi de kavrayan iki plağın oklüzal düzlemde birleştirilmesi ile meydana gelen tek parça akrilik ünitelerden oluşmaktadır. Mandibulanın anteriorda konumlanmasını sağlayan monoblok apareyi, m. Pterygoideus lateralis dışındaki çiğneme kaslarının boyunu uzatmaktadır. Uzayan kaslar nedeniyle mandibulaya posterior yönde kuvvet oluşmakta ve bu kuvvet aparey tarafından maksilla ve maksiller arka ait dişlere iletilmektedir. Bunun sonucunda ise mandibular gelişim stimüle edilirken maksiller gelişim frenlenmektedir.^(52, 86)

Ortopedik ve ortodontik etkileri incelendiğinde; maksilla üzerinde gelişimin frenlendiğini bildiren çalışmalar^(86, 105, 136) mevcut iken maksilla üzerinde hiç etki görülmediğini veya çok az bir etki görüldüğünü bildiren çalışmalar da mevcuttur.^(137, 138)

Çenelerin birbirine göre konumunu veren maksillo-mandibular ölçümlerden ANB° açısına göre incelendiğinde çalışmaların ANB° açısında azalma görüldüğü konusunda aynı sonuca ulaştığı görülmüştür.^(86, 139-141)

Mandibular uzunluğa olan etkisinde görüş birliği bulunmamakla birlikte artış olduğunu bildiren çalışmalar olup^(86, 136, 138) artışın önemli olmadığı sonucuna ulaşan çalışmalarda mevcuttur.^(87, 142-146)

Monoblok tedavisinin vertikal yön değerlerine etkisi incelendiğinde ön ve arka yüz yüksekliklerinde artış tespit edilmiştir.^(136, 137, 147, 148)

Dişsel etkiler değerlendirildiğinde mandibular posterior dişler vertikal ve mezial yönde erüpte olacak şekilde, maksiller dişler distal yönde hareket etmektedir. Maksiller dişlerin vertikal yönde erüpsiyonu oklüzal akrilik ve apareyin meydana getirdiği intrüziv yöndeki kuvvetlerle durdurulmaktadır. Anteriorda kesici dişleri saran akrilik, kontrolsüz mandibular keser protrüzyonunu engellerken maksillada ve mandibulada anterior dişlerde oluşabilecek pasif erüpsiyonu da sınırlayabilmektedir.⁽¹⁴⁹⁾ Bu konuda yapılan bazı araştırmalarda mandibular keserlerde protrüzyon ve maksiller keserlerde retrüzyon görüldüğü,^(140, 144, 150) maksiller keser ve mandibular posterior dişlerde görülen erüpsiyon nedeni ile oklüzal düzlemin saat yönü rotasyona uğradığı ve Sınıf II molar ilişkisinin düzeltilmesine katkı sağlandığı rapor edilmiştir.⁽⁸⁶⁾

Fonksiyonel apareylerde gerekli büyüme modifikasyonunu sağlayacak aktivasyon miktarı konusunda araştırmacılar çeşitli görüşler bildirmiştir. Aktivasyon miktarı konusunda:

- Andresen⁽¹³⁵⁾ molar dişler arasında 3-4 mm aktivasyon yapılmasını
- Björk⁽⁸⁷⁾ Sınıf I molar ilişki ve 5 mm istirahat dikey boyutu artışını
- Cozza ve ark.⁽¹⁴⁶⁾ Sınıf I veya Süper Sınıf I molar ilişki ile birlikte istirahat dikey boyutunun üzerine 2-3 mm artış yapılmasını
- Pancherz⁽¹⁵¹⁾ molar ilişkisinin Sınıf I yada Süper Sınıf I ilişkiye gelmesini ve istirahat dikey boyutunun üzerine 5-7 mm'lik artışı
- Ruf ve ark.⁽¹⁵²⁾ başa baş keser ilişki ve istirahat dikey boyutunun üzerine 5 mm artış sağlanması gerektiğini

- Luder⁽¹⁵³⁾ sagittal olarak 2-3 mm vertikal olarak ise istirahat dikey boyutu üzerine 2-3 mm artışı
- Birkebæk ve ark. ⁽⁸⁹⁾ başa baş keser ilişki ve istirahat dikey boyutu üzerine 2 mm artışı
- Harvold ve Vargervik⁽⁸⁶⁾ başa baş keser ilişki ve uyku sırasında değişen vertikal boyut nedeni ile istirahat dikey boyutunun üzerine 5-6 mm artış ile toplam 9-11 mm vertikal aktivasyon yapılmasını
- Graber ve ark. ⁽¹²⁾ sagittal aktivasyon 3-5 mm olduğunda vertikal olarak 4-6 mm aktivasyon yapılmasını, sagittal aktivasyon 7-8 mm olduğunda ise 2-4 mm vertikal aktivasyonu
- Katsavrias ve Halazonetis⁽¹⁵⁴⁾ başa baş keser ilişki ve keser dişler arasında vertikal olarak 3 mm akrilik bulunmasını
- Wieslander ve Lagerström⁽¹⁴²⁾ Sınıf I molar ilişki ve 5 mm vertikal boyut aktivasyonunun uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Overjet miktarı eğer çok yüksek ise sagittal aktivasyonun 7 mm'den fazla yapılmasını hastanın tolere etmesinin zor olacağı bildirilmiştir. Eğer hasta dolikofasiyal paterne sahip hasta ise zayıf kas yapısı nedeni ile bu aktivasyona tolerasyonun daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu nedenlere ek olarak tedavi başarısını, hasta kooperasyonunun artırdığı bildirilip kademeli aktivasyon yapılması gerektiği bildirilmiştir.⁽¹⁵⁵⁾

Temporomandibular eklem üzerindeki etkiler tek aktivasyon ve kademeli aktivasyon grupları arasında karşılaştırılmış ve kademeli aktivasyon yapılan grupta iskeletsel etkinin daha fazla olduğu bildirilmiştir.⁽¹⁵⁶⁾

Vertikal aktivasyon miktarlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada vertikal boyutun fazla olduğu birinci grupta mandibular gerilikte azalma, oklüzal düzlemin saat yönü rotasyonu, alt ve üst arkların vertikal kontrolünün iyi olduğu, vertikal aktivasyonun az olduğu ikinci grupta ise maksiller prognatide azalma, mandibulada saat yönü rotasyon ve alt keserlerde protrüzyon görüldüğü bildirilmiştir.⁽¹⁵⁷⁾

2.5 Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Zamanlaması

Fonksiyonel tedavide başarılı sonuçların elde edilmesinde dikkat edilmesi gereken etkenlerden biri tedavi başlangıç zamanlamasıdır. Bu konu üzerinde çeşitli çalışmalar mevcut olup yaklaşımlar arası farklar tartışma konusu olmuştur.

2.5.1 Pubertal Gelişim Dönemi ve Öncesinde Uygulanan Fonksiyonel Ortopedik Tedavi

Fonksiyonel çene ortopedisi ile Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde temel olarak iki yaklaşım mevcuttur.⁽¹³⁾ İlk yaklaşım prepubertal dönemde yapılan tedavi olup kısıtlı yaklaşımlardan oluşmaktadır. Bu dönemde yapılan tedavi pubertal dönemde de ek tedavi ihtiyacı oluşturabildiği için finansal ve pratik sebeplerle tartışmalı bir konumdadır. İki fazlı yürütülmüş olan bu yaklaşımda tedavi süresinin yanında maliyette de artış olması erken tedavinin dezavantajlarını artırmıştır. Tek faz uygulanan yaklaşımda ise hastanın tedavisi pubertal dönemde uygulanmaktadır.^(9, 10, 16, 158)

Erken dönemde uygulanan tedavi sonuçlarının pubertal dönemde yapılan tedavi ile benzer sonuçları olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.⁽¹⁵⁸⁻¹⁶¹⁾

Bazı çalışmalarda Sınıf II Bölüm 1 derin kapanışa sahip hastalarda damakta oluşan alt keser travması ve artmış overjet nedeniyle çocuğun etkilenen sosyal hayatındaki özgüvenini artırmak için erken dönemde fonksiyonel tedavi uygulanması önerilmiştir.^(159, 160, 162)

Overjetin artması sonucu artan travma riski nedeniyle erken dönemde fonksiyonel tedaviye başlanabileceğini, overjette ki her 1 mm'lik artışın travma riskini %13 artırdığını ve en çok travmaya uğrayan dişlerin ise maksiller santral kesici dişler olduğu belirtilmiştir.^(163, 164)

Faltin ve ark.⁽¹⁷⁾ bionatör ile tedavi edilen hastalarda uzun dönem sonuçları değerlendirmişlerdir. Tedavilerine prepubertal ve pubertal dönemde başlanılan hastaları karşılaştırdıkları çalışmalarında en uygun tedavi başlangıç zamanının pubertal atılımın hemen öncesi olduğunu belirtmişlerdir.

İki fazlı tedavi ve avantajları konusunda Brierley ve ark.⁽¹⁶⁵⁾ tarafından yapılan bir çalışmada karışık dişlenme döneminde başlanan fonksiyonel tedavinin pubertal dönemde ikinci faz tedavi ile desteklenerek yapılacağını belirtmişler ve yararlarını şu şekilde sıralamışlardır:

- İlerdeki aşamalarda ortodontik tedavinin daha kolay ve kısa süreli gerçekleşmesi, bu nedenle faz II tedavi süresini kısaltması
- İskeletsel gelişim modelinin normalleşmesi

- Faz II tedavide daimi diş çekim ihtiyacının azalması
- Travma kaynaklı dental ve yumuşak doku yaralanmalarının azalması

Tek ve iki aşamaların karşılaştırıldığı bir çalışmada tedavi sonuçlarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı ancak erken dönemde başlanan iki aşamalı tedavide bazı avantajların görüldüğü rapor edilmiştir.⁽¹⁶⁶⁾

Erken dönemde fonksiyonel tedavi ve sonrasında sabit tedavi gören hastalar ile pubertal dönemde sabit tedavi gören hastaların karşılaştırıldığı bir çalışmada iki grup arasında iskeletsel ve dental olarak fark görülmediği belirtilmiştir.⁽⁹⁾

Fonksiyonel tedavide başarısızlık nedenleri araştırılmış ve kooperasyonun başarı üzerindeki etkisi merak edilmiştir. Berg⁽¹⁶⁷⁾ 264 hasta üzerinden yaptığı çalışmasında aktivatör ile tedavi edilen hastalarda kooperasyon faktörünün headgear ile tedavi gören hastalara göre başarıyı daha fazla etkilediğini belirtmiştir. Yaş ile kooperasyon arasındaki ilişkiyi inceleyen başka bir çalışmada ise bir ilişki bulunamamıştır.⁽¹⁶⁸⁾

Fonksiyonel apareyler sıklıkla pubertal atılımda ya da pubertal atılımın hemen öncesinde tercih edilmekte olduğu ve bu dönemde yapılan tedavilerde daha etkili sonuçlar alındığını bildiren çalışmalar mevcuttur.^(11, 15, 169-172)

Brierley⁽¹⁶⁵⁾ tarafından yapılan araştırmada erken dönemde yapılan tedavilerin avantajlarına ek olarak eğer travma insidansında bir artış ya da çocuğun sosyal hayatını etkileyecek estetik probleme sebep vermiyorsa daha geleneksel bir yaklaşım olan tek fazlı tedavi yaklaşımının geç karışık dentisyon ya da daimi dişlerin mevcut olduğu pubertal dönemin başlangıcında uygulanmasının daha uygun olduğu bildirmiş ve bu dönemde yapılan tedavinin de bazı avantajlarını aşağıdaki şekilde sıralamıştır:

- Toplam tedavi süresi azalır
- Hasta kooperasyon yükünü azaltır
- Tedavi maliyeti azalır
- Uzun süren tedavi nedeniyle minede demineralizasyon ya da köklerde rezorpsiyon olasılığını azaltır
- Azalan tedavi süresi ve azalan seans sayısı nedeniyle velilerin işlerinden izin alma zamanları düşer
- Aynı sebeple hastanın okul dışı zamanı azalır

- Tedavi büyüme atılımı ile çakışan optimal zamanda gerçekleştirilir.

Twin blok apareyinin etkileri üzerinde yapılan bir çalışmada uygun tedavi zamanlamasının pubertal atılım ya da hemen sonrası olduğu belirtilmiştir. Erken dönemde yapılan tedaviye göre pubertal dönemde yapılan tedavi ile daha fazla iskeletsel etki elde edildiği rapor edilmiştir.⁽¹⁵⁾

Bionatör ve Frankel fonksiyonel apareyleri üzerinden yapılan çalışmalarda pubertal atılım döneminin tedaviye başlamak için en uygun dönem olduğu rapor edilmiştir.^(4, 173)

Erken dönemde yapılan tedavilerin hastanın büyümesi ile birlikte alınan iskeletsel sonuçların elimine olabileceği, tedavi olmayan bireyler ile erken dönemde tedavi gören bireylerin oklüzyonunun benzer olacağını belirten araştırmacılarda vardır.⁽⁷⁷⁾

Gianelly⁽¹⁷⁴⁾ ise Sınıf II anomalili hastaların geç karışık dişlenme döneminde tek fazlı bir tedavi uygulanması ile tedavi edilebileceğini bildirmiştir.

2.5.2 Geç Dönemde Uygulanan Fonksiyonel Ortopedik Tedavi

Daha önceki çalışmalar incelendiğinde büyüme gelişimin pubertal atılımının sonrasında monoblok apareyi ile yapılan çalışmaların sınırlı olduğu bu dönemlerde uygulanan fonksiyonel tedavide ilk yaklaşımların Herbst apareyi ile başladığı görülmüştür. Hansen ve ark.⁽¹⁷⁵⁾ tarafından farklı büyüme gelişim dönemlerinde Herbst apareyi ile tedavi edilen 40 Sınıf II hastanın uzun dönem tedavi sonuçlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada gelişim dönemleri arasında önemli fark tespit edilmediğini ancak pubertal atılımının hemen sonrasında uygulanan fonksiyonel tedavinin oklüzal stabilizasyon için daha uygun olduğu rapor edilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda Sınıf II anomaliye sahip hastalardaki tedavi yaklaşım Pancherz ve ark.^(176, 177) tarafından güncellenerek yeni alternatif ortaya konmuş ve bu alternatif Postpubertal dönemde büyüme modifikasyonu olarak bildirilmiştir. Sabit fonksiyonel apareylerden olan Herbst apareyinin büyüme gelişim döneminin sonunda dahi uygulandığında kondiler büyümeyi aktifleyerek etkili sonuçlar alınabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur.^(178, 179)

Başka bir çalışmada Herbst apareyi, hareketli fonksiyonel apareyler ve sabit tedavi uygulanan Sınıf II anomaliye sahip 204 hasta dentisyonun gelişimine göre incelenmiş

ve daimi dentisyonda yani daha geç dönemde uygulanan tedavide daha etkili sonuçlara ulaşıldığını ve tedavi süresinin bu grupta daha kısa olduğunu rapor etmişlerdir.⁽¹⁶⁾

Aktivatör ve headgear kombinasyonu ile tedavi edilen hastalarda erken dönem, puberte öncesi, pubertal ve postpubertal dönemleri karşılaştıran bir çalışmada peak dönemdeki başarıya ek olarak postpubertal dönemde de yapılan tedavilerde başarılı sonuçlar alınabileceğini bildirmişlerdir.⁽¹⁸⁰⁾

Geç dönemde uygulanan tedavi etkinliğini inceleyen başka bir çalışmada da ise monoblok ve oksipital headgear uygulanan 40 hasta üzerinden tedavi zamanlaması değerlendirilmiştir. Daimi dentisyonun başlangıç döneminde ve Mp3cap döneminden sonra da tedavisine başlanan hastalarda başarılı sonuçlar alınabileceği bildirilmiştir.⁽¹⁴⁾

Yüksel⁽²⁶⁾ tarafından 32 hasta üzerinden yapılan çalışmada pubertal ve postpubertal monoblok hastalarının karşılaştırılmış ve iki gelişim grubunda da fonksiyonel tedavi ile mandibular sagittal gelişiminin stimüle edildiği, mandibular boyutsal ölçümlerde artış görüldüğü bildirilmiştir.

Korona⁽²⁷⁾ tarafından pubertal ve postpubertal dönemde Herbst ve monoblok apareylerinin etkinliğinin araştırıldığı çalışmada ise 118 hasta aparey ve gelişim dönemlerine göre toplam 4 grupta incelenmiş, tüm tedavi gruplarında mandibular gelişimin stimüle edildiğini bildirmiştir. Araştırmacı monoblok kullanan hastalarda pubertal ve postpubertal gelişim dönemlerinde benzer etkinin görüldüğünü, aparey tipine göre ise Herbst apareyi ile tedavi edilen hastalarda monoblok grubuna göre alt keser protrüzyonunun önemli derecede fazla olduğunu belirtmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucunda fonksiyonel tedavilerde sağlanan başarının kalıcılığında tedavi sonunda sağlanan oklüzal stabilitenin önemi vurgulanmaktadır. Karma dentisyon döneminde gerçekleştirilen tedavilerde sıklıkla stabil oklüzyon sağlanamamasından dolayı ilerleyen dönemde nüks görülebilmektedir. Pubertal dönemden daha geç dönemde uygulanan Herbst apareyi özelinde ise tedavinin daimi dentisyonda uygulanması ve büyüme potansiyelinin azalmasından kaynaklı retansiyon aşamasının kısalması bu tedavinin avantajları arasında sunulmuştur.^(181, 182) Alvares ve ark.⁽¹⁸³⁾ ise Herbst apareyinin bu geç dönemde uygulandığında etkilerinin daha çok dentoalveolar düzeyde olduğunu savunmuştur.

2.6 Yapay Zekâ Sistemleri

Yapay zekâ sistemleri insan beyninin karmaşık problemler için gözlemleme, analiz etme, öğrenme ve karar verme gibi yeteneklerini taklit etme, denetimli veya denetimsiz olarak özellik çıkarma, dönüştürme ve sınıflandırma gibi işlemleri büyük miktarlardaki verilerden yararlanarak yapabilmektedir. Yapay zekâ tabanlı uygulamaların tedaviye erişimi ve kaliteyi iyileştirmesi, tanıyı ve karar vermeyi kolaylaştırması, prognoz tahmininde doğruluğu artırması, öznel değişkenliğin üstesinden gelmesi, hizmetlerin verimliliğini ve güvenliğini artırması, tıbbi araştırmaları destekleyip sürdürülebilirliği artırması, diş hekimliği iş gücünü zahmetli rutin görevlerden kurtarması, daha geniş bir nüfus için daha düşük maliyetler sağlaması ve nihayetinde kişiselleştirilmiş, öngörücü, önleyici diş hekimliğini kolaylaştırması gibi özellikleri ile kullanımı artmıştır.⁽¹⁸⁻²¹⁾

Sağlık alanında yapay zekâ sistemlerinin gelişimi, klinisyene tanıyı, uygun tedavi seçeneklerini ve prognozu belirlemede yardımcı olmak üzere tasarlanmış ve amaçlanan etkileşimli bilgisayar programları olan klinik karar destek sistemlerinin geliştirilmesi ile karakterize edilmiştir.⁽¹⁸⁴⁻¹⁸⁶⁾ Bu tür yapay zekâ modelleri, eğitilmiş ve deneyimli sağlık uzmanlarıyla benzer performans göstermiştir.⁽²¹⁾

Yapay zekâ modelleri veri kümeleri kullanılarak eğitilebilen ve daha sonra test ve değerlendirme için yeni veri kümelerine uygulanabilen algoritmalar kullanılarak tasarlanan “Makine Öğrenmesi” modellerini temel alır. Makine öğrenmesi tabanlı yapay zekâ modelleri, insan müdahalesi olmadan veri kümelerine dayalı tahminlerde bulunmada yüksek bir doğruluk yüzdesi göstermiştir.⁽¹⁸⁷⁻¹⁸⁹⁾

Yapay zekâ sistemleri, diş çürüğü, periodontal problem, ağız kanseri gibi durumların tanı ve tahmininde uygulanmakta olup diş hekimliğinde yüksek popülerlik kazanmaktadır.⁽¹⁹⁰⁻¹⁹³⁾

Yapay zekâ, birçok farklı metot ve algoritma içerir ve bu yöntemler, çeşitli problemleri çözmek ve verileri analiz etmek için kullanılır. Bu yöntemler:

- Makine öğrenmesi
- Derin öğrenme
- Yapay sinir ağları
- Doğal dil işleme

- Görüntü işleme
- Bulanık mantık
- Destek vektör makineleri
- Karar ağaçları olarak sıralanabilir

Makine öğrenmesi verileri analiz edip bir algoritma ile model oluşturan bir yapay zekâ yöntemi olup aslında birçok metodun da ana çıkış noktasıdır. Bu metotta veriler analiz edilip bu veriler tanınmakta ve gelecekteki veriyi tahmin etmek veya bazı görevleri yerine getirmek üzere bu tanınan verideki desenler kullanılmaktadır. Öğrenme süreci ile verilere bağlı olarak oluşturulan modelin kendisini geliştirmesi sağlanmaktadır. Uygulama alanları çok geniş olup öğrenme için veriye ihtiyaç duyulmakta ve eksik veya yanlış veri mevcudiyetinde bu sonuçlar etkilenebilmektedir. Yüksek veri miktarı yüksek hesaplama gücü donanım ve kaynak maliyetleri gerektireceğinden ve eğitim süreci gerektirmesi nedeniyle bazı dezavantajlar da bildirilmiştir.⁽¹⁹⁴⁻¹⁹⁷⁾ Sağlık alanında makine öğrenmesi ile ilgili Kim ve ark.⁽¹⁹⁸⁾ el bilek radyografilerinden büyüme gelişim dönemi tahmini üzerine, Lin ve ark.⁽¹⁹⁹⁾ dudak damak yarıklı hastalarda erken dönemde ortognatik cerrahi ihtiyacının tahmini üzerine, Machado ve ark.⁽²⁰⁰⁾ nonsendromik oral yarık oluşumunda genetik risk tahmini üzerine, Eternad ve ark.⁽²⁰¹⁾ ise ortodontik çekim kararı üzerine çalışmalar yapmıştır.

Derin öğrenme sistemleri ise çok katmanlı yapay sinir ağlarının kullanılması ile çeşitli karmaşık problemlerin çözüldüğü makine öğrenmesi alt dalı olduğu bildirilmiştir. Biyolojik sinir sistemleri bu yapay sinir ağlarının tasarımında ilk çıkış noktası olup yüksek miktarda veri ile öğrenme yeteneği kazanmaktadırlar. Makine öğrenmesine göre büyük miktardaki veri setlerinin ve karmaşık problemlerin incelenmesi, bu verileri üzerinde otomatik bir öğrenme sistemi geliştirilmesi nedeniyle mühendislik gerektirmemesi avantajları olarak bildirilmiştir. Makine öğrenmesine göre ise daha yüksek donanım maliyetlerine sahiptirler.^(187, 202, 203) Sağlık alanında Ting ve ark.⁽²⁰⁴⁾ diyabet retinopatisini ve ilgili göz hastalıklarını tanımlamada, Esteva ve ark.⁽²⁰⁵⁾ cilt kanseri tanısında, Hwang ve ark.⁽²⁰⁶⁾ ortodontik sefalometrik analizlerin otomatikleştirilmesinde, R.Horst ve ark.⁽²⁰⁷⁾ ile Tanikawa ve ark.⁽²⁰⁸⁾ ortognatik cerrahi tedavi sonrası yüz morfolojisinin tahmini ve ortognatik cerrahi planlamada bu metodu kullanmışlardır.

Yapay sinir ağıları biyolojik sinir sistemleri benzeri bir yapıyı temel alarak karmaşık problemleri modellemek için kullanılan bir yapay zekâ metodudur. Bu metod birçok yapay nöron ve düğüm katmanlarından oluşmakta ve veriyi işlemek ve öğrenmek için bu nöronlar arasındaki bağlantıları kullanmaktadır. Yapay sinir ağıları genellikle büyük ve karmaşık veri setleri üzerinde kullanılmakta olup yüksek performans gösterebilmektedir. Büyük veri seti gereksinimi ve bu sebeple yüksek hesaplama gücü gerektirmesi dezavantajları arasındadır.^(18, 209) Li ve ark.⁽¹⁸⁾ ortodontik tedavi planlamasına kararının verilmesinde, Zhang ve ark.⁽²¹⁰⁾ sekonder alveolar kemik grefti uygulamasından önce yarık defekt hacminin tahmininde, Kim DW ve ark.⁽¹⁹⁸⁾ Kök ve ark.^(24, 25) ile Kim EG ve ark.⁽²¹¹⁾ ise el bilek radyografileri ve servikal vertebralar üzerinden büyüme ve gelişme dönemlerinin belirlenmesinde, Nishimoto ve ark.⁽²²⁾ ile Lee ve ark.⁽²³⁾ ise sefalometrik landmark tespitinde yapay sinir ağlarını kullanarak çalışmalar yapmışlardır.

Doğal dil işleme metodu bilgisayar sistemlerinin insan dilini anlayıp yorumlamasına ve bunları işlemesini sağlayan bir yapay zekâ alt dalı olup metin tabanlı veriler üzerinden analiz yapma, metin tabanlı problemleri çözme ve dilin yapısını anlama yeteneği sunmaktadır.⁽²¹²⁾ Doğal dil işleme özellikle sağlık alanında hasta kayıtlarının analizinin otomatikleştirilmesi veya tıbbi metin madenciliği gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır.^(213, 214)

Görüntü İşleme sistemleri yapay zekâ sistemlerinin resim, fotoğraf veya video gibi görsel verileri anlamalarını ve bu veriyi işlemelerini sağlayan bir alanıdır. Bu sistemler, görüntüleri analiz edip nesneleri tanıma, görüntüleri sınıflandırma, yüz tanıma, nesne takibi gibi görevleri yapabilmektedir. Tıbbi görüntü analizi, radyografiler üzerinden hastalık teşhisi, cerrahi planlama gibi kullanım alanları mevcut olup, görüntülerin analize hazırlanması, düzeltilmesi veya temizlenmesi gibi dezavantajları da mevcuttur. Görüntü üzerinden bir tanıma sağlanacağı için yüksek veri miktarı yüksek hesaplama gücü getirmekte ve donanımsal ekipman maliyeti artmaktadır. Xu ve ark.⁽²¹⁵⁾ ultrason görüntülerinden meme kanseri teşhisinde, Heinrich ve ark.⁽²¹⁶⁾ panoramik radyografiler üzerinden kimlik tanımlaması alanında görüntü işleme metodunu kullanmışlardır.

Bulanık mantık metodu çeşitli derecelerdeki doğru ve yanlış ifadeleri kullanarak bir belirsizliği ifade etmek ve karar sistemlerini modellemek için kullanılan matematiksel

bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım tam doğru veya tam yanlış olmayan veriyi ele almakta ve kavramları belirsizlik içinde ifade etmektedir. Kesin olmayan verileri ele alıp, bir belirsizliği hesaba katarak esnek ve özelleştirilebilir kurallar oluşturup problemleri daha iyi modelleyebilmektedir. Ancak kuralların oluşturulması ve modellenmesi karmaşık olabilmektedir.^(217, 218) Sağlık alanında ise Mago ve ark.⁽²¹⁹⁾ mobil diş tedavisi için bulanık mantık tabanlı uzman sistem oluşturulmasında, Herrera ve ark.⁽²²⁰⁾ ise diş beyazlatma uygulaması sonrası renk değişiminin tahmininde bulanık mantık sistemini kullanmışlardır.

Destek vektör makineleri sınıflandırma ve regresyon problemlerini çözmek için kullanılan bir makine öğrenme algoritmasıdır. Bu metot veri noktalarını sınırlayıcı hiper düzlemlerle ayırmaya çalışıp bu düzlemleri optimize ederek en iyi sınıflandırma sonuçlarını elde etmeye çalışmaktadır. Doğrusal ve doğrusal olmayan problemlerde kullanılabilmesi, büyük boyutlu veri setleri ile iyi çalışabilmesi, sınıflandırma ve regresyon problemlerini çözmede oldukça başarılı olması avantajları arasındadır.^(221, 222) Destek vektör makineleri kararların nedenlerini açıklamak veya modeli yorumlamak açısından karar ağaçlarına göre daha zor olmaktadır. Sınırlayıcı hiper düzlemler matematiksel olarak karmaşık olup veri üzerinde daha fazla ön işleme ihtiyacı olabilmektedir. Sağlık alanında Golabbakhsh ve ark.⁽²²³⁾ tarafından dudak damak yarıklı hastalarda hipernazalite tespitinde, Kavitha ve ark.⁽²²⁴⁾ panoramik radyograflerinden osteoporoz tanısının koyulmasında destek vektör makinelerinden faydalandığı bildirilmiştir.

2.7 Yapay Zekâ Sistemleri İçinde Karar Ağaçlarının Kullanımı

Veri madenciliği alanında, sınıflandırma birçok uygulama yönteminin temeli olmaktadır. Çalışmaların temeli, bir olayın yapısal özelliklerini anlamak ve bunları belirli gruplara ayırmaktan gelmekte olup bu faaliyetler dizisine sınıflandırma denmektedir. Veri madenciliği alanında verileri sınıflandırmak için ağaç yapısı olarak bir karar ağacı kullanılmaktadır. Büyük miktarda veriden kural çıkarma yeteneğine sahip olup ayrıca bir tahmin temeli olarak da kullanılabilir.⁽²²⁵⁾

Karar ağacı modelleri, yapay zekâ sistemleri içinde öğrenilen işlevi temsil eden ayrık değerli hedef işlevlere yaklaşmak için kullanılan bir yöntemi ifade eder. Bu öğrenme yöntemi, endüktif çıkarım algoritmalarının en popülerleri arasında olup ilk olarak karar ağacının kök düğümünden başlamaktadır. Düğüm tarafından belirtilen özneliği

test edip ardından örnekteki özniteliğin değerine karşılık gelen ağaç dalından aşağı inerek sınıflandırmaktadır. Bu işlem daha sonra yeni düğümde köklenen alt adım ağacı için tekrarlanır.⁽²²⁶⁾ Karar ağaçlarında kategorik ve eksik veriler de işlenebilmektedir. Karar ağaçları, anlaşılabilirlikleri ve düşük veri ön işleme gereksinimleri nedeniyle sağlık alanında özellikle tıbbi teşhis ve hastalık sınıflandırma gibi uygulamalarda kullanışlı olmaktadır. Kolay yorumlanabilmesi ve görselleştirilebilmesi nedeniyle eğitimsiz kullanıcılar için daha uygun ve pratik bulunmaktadır. Karar ağaçlarının, klinik karar verme sürecini sıklıkla gözden kaçırabileceğimiz ve kolaylaştırabileceğimiz bazı önemli özellikleri vurguladıkları için verileri tanımak, ayıklamak veya yorumlamak için de tıp alanlarında da çok yaygın olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.⁽²²⁷⁾ Karar ağaçları ile ilgili sağlık alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Çetin ve ark.⁽²²⁸⁾ tarafından acil servis triyajında, Ertosun ve ark.⁽²²⁹⁾ tarafından böbrek nakli alıcılarında prediktif ve prognostik faktörlerin değerlendirilmesinde, Yapar ve ark.⁽²³⁰⁾ tarafından malign kemik tümörlerinde sağkalımın değerlendirilmesinde kullanıldığı görülmüştür.

Yapay zekâ tabanlı uygulamaları birçok alanda tedaviye erişimi artırıp kaliteyi iyileştirmesi, verimliliği ve güvenliğini artırması, tıbbi araştırmalardaki sürdürülebilirliği sağlaması, işgücünü zahmetli rutin görevlerden kurtarması, daha öngörücü ve önleyici dış hekimliğini kolaylaştırması gibi özellikleri ile kullanımı artmıştır. Bu uygulamalar kullanılarak, uygulanan tedavilerde literatürdeki norm değerlerine ilave olarak klinik başarıyı artıracak, hangi özelliklere sahip hastalarda tedavilerin daha etkin olduğunu saptayacak alanda çalışmalara ihtiyaç vardır. Karar ağaçları son derece anlaşılabilir ve yorumlanabilir modeller üretmesi ile literatürdeki norm değerlerine ilaveten yeni kurallar ortaya koyması önemlidir. Literatürde görüş ayrılıklarının bulunan postpubertal dönemde uygulanan fonksiyonel ortopedik tedavi alanında bu metodun kullanılması, bu tedavideki başarı kriterlerini göstererek daha invaziv tedavi seçeneklerine alternatif sağlayacaktır. Çalışmamızda hem güncel yapay zekâ yöntemlerinin kullanılması hem daha önceki çalışmalardan daha yüksek bir örneklem sayısı ile tedavi başarısını değerlendirilmesiyle kritik karar noktalarının tespit edilerek standart ölçümler dışında nasıl faydalanılabileceği araştırılmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda iskeletsel Sınıf II anomaliye sahip monoblok apareyi ile tedavi görmüş hastaların lateral sefalometrik ve el bilek radyografi kayıtları ve klinik dosya kayıtları kullanıldı. Retrospektif çalışmamızın uygulanabilirliği için Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan gerekli izin alındı (Ek 1).

3.1 Örneklem Büyüklüğü ve Çalışma Gücünün Hesaplanması

Çalışmaya dahil edilecek hastaların sayısını belirlemek için G*Power (Versiyon 3.1.9.6, Franz Faul, Universität Kiel, Germany) paket programı kullanıldı. Yüksel⁽²⁶⁾ tarafından yapılan Pubertal ve Postpubertal monoblok hastalarının karşılaştırıldığı tez çalışması referans alınarak 0,05 hata payı ve yüzde 90 güç ile çalışmaya dahil edilmesi gereken minimum hasta sayısı her grup için 60 olarak bulundu.

3.2 Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Bu çalışmada kullanılmak üzere Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda 2017-2022 yılları arasında tedavi gören hastaların kayıtları incelendi. Belirtilen yıllar arasında Monoblok apareyi ile tedavi gören 342 hasta tespit edildi. Grupların oluşturulması için hastaların kronolojik yaşı, cinsiyeti, el bilek ve lateral sefalometrik radyografiler üzerinden tespit edilen büyüme gelişim dönemleri, Steiner analizinden elde edilen ANB° açısı, hasta dosyalarından elde edilen aparey kullanım süreleri, kooperasyon dereceleri ve tedavi planlamaları incelendi.

Çalışmaya dahil edilmek üzere incelenen hasta kayıtları sonucunda el bilek radyografisine göre Mp3u ve Ru ya da servikal vertebra maturasyon tespitine göre CS5 ve CS6 olan hastalar Geç dönem, el bilek radyografisine göre Mp3cap döneminde olan hastalar ise Peak dönem olarak kabul edildi. Geç dönemde tedavi gören 94, Peak dönemde tedavi gören 147 hasta tespit edildi.

Hastalar Geç dönem ve Peak dönem olmak üzere iki temel gruba ayrılarak incelendi ve çalışmaya dahil edilen hastaların seçiminde aşağıdaki kriterler esas alındı:

- Sefalometrik analiz sonucu ANB° açısının ≥ 4 olması
- Konveks yüz profili varlığı
- Geç dönem için el bilek radyografisi üzerinden yapılan büyüme gelişim tayinine göre Mp3u dönemi veya daha geç dönemde olması ya da lateral

sefalometrik radyografiler üzerinden yapılan büyüme gelişim tayinine göre CS5 veya daha geç dönemde olması, Peak dönem için Mp3cap döneminde olması

- Monoblok apareyi ile tedavi görmüş olması
- Hastanın tedaviye olan kooperasyonunun iyi olması (Klinik dosya kayıtlarından)
- Hastanın daha önce ortopedik tedavi görmemiş olması
- Herhangi bir sendrom veya sistemik rahatsızlık bulunmaması

Geç dönemde tedavi edilmiş bir hastanın ağız dışı profil fotoğrafları Şekil 3.1’de verilmiştir. Monoblok apareyi ile tedavi görmüş hastanın ağız içi fotoğrafları ise Şekil 3.2’de gösterilmiş olup, Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniği’nde monoblok apareyi standart olarak aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

- Hastanın alçı modelleri elde edilip keser ilişki başa baş yani overjet eliminasyonu elde edilene kadar sagittal aktivasyon yapılmaktadır. Alt çenesini öne getirmekte zorlanan şiddetli vakalarda ve retrüze üst keserlerin varlığında profili yeterince düzeltebilmek için iki kez aktivasyon yapılabilir. Vertikal aktivasyon miktarı için ise istirahat dikey boyutunun üzerinde 2-3 mm ek aktivasyon sağlanmaktadır.
- Alınan mum kapanış alçı modellere yerleştirilerek fiksator yardımı ile sabitlenmektedir.
- Üst keser dişleri labialden saran vestibül ark, üst birinci molar dişlerde adams kroşe, üst birinci ve ikinci premolar dişler arasında damla kroşe bulunmakta olup 0,7 mm çapında çelik telden yapılmaktadır.
- Hastanın üst keser protrüzyonu ihtiyacına göre anterior vida veya zemberek, üst çenede genişletme ihtiyacına göre posterior genişletme vidası eklenmektedir.
- Tel komponentler ve vidalar modelde sabitlendikten sonra tüm dişlerin oklüzal, lingual, palatinal yüzeyleri ve alt keser dişlerin labial yarısı akrilik ile örtülerek tek blok halinde yapılmaktadır.
- Tedavi ilerlemesinde alt çene geri gitmemeye başladığında alt posterior dişler bölgesinden gerektiği kadar mölleme yapılmaktadır.



Şekil 3.1. Geç dönemde monoblok tedavisi gören bir hastanın ağız dışı profil fotoğrafları (A: Tedavi öncesi B: Tedavi sonrası)

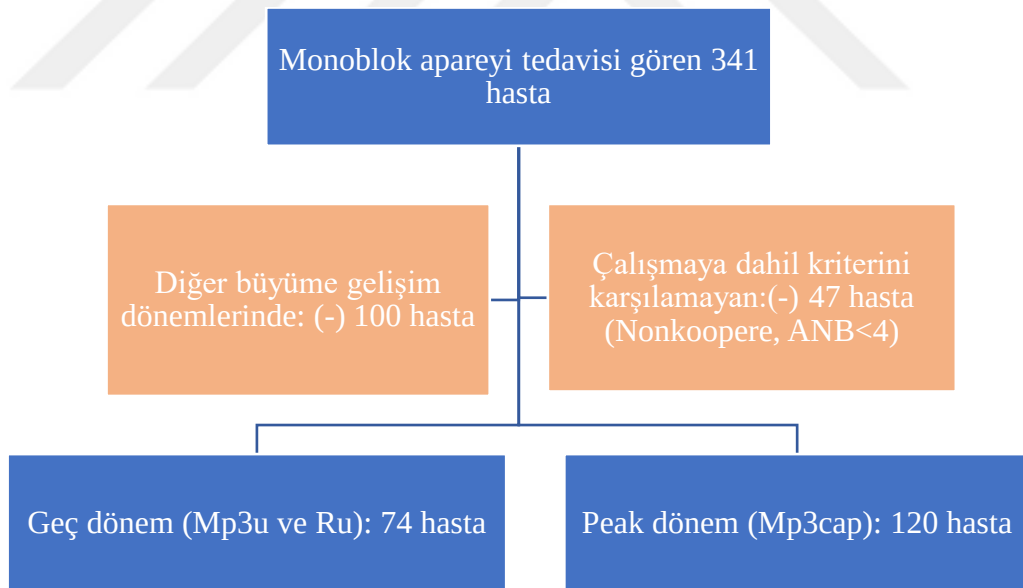


Şekil 3.2. Monoblok apareyi ile tedavi edilen bir hastanın ağız içi fotoğrafları (A: Tedavi öncesi, B: Monoblok apareyi ile, C: Tedavi sonrası)

Araştırmaya dahil edilme kriterlerinden olan kooperasyon derecesi hasta klinik dosya kayıtlarından tespit edilmiştir. Koopere ve nonkoopere hastaların ayırımı amacı ile kooperasyon derecesi 3 seviyede incelendi:

- Nonkoopere hasta (0) : Hiç kullanmadığı için etki görülemeyen, herhangi bir sebeple hastanın tedaviden ayrılması nedeniyle etki görülemeyen nonkoopere hasta
- Sınırlı kooperasyon gösteren hasta (1) : Tedavi sürecinde kooperasyonun düştüğü seanslar gözlenen ancak etki görülen hasta
- Tam koopere hasta (2) : Tedavi sürecinde aparey kullanım talimatlarına uyan hasta olarak belirlendi.

Belirtilen dönemlerde tedavi görmüş 241 hasta ayrıntılı incelendiğinde; Geç dönem grubunda 5 hasta, Peak döneminde 10 hasta ANB° açısı 4'ten küçük olduğu için çalışmaya dahil edilmedi. Kooperasyon derecelerine göre ise sınırlı ve tam koopere hastalar çalışmaya dahil edildi. Geç dönem grubunda 15 hasta, Peak dönemde ise 17 hasta nonkoopere olduğu için çalışmaya dahil edilmedi. Herhangi bir sebeple tedavisi yarım kalan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Bunun sonucunda Geç dönemdeki 74 hasta ile Peak dönemdeki 120 hasta çalışma gruplarını oluşturdu. Çalışma gruplarının oluşturulmasını açıklayan iş akış diyagramı Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Çalışma gruplarının oluşturulmasını açıklayan iş akış diyagramı

Geç dönem grubu yaş ortalaması $15 \pm 1,37$ yıl; tedavi süresi ortalaması $10,08 \pm 3,16$ ay olarak ölçüldü. Bu gruptaki 74 hastanın 64'ü kız 10'u erkek olup, 45 sınırlı koopere ve 29 tam koopere hastadan oluştu. Peak grubu yaş ortalaması ise $12,8 \pm 1,35$ yıl; tedavi süre ortalaması $12,57 \pm 5,12$ ay olarak ölçüldü. Bu gruptaki 120 hastanın 56'sı kız 64'ü erkek olup, 67 sınırlı koopere ve 53 tam koopere hastadan oluştu (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Çalışma gruplarındaki hastaların başlangıç yaşı, cinsiyet, tedavi süreleri ve kooperasyon dereceleri

		Geç Dönem	Peak Dönem
Hasta sayısı (n)		74	120
Yaş (yıl)		15±1,37	12,8±1,35
Tedavi Süresi (ay)		10,08±3,16	12,57±5,12
Cinsiyet	Kız (n)	64	56
	Erkek (n)	10	64
Kooperasyon	Sınırlı Kooperasyon (n)	45	67
	Tam Kooperasyon (n)	29	53

Çalışmaya dahil edilen hastaların tedavi başlangıcı (T0) ve monoblok tedavisi sonrasında (T1) alınan lateral sefalometrik radyografileri retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların lateral sefalometrik radyografileri aynı röntgen cihazı (Planmeca 2002 CC Proline Pan/Ceph X-Ray, America) ile çekildi.

3.3 Sefalometrik Değerlendirme

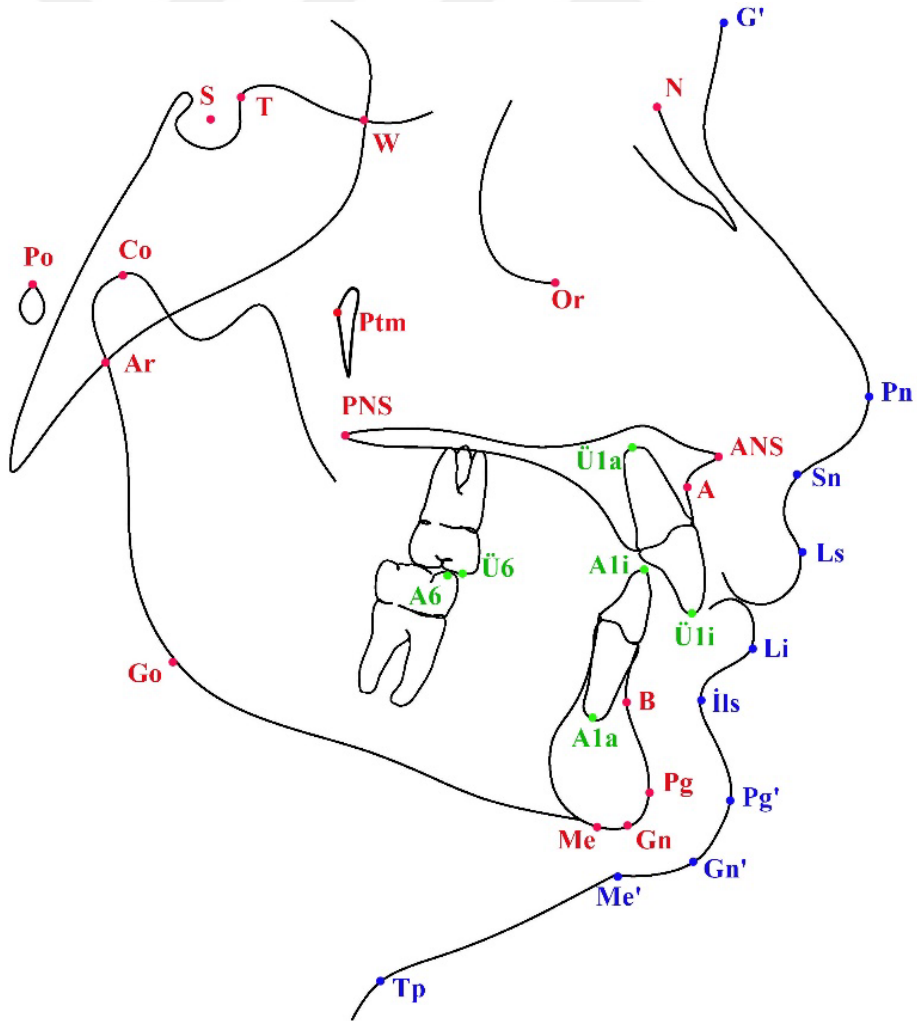
Çalışmada 17 iskeletsel, 6 dişsel, 10 yumuşak doku noktası olmak üzere 33 sefalometrik nokta ve 7'si horizontal, 6'sı vertikal olacak şekilde 13 düzlem kullanılarak 58 sefalometrik parametre ölçümü yapıldı. Ölçümler tedavi başlangıcı (T0) ve tedavi sonrasında (T1) alınan lateral sefalometrik radyografiler üzerinden Dolphin yazılımındaki analizlerden aynı araştırmacı tarafından ölçülerek elde edildi.

3.3.1 Lateral Sefalometrik Radyografi Analizinde Kullanılan Sefalometrik Noktalar (Şekil 3.4)

1. Sella (S): Sella tursikanın geometrik olarak orta noktasıdır.
2. Nazyon (N): Midsagittal düzlemin frontonazal suturun en anterior noktasını kestiği noktadır.
3. Tuberkulum Sella (T): Sella tursikanın anterior duvarının anterior klinoid proses ile kesiştiği noktasıdır.
4. Wings (W): Sfenoid kemiğin büyük kanatlarının anterior kafa kaidesini kestiği noktaların orta noktasıdır.
5. Poryon (Po): Meatus akustikus eksternusun en üst kenarındaki noktadır.
6. Orbitale (Or): Orbita çukurunun alt kenarındaki en derin noktadır.

7. Anterior Nazal Spina (ANS): Aperturanın alt anterior kenarında iki üst çene çıkıntısının anteriora doğru uzamasıyla oluşan keskin medyan çıkıntıdır.
8. Posterior Nazal Spina (PNS): İki palatal kemiğin posterior sınırlarının birleşik çıkıntılı medial uçlarının oluşturduğu sagittal düzlemdeki en posterior noktadır.
9. Kondilyon (Co): Kondil başının en süperior aksiyal noktasıdır.
10. Artikülare (Ar): Mandibular kondillerin posterior yüzeyleri ile inferior kraniyal taban yüzeyinin kesişme noktasıdır.
11. Ptm noktası (Ptm): Fissura pterigomaksillarisin en süperior ve posterior noktasıdır.
12. Gonyon (Go): Mandibular düzlem ile ramus posterior kenarına çizilen teğetin oluşturacağı açının açortayının mandibulayı kestiği noktadır.
13. Subspinal Nokta (A): Anterior nazal spina ile Supradentale arasında bulunan konkavitenin en derin noktasıdır.
14. Supramentale Noktası (B): İnfradentale ve Pogonyon arasındaki mandibular konkavitenin en derin noktasıdır.
15. Pogonyon (Pg): Mandibula simfizinin dış kenarı üzerindeki en anterior noktadır.
16. Gnasyon (Gn): Mandibula simfizindeki en inferior ve en anterior noktalar arasındaki orta noktadır.
17. Menton (Me): Medyan düzlemde mandibular simfizin dış kenarı üzerindeki en inferior noktadır.
18. Yumuşak Doku Glabella (G'): Midsagittal düzlemde alın yumuşak doku kontürünün en anterior noktasıdır.
19. Pronazale (Pn): Sagittal düzlemde burun ucunun en ileri noktasıdır.
20. Subnazale (Sn): Midsagittal düzlemde kolumella ile üst dudağın birleştiği noktadır.
21. Labrale Süperior (Ls): Üst dudağın mukokutanöz sınırını gösteren, üst dudağın en anterior noktasıdır.
22. Labrale inferior (Li): Alt dudağın mukokutanöz sınırını gösteren, alt dudağın en anterior noktasıdır.
23. İnferior Labial Sulkus (İls): Labrale inferior noktası ile yumuşak doku Pogonyon noktası arasındaki konkavitenin en derin noktasıdır.
24. Yumuşak Doku Pogonyon (Pg'): Yumuşak doku çene ucunun sagittal düzlemde en anterior noktasıdır.
25. Yumuşak Doku Gnasyon (Gn'): Yumuşak doku çene ucunun en inferior ve en anterior noktalar arasındaki orta noktadır.

26. Yumuşak Doku Menton (Me'): Yumuşak doku çene ucunun sagittal düzlemde en inferior noktasıdır.
27. Boyun Noktası (Tp): Sagittal düzlemde mandibula alt sınırı yumuşak doku kontürü ile boyunun birleştiği noktadır.
28. Üst Keser İnsizal Kenarı (Ü1i): Maksiller santral kesici dişin kesici kenarının uç noktasıdır.
29. Üst Keser Apeksi (Ü1a): Maksiller santral kesici dişin kök uç noktasıdır.
30. Alt Keser İnsizal Kenarı (A1i): Mandibular santral kesici dişin kesici kenarının uç noktasıdır.
31. Alt Keser Apeksi (A1a): Mandibular santral kesici dişin kök uç noktasıdır.
32. Üst Molar Tüberkül Tepesi (Ü6): Maksiller birinci molar dişin meziobukkal tüberkülünün tepe noktasıdır.
33. Alt Molar Tüberkül Tepesi (A6): Mandibular birinci molar dişin meziobukkal tüberkülünün tepe noktasıdır.



Şekil 3.4. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan noktalar

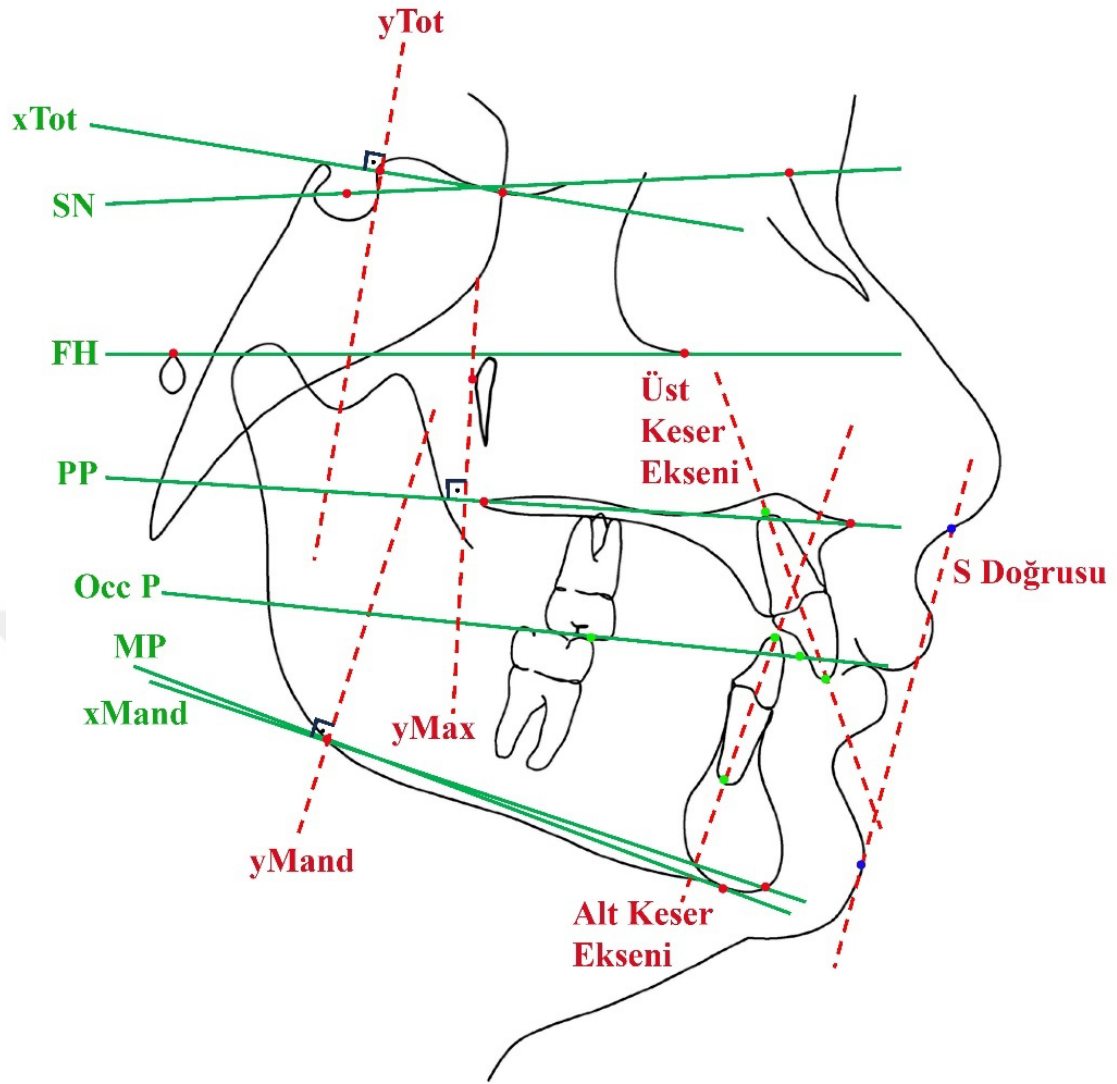
3.3.2 Lateral Sefalometrik Radyografi Analizinde Kullanılan Düzlemler (Şekil 3.5)

Horizontal Düzlemler

1. SN Düzlemi: Sella ve Nazyon noktalarından geçen düzlemdir.
2. Horizontal referans düzlemi (HRD): Tuberkulum Sella ve Wing noktalarından geçen düzlemdir (xTot).
3. Frankfurt Horizontal Düzlemi (FH): Orbitale ve Poryon noktalarından geçen düzlemdir.
4. Palatal Düzlem (PP): Anterior nazal spina ve Posterior nazal spina noktalarından geçen düzlemdir (xMax).
5. Oklüzal Düzlem (Occ P): Alt ve üst molarların tüberküllerinin kapanış fazlalığının ortası ile alt ve üst kesici kenarlar arası uzaklığın orta noktasını birleştiren düzlemdir.
6. Mandibular Düzlem (MP): Gonyon ve Menton noktalarından geçen düzlemdir.
7. Mandibular horizontal referans düzlemi (xMand): Gonyon ve Gnatyon noktalarından geçen düzlemdir.

Vertikal Düzlemler

8. Estetik Düzlem (S Doğrusu): Burun ucu ile Subnazale noktası arasındaki S harfi şeklindeki eğrinin orta noktasından ve yumuşak doku Pogonyon noktasına çizilen düzlemdir.
9. Üst Keser Ekseni: Üst en anterior konumlu keser dişin kesici kenar ucu ile kök ucunu birleştiren doğrudur.
10. Alt Keser Ekseni: Alt en anterior konumlu keser dişin kesici kenar ucu ile kök ucunu birleştiren doğrudur.
11. Vertikal referans düzlemi (VRD): TW doğrusuna Tuberkulum Sella noktasından indirilen dikmedir (yTot).
12. Maksiller vertikal referans düzlemi (yMax): ANS ve PNS noktaları arası çizilen Maksiller horizontal referans düzlemine (xMax) Ptm noktasından indirilen dikmedir.
13. Mandibular vertikal referans düzlemi (yMand): Gonyon ve Gnatyon noktaları arası çizilen mandibular horizontal referans düzlemine (xMand) Gonyon noktasından çizilen dikmedir.

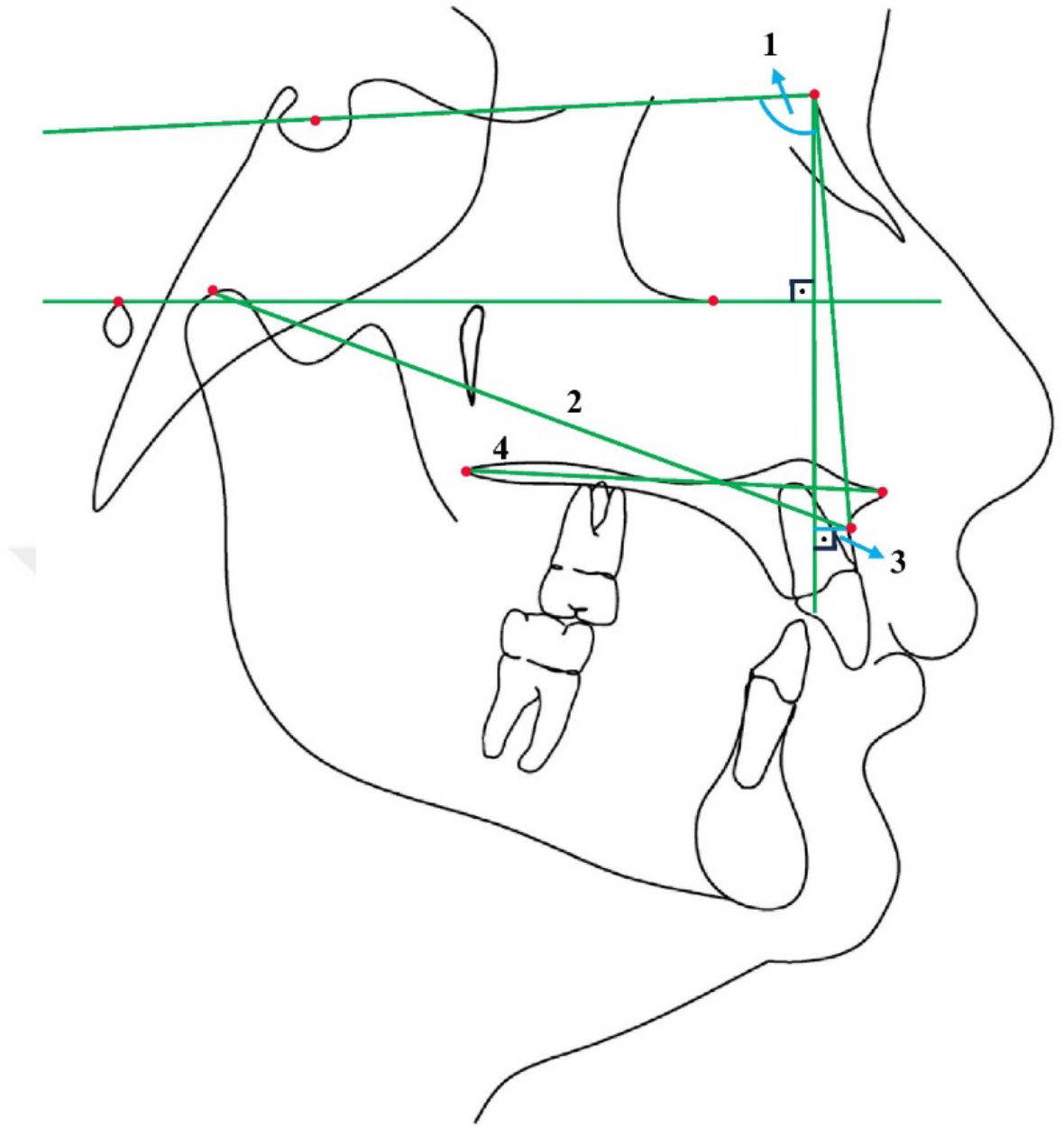


Şekil 3.5. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan düzlemler

3.3.3 Lateral Sefalometrik Radyografi Analizinde Kullanılan Ölçümler

Maksiller İskeletsel Ölçümler (Şekil 3.6)

1. SNA°: Sella, Nazyon ve A noktası arası tarafından oluşturulan anterior kraniyal kaideye göre maksillanın anteroposterior yöndeki konumunu belirleyen açıdır
2. Co-A (mm): Kondilyon ve A noktası arasındaki uzaklıktır.
3. A-N Perp (mm): A noktasının, Nazyon noktasından Frankfurt horizontal düzlemine indirilen dikmeye olan dik uzaklığıdır.
4. ANS-PNS (mm): Palatal düzlemi oluşturan Anterior nazal spina ve Posterior nazal spina arasındaki uzaklıktır.



Şekil 3.6. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan maksiller iskeletsel ölçümler

Mandibular İskeletsel Ölçümler (Şekil 3.7)

5. SNB°: Sella, Nazyon ve B noktası arası tarafından oluşturulan anterior kraniyal kaideye göre mandibulanın anteroposterior yöndeki konumunu belirleyen açıdır.
6. Co-Gn (mm): Kondilyon ve Gnasyon noktası arasındaki uzaklıktır.
7. Co-Go (mm): Mandibular ramus uzunluğudur.
8. Go-Me (mm): Mandibular korpus uzunluğudur.
9. Pog-N Perp (mm): Pogonyon noktasının, Nazyon noktasından Frankfurt horizontal düzlemine indirilen dikmeye olan dik uzaklığıdır.

- [illegible]

Maksillo-Mandibular Ölçümler (Şekil 3.8)

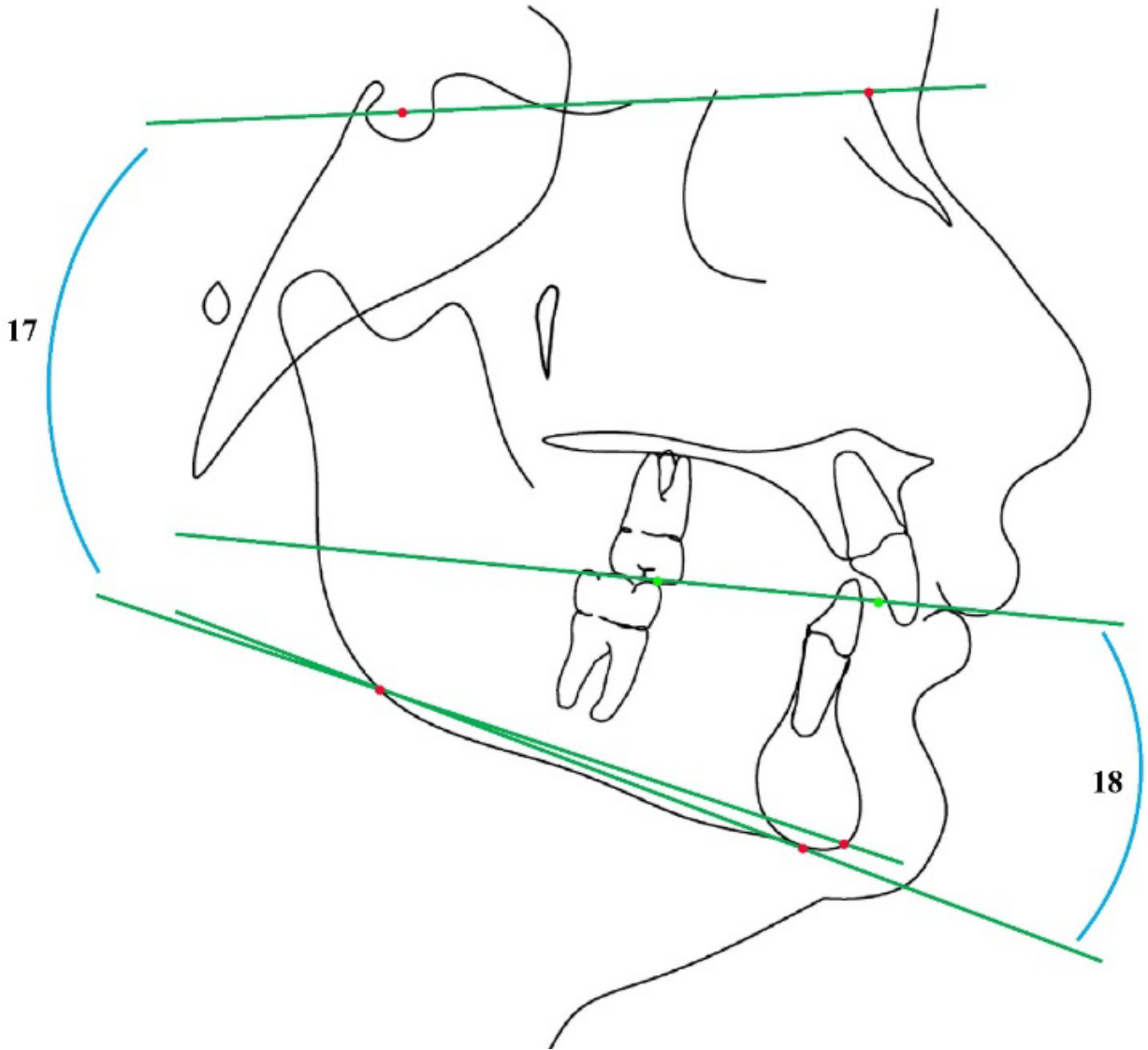
- 32

-

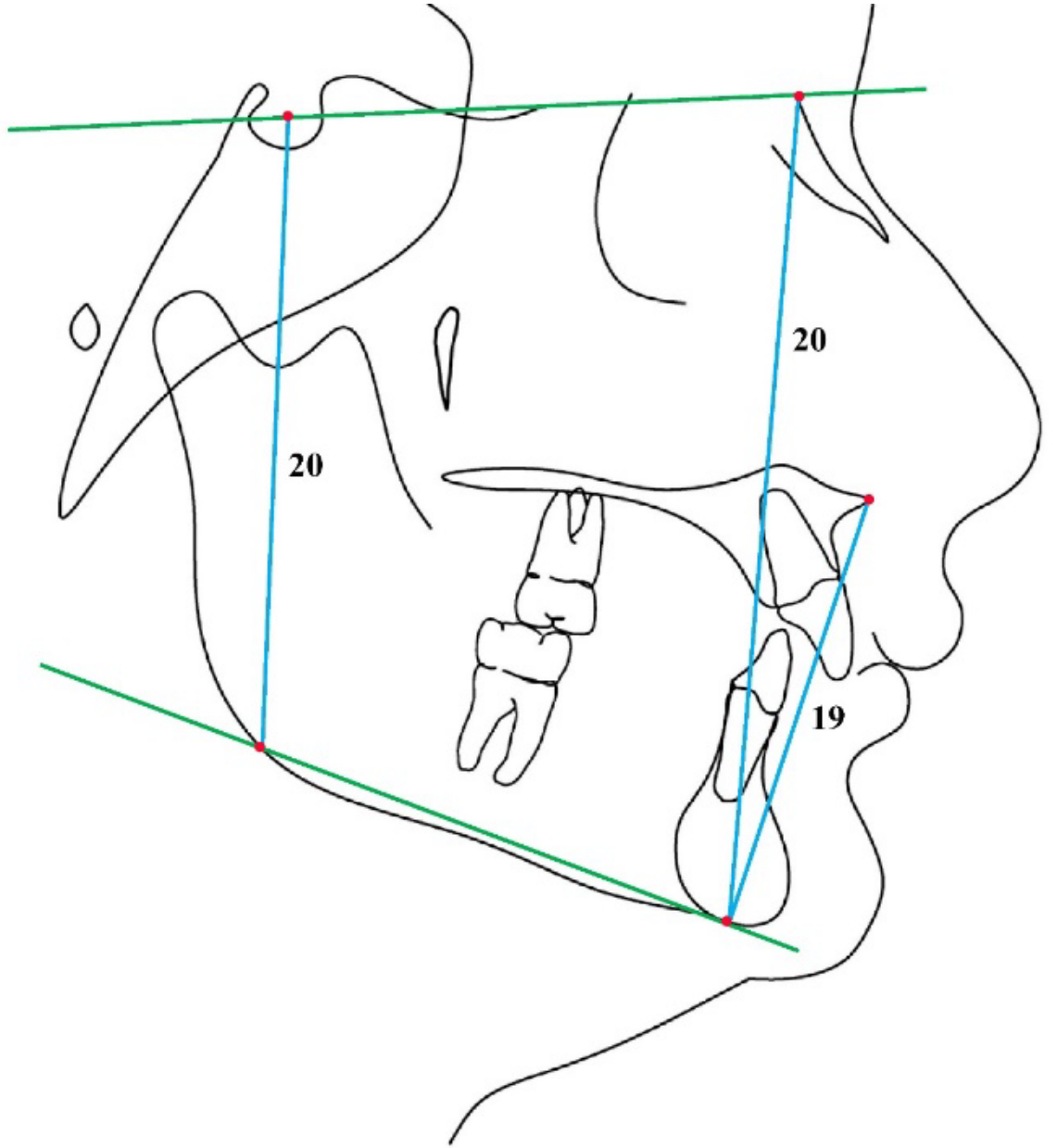
Düzlemler Arası ve Yüz Yüksekliği Ölçümleri (Şekil 3.9 ve 3.10)

- 33

18. PP/MP°: Palatal düzlem ile mandibular düzlem arasındaki açıdır.
19. ANS-Me (mm): Alt anterior yüz yüksekliğini veren; Anterior nazal spina ve Menton noktaları arası uzaklıktır.
20. S-Go/N-Me (%): Posterior yüz yüksekliğini veren Sella ve Gonyon noktası arası uzaklığın, anterior yüz yüksekliğini veren Nazyon ve Menton noktaları arası uzaklığa oranıdır.



Şekil 3.9. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan düzlemler arası ölçümler

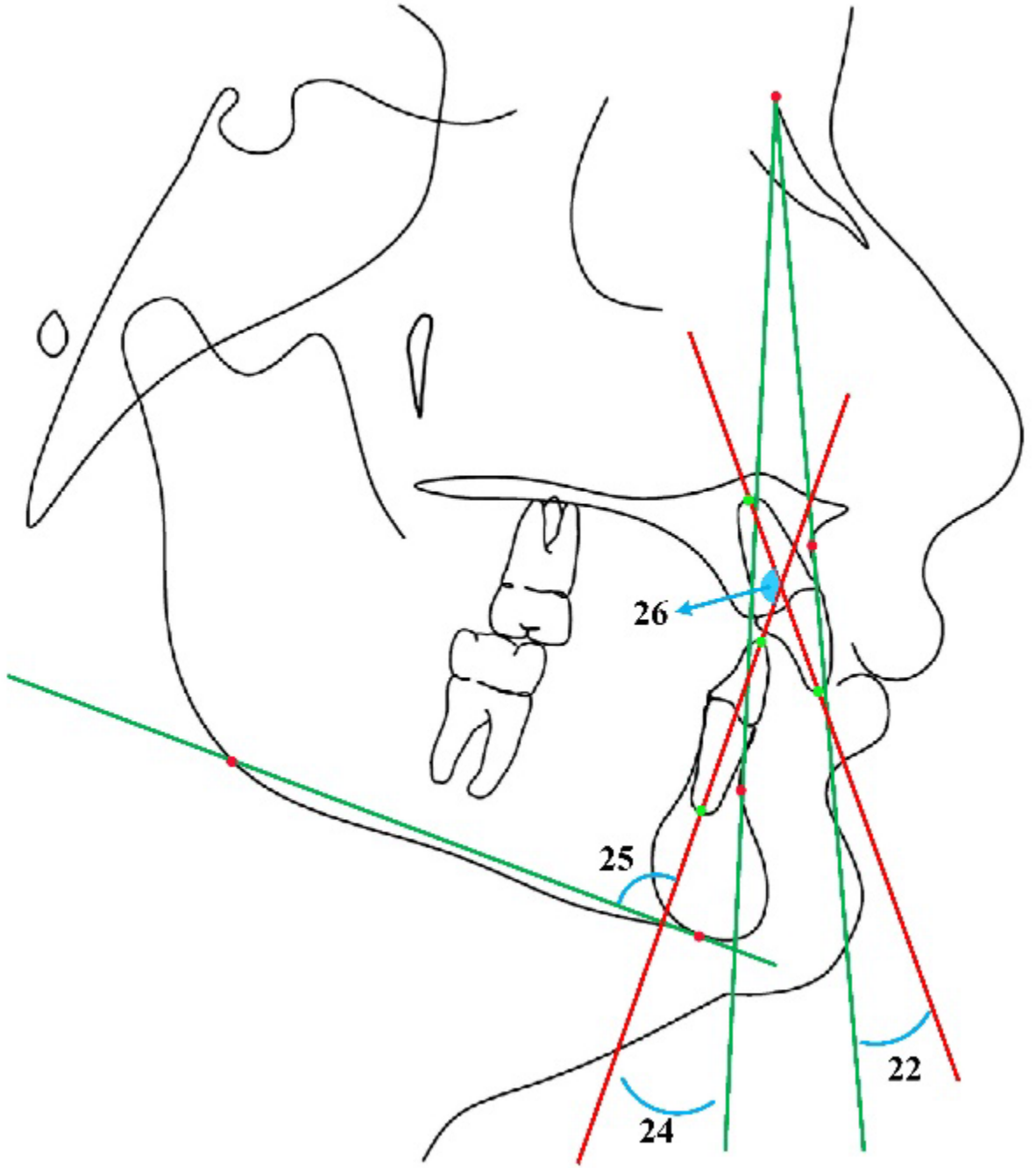


Şekil 3.10. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan yüz yüksekliği ölçümleri

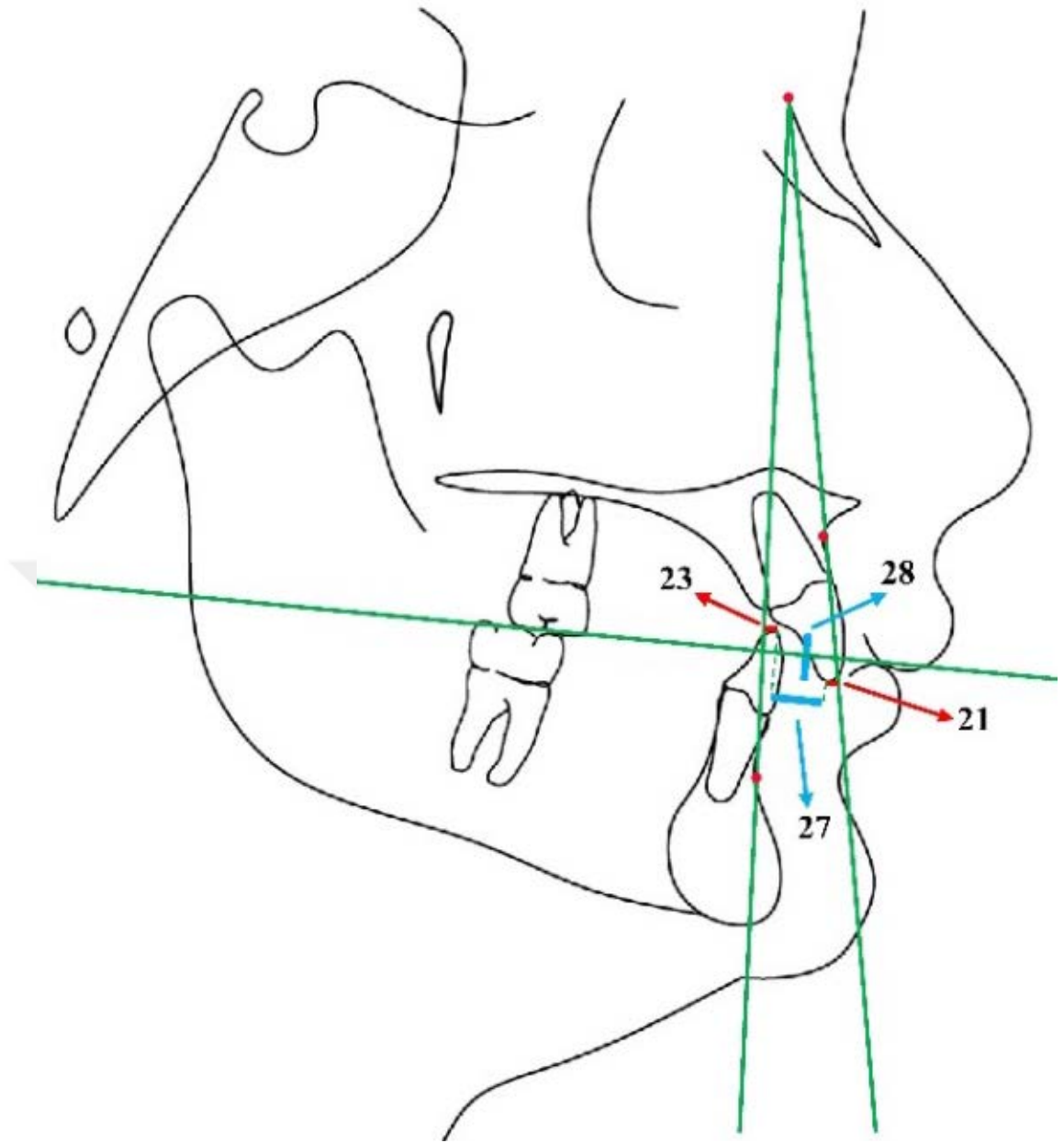
Dentoalveolar Ölçümler (Şekil 3.11 ve 3.12)

21. Ü1-NA (mm): Üst en anterior konumlu orta keser dişin kesici kenar ucu ile Nazyon ve A noktasından geçen doğru arasındaki dik uzaklıktır.
22. Ü1-NA°: Üst en anterior konumlu orta keser diş uzun eksenini ile Nazyon ve A noktasından geçen doğru arasındaki açıdır.
23. A1-NB (mm): Alt en anterior konumlu orta keser dişin kesici kenar ucu ile Nazyon ve B noktasından geçen doğru arasındaki dik uzaklıktır.
24. A1-NB°: Alt en anterior konumlu orta keser diş uzun eksenini ile Nazyon ve B noktasından geçen doğru arasındaki açıdır.

25. IMPA°: Alt en anterior konumlu orta keser diş uzun eksenini ile mandibular düzlem arasındaki açıdır.
26. Ü1-A1°: Üst en anterior konumlu orta keser diş uzun eksenini ile alt en anterior konumlu orta keser diş uzun eksenini arasındaki açıdır.
27. Overjet (mm): Üst ve alt en anterior konumlu orta keser dişlerin kesici uçlarından oklüzal düzleme indirilen dikmeler arası uzaklıktır.
28. Overbite (mm): Üst ve alt en anterior konumlu orta keser dişlerin kesici uçları arası uzaklığın oklüzal düzlemine dik yönde uzunluğudur.



Şekil 3.11. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan dentoalveolar ölçümler

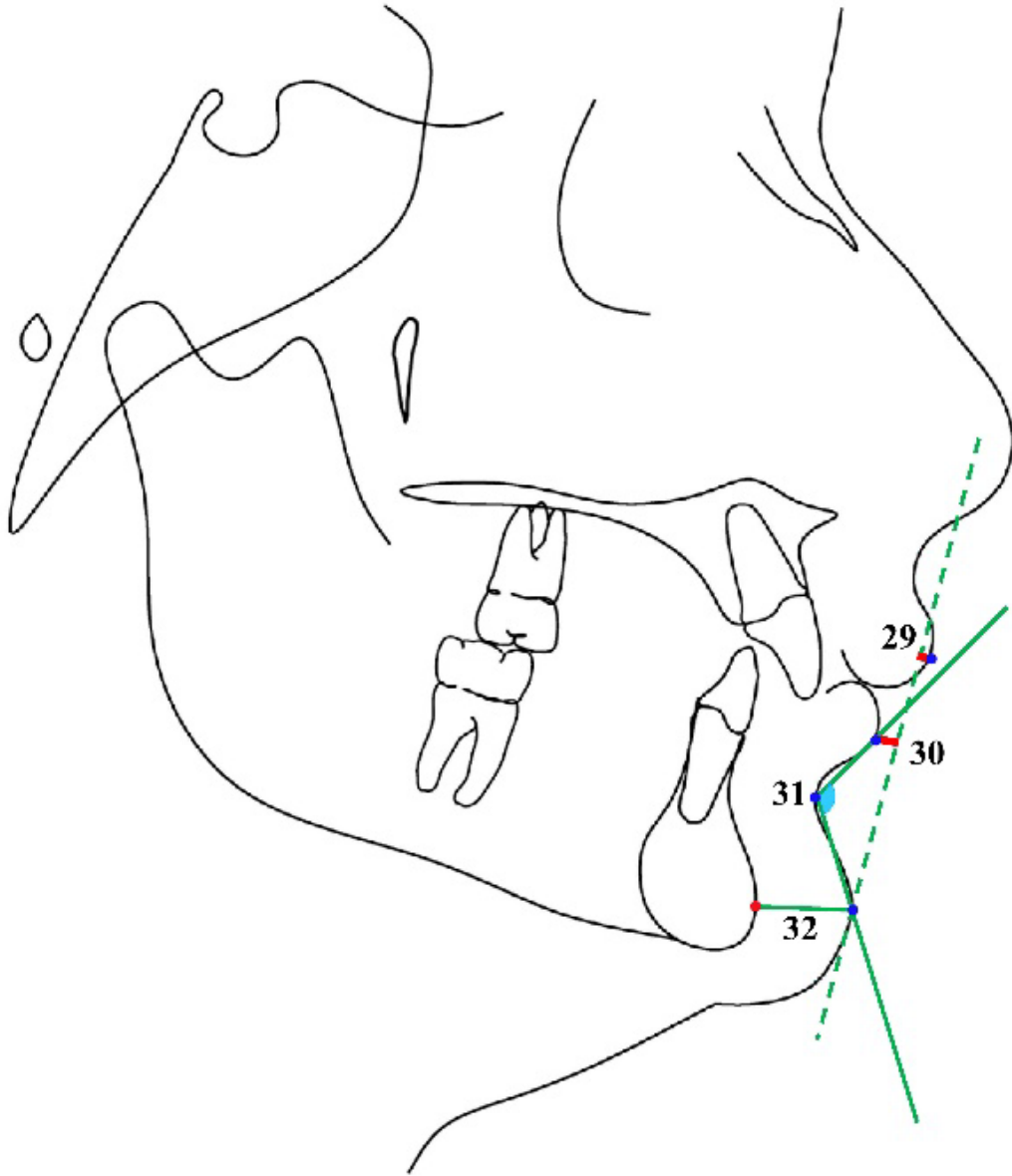


Şekil 3.12. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan dentoalveolar ölçümler

Yumuşak Doku Ölçümleri (Şekil 3.13 ve 3.14)

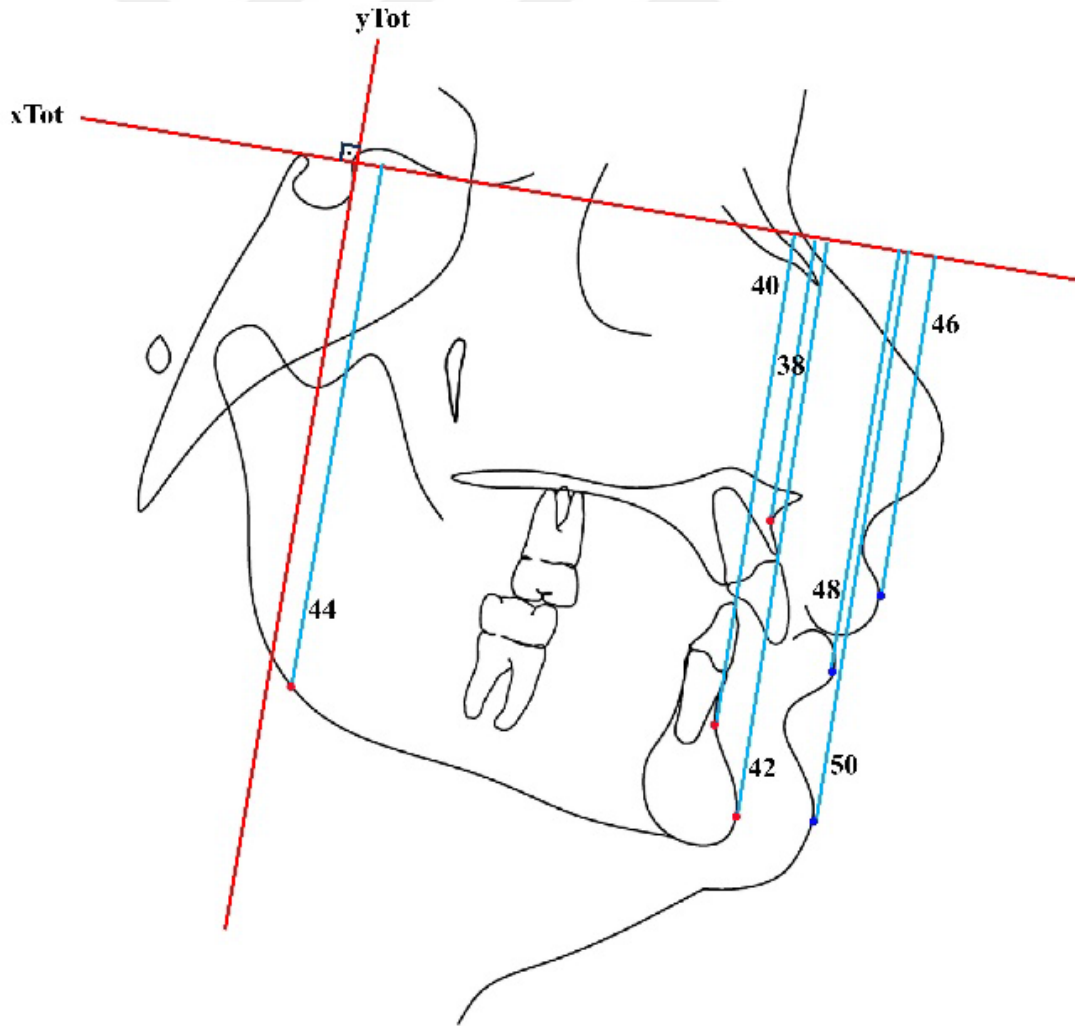
- 29. ÜD-S (mm): Labrale süperior noktasının Steiner'in "S" doğrusuna olan dik uzaklığıdır.
- 30. AD-S (mm): Labrale inferior noktasının Steiner'in "S" doğrusuna olan dik uzaklığıdır.
- 31. Mentolabial Açısı: Labrale inferior, İnferior labial sulkus ve yumuşak doku Pogonyon arasındaki açıdır.
- 32. Pg-Pg' (mm): Çene ucu yumuşak doku kalınlığını veren Pogonyon ve yumuşak doku Pogonyon noktaları arası uzaklıktır.

33. G'-Sn-Pg^o: Glabella ve Subnazale noktalarından geçen doğru ile Subnazale ve Pogonyon noktaları arasından geçen doğru arasındaki yüz konveksitesini gösteren açıdır.
34. G'-Pn-Pg^o: Glabella ve Pronazale noktalarından geçen doğru ile Pronazale ve Pogonyon noktaları arasından geçen doğru arasındaki total yüz konveksitesini gösteren açıdır.
35. Boyun Uzunluğu (Tp-Me') (mm): Boyun noktası ve yumuşak doku Menton noktasından geçen doğrunun Subnazale ve yumuşak doku Pogonyon noktasından geçen doğruyla kesişim noktası ile Boyun noktası arası uzaklıktır.
36. TP-Gn'/Sn-Me' (%): Boyun noktası ve yumuşak doku Gnasyon noktası arası uzaklığın, Subnazale ve yumuşak doku Menton noktası arası uzaklığa oranıdır.

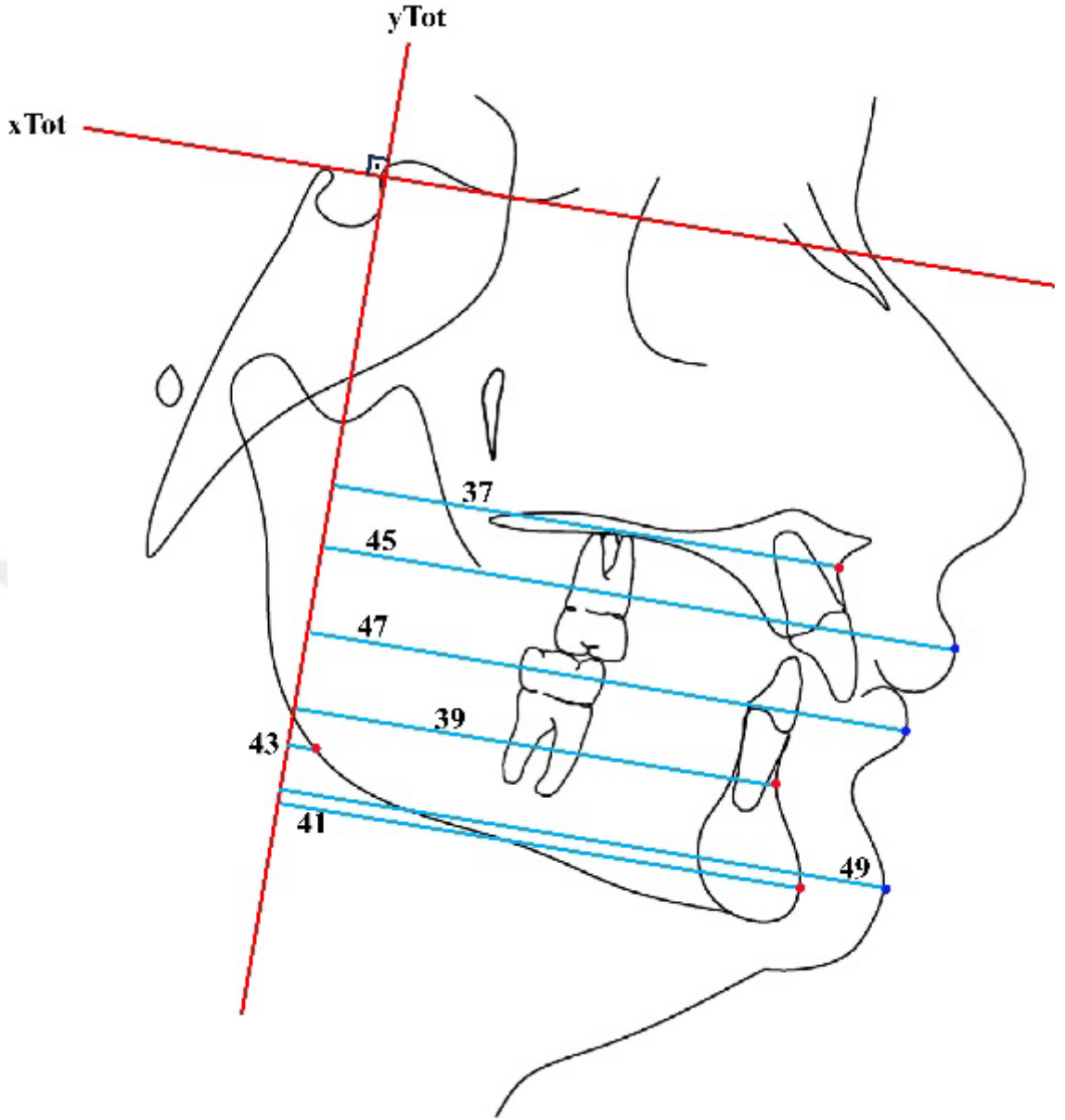


Şekil 3.13. Lateral sefalometrik radyografi analizinde kullanılan yumuşak doku ölçümleri

44. Go-xTot (mm): Gonyon noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
45. Ls-yTot (mm): Labrale süperior noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
46. Ls-xTot (mm): Labrale süperior noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
47. Li-yTot (mm): Labrale inferior noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
48. Li-xTot (mm): Labrale inferior noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
49. Pg'-yTot (mm): Yumuşak doku pogonyon noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
50. Pg'-xTot (mm): Yumuşak doku pogonyon noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.



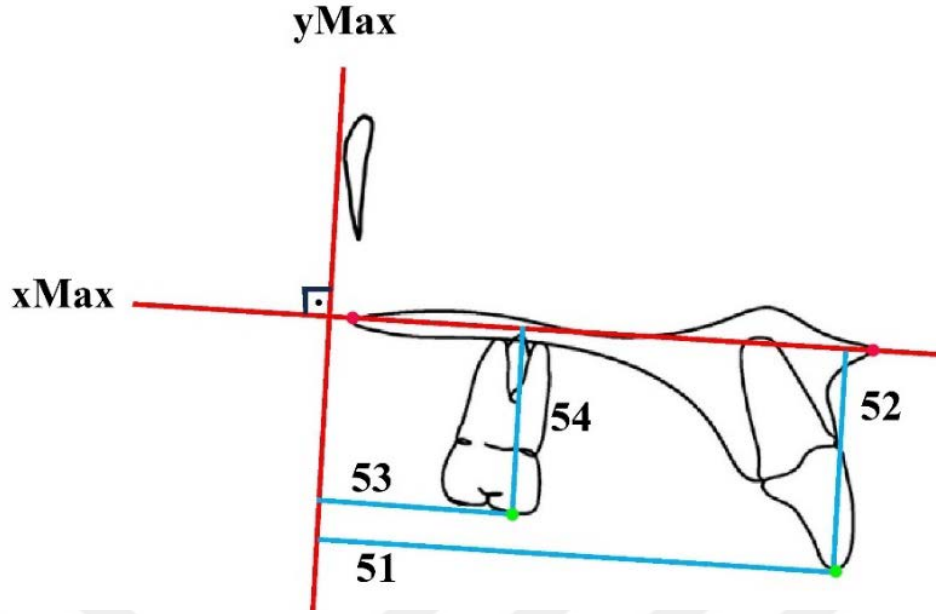
Şekil 3.15. Horizontal referans düzlemine göre vertikal uzunluk ölçümleri



Şekil 3.16. Vertikal referans düzlemine göre horizontal uzunluk ölçümleri

Maksiller Vertikal ve Horizontal Referans Düzlemlerine Göre Yapılan Dentoalveolar Ölçümler (Şekil 3.17)

- 51. Ü1-yMax (mm): Ü1i noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
- 52. Ü1-xMax (mm): Ü1i noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
- 53. Ü6-yMax (mm): Ü6 noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.
- 54. Ü6-xMax (mm): Ü6 noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.



Şekil 3.17. Maksiller vertikal ve horizontal referans düzlemlerine göre dentoalveolar ölçümler

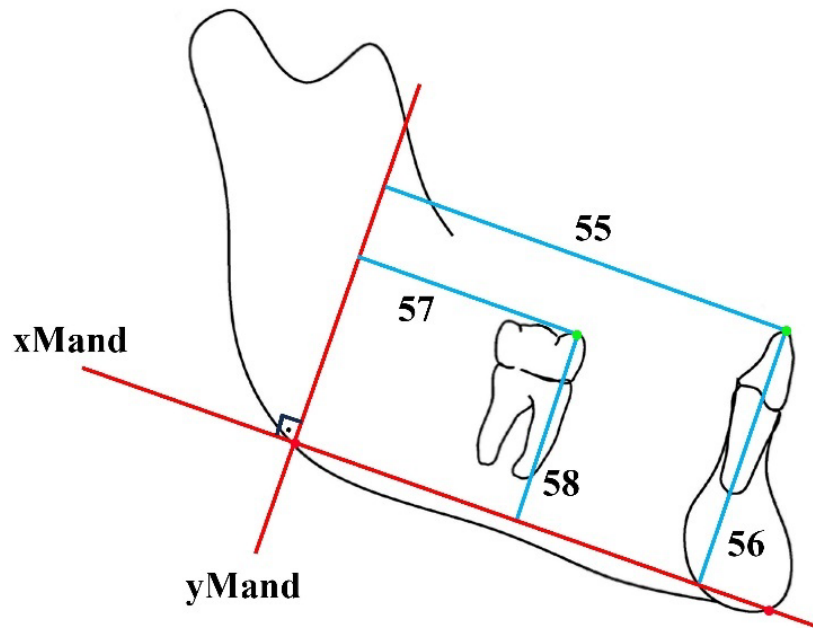
Mandibular Vertikal ve Horizontal Referans Düzlemlerine Göre Yapılan Dentoalveolar Ölçümler (Şekil 3.18)

55. A1-yMand (mm): A1i noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.

56. A1-xMand (mm): A1i noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.

57. A6-yMand (mm): A6 noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.

58. A6-xMand (mm): A6 noktasının horizontal referans düzlemine olan dik uzaklığıdır.



Şekil 3.18. Mandibular vertikal ve horizontal referans düzlemlerine göre dentoalveolar ölçümler

3.4 Gruplar Arası Karşılaştırma

Çalışmamızda öncelikle Geç dönem ve Peak dönem hastalarda başlangıç lateral sefalometrik radyografileri üzerinden yapılan ölçümler karşılaştırıldı. İki gelişim grubunda da gözlenen değişimler başlangıç (T0) ve tedavi sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması ile değerlendirildi. Tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması için tedavi sonrası (T1) ve başlangıç (T0) aşamalarının farkı alınarak Geç dönem ve Peak dönem grupları arasındaki farklar karşılaştırıldı. Kooperasyon faktörünün gruplar içinde farkının incelenmesi amacı ile Geç dönem ve Peak dönem gruplarında sınırlı koopere ve tam koopere hastalardaki T1-T0 fark değerleri karşılaştırıldı. Sonrasında Geç dönem ve Peak dönemde tam koopere hastalardaki T1-T0 fark değerlerinin karşılaştırması yapıldı.

3.5 İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmanın istatistiksel değerlendirmesinde Geç dönem ve Peak dönem gruplarında başlangıç lateral sefalometrik ölçümlerinin karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan parametrelere Bağımsız örneklem t testi uygulanırken, normal dağılıma uymayan parametrelere Mann Whitney U testi uygulandı.

Tedavi gruplarında oluşan değişimlerin incelenmesi amacı ile iki gelişim grubu içinde tedavi başlangıcı ve tedavi sonunda alınan sefalometrik ölçümlerdeki değişimlerin incelenmesinde normal dağılıma uyan parametreler Eşli örneklem testi ile, normal dağılıma uymayan parametreler ise Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edildi.

Geç dönem ve Peak dönem gruplarındaki tedavi ile gerçekleşen değişikliklerin karşılaştırılması amacıyla tedavi sonu (T1) ve tedavi başı (T0) ölçümleri arasındaki farkların (T1-T0) karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan parametrelere Bağımsız örneklem t testi, normal dağılıma uymayan parametrelere Mann Whitney U testi uygulandı.

Geç dönem ve Peak dönem grupları içinde sınırlı koopere ve tam koopere hastalardaki T1-T0 fark değerlerinin karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan parametrelere Bağımsız örneklem t testi uygulanırken, normal dağılıma uymayan parametrelere Mann Whitney U testi uygulandı.

Tedavi gruplarında tam koopere hastalardaki T1-T0 fark değerlerinin karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan parametrelere Bağımsız örneklem t testi

uygulanırken, normal dağılıma uymayan parametrelere Mann Whitney U testi uygulandı.

Geç dönemde T0 aşamasında 4 hastanın, T1 aşamasında 5 hastanın, Peak dönemde ise T0 aşamasında 10 hastanın, T1 aşamasında 15 hastanın Boyun noktası (Tp) radyografik kısıtlamalar nedeni ile belirlenememiştir. Bununla ilişkili olarak Boyun uzunluğu (TP-Me') ve TP-Gn'/Sn-Me' oranı ölçülebilen örneklem sayısı üzerinden analiz edilmiştir. İlgili parametreye ilişkin örneklem sayısı tablolarda ayrıca belirtilmiştir.

3.6 Karar Ağacı Analizi

Çalışmamızda veriler Yinelemeli Bölümleme Analizi (RPA) ile analiz edildi. Analizin yapılması için R (Versiyon 4.1.3) programlama dilinde Özyinelemeli Bölümleme ve Regresyon Ağaçları (RPART) fonksiyonu kullanıldı. Yinelemeli Bölümleme Analizinde ise Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART) yöntemi kullanıldı. Kök düğüm ve mümkün olduğu kadar homojen olan alt düğümlere bölünmesi sağlandı. Karar ağacında kök düğümünden sonra 3 basamaklı bir karar ağacı oluşturacak şekilde modelleme yapıldı. Analizin tedavi ile oluşan değişiklikler üzerinden değerlendirilmesi amacı ile cinsiyet, yaş, tedavi süresi ve kooperasyon derecesi ile 58 sefalometrik parametre ile elde edilen T1-T0 farkları analizde kullanıldı ve ilk karar ağacı elde edildi. İkinci karar ağacı ise cinsiyet değişkeni çıkartılarak oluşturuldu. Hedef değişken maturasyon dönemi olup çalışmamızın gruplarını ifade etmektedir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda cinsiyet, tedavi süresi, tedavi başlangıç yaşı ve kooperasyon faktörüne göre tedavi gruplarındaki hasta dağılımları istatistiksel olarak incelendikten sonra 58 sefalometrik ölçüm üzerinden istatistiksel analiz yapılmıştır.

Öncelikle Geç dönem ve Peak dönem gruplarında başlangıç lateral sefalometrik ölçümlerinin karşılaştırılması yapılmıştır (Tablo 4.6). Tedavi gruplarında oluşan değişimlerin incelenmesi amacıyla ise iki gelişim grubu için ayrı olacak şekilde tedavi başlangıcı (T0) ve tedavi sonunda (T1) alınan sefalometrik ölçümler karşılaştırılmıştır (Tablo 4.7 ve 4.8).

Sonrasında T1-T0 farkı alınarak Geç dönem ve Peak dönem gruplarında tedavi etkinliği karşılaştırılması yapılmıştır (Tablo 4.9). Kooperasyon faktörüne göre tedavi etkinliğinin incelenmesi amacı ile; Geç dönem ve Peak dönem grupları kendi içinde kooperasyon derecesine göre karşılaştırılmıştır (Tablo 4.10 ve 4.11). Daha sonra ise Geç dönem ve Peak dönemdeki tam kooperasyon gösteren hastalardaki tedavi etkinliği karşılaştırılmıştır (Tablo 4.12).

Karar ağacı analizinde ise Geç dönem ve Peak dönem çalışma gruplarındaki tedavi etkinliğini veren T1-T0 fark değerleri kullanılarak, pozitif sınıf Peak dönem olacak şekilde analiz edilmiştir.

4.1 Metot Hatasının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda bireysel çizim ve ölçüm hata düzeyinin kontrolü için çalışma materyalini oluşturan 388 adet lateral sefalometrik radyografi içerisinden rastgele 80 radyografi seçildi. Anatomik landmarklar lateral sefalometrik radyografiler üzerinde tekrar işaretlendi ve ölçümler ilk yapılan çizim ve ölçümlerden bağımsız olarak 4 hafta sonra aynı araştırmacı tarafından tekrarlandı. Elde edilen ölçümler için hesaplanan tekrarlanabilirlik katsayıları Tablo 4.1’de gösterildi. Çalışmada kullanılan 58 parametrenin tekrarlanabilirlik katsayılarının 0,80-0,85 aralığında olduğu görüldü.

Tablo 4.1. Sefalometrik ölçümler için metot hatasının hesaplaması

Parametre	R	Parametre	R
SNA°	0,815	Ü1-NA°	0,819
Co-A (mm)	0,808	A1-NB (mm)	0,817
A-N Perp (mm)	0,816	A1-NB°	0,816
ANS-PNS (mm)	0,812	IMPA°	0,825
A-yTot (mm)	0,810	Ü1-A1°	0,847
A-xTot (mm)	0,815	Overjet (mm)	0,821
SNB°	0,814	Overbite (mm)	0,821
Co-Gn (mm)	0,799	Ü1-yMax (mm)	0,809
Co-Go (mm)	0,812	Ü1-xMax (mm)	0,816
Go-Me (mm)	0,810	Ü6-yMax (mm)	0,814
Pog-N Perp (mm)	0,816	Ü6-xMax (mm)	0,815
Pog-NB (mm)	0,820	A1-yMand (mm)	0,812
Ar-Go-Me°	0,813	A1-xMand (mm)	0,812
Ar-Go-N°	0,818	A6-yMand (mm)	0,813
N-Go-Me°	0,814	A6-xMand (mm)	0,815
B-yTot (mm)	0,812	ÜD-S (mm)	0,819
B-xTot (mm)	0,808	AD-S (mm)	0,820
Pg-yTot (mm)	0,815	Mentolabial Açır°	0,842
Pg-xTot (mm)	0,806	Pg-Pg' (mm)	0,814
Go-yTot (mm)	0,828	G'-Sn-Pg'°	0,818
Go-xTot (mm)	0,809	G'-Pn-Pg'°	0,819
ANB°	0,821	TP-Me' (mm)	0,814
Wits (mm)	0,823	TP-Gn'/Sn-Me' (%)	0,833
NA-APg°	0,823	Ls-yTot (mm)	0,806
SN-GoGn°	0,820	Ls-xTot (mm)	0,817
PP/MP°	0,817	Li-yTot (mm)	0,807
ANS-Me (mm)	0,809	Li-xTot (mm)	0,814
S-Go/N-Me (%)	0,820	Pg'-yTot (mm)	0,810
Ü1-NA (mm)	0,818	Pg'-xTot (mm)	0,808

R: Cronbach's Alpha testi katsayısı

4.2 Çalışma Gruplarındaki Cinsiyet Dağılımları, Başlangıç Kronolojik Yaşları, Tedavi Süreleri ve Kooperasyon Derecelerinin Karşılaştırılması

Çalışmada Geç dönem ve Peak dönem gruplarına ait başlangıç yaşı ve tedavi süresi karşılaştırma analizinde Bağımsız örneklem t testi kullanıldı ve sonuçlar Tablo 4.2'de gösterildi. Sonuçlar incelendiğinde Geç dönemdeki hastalarda başlangıç kronolojik yaşının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu ve Peak dönemdeki hastalarda ise tedavi süresinin istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,001$;Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Geç dönem ve Peak dönem gruplarının tedavi başlangıcı yaş ortalaması ve tedavi süresi ortalamalarının karşılaştırılması

	Geç Dönem (n:74) Ort±Ss	Peak Dönem (n:120) Ort±Ss	p
Kronolojik Yaş (yıl)	15±1,37	12,8±1,35	<0,001
Tedavi Süresi (ay)	10,08±3,16	12,57±5,11	<0,001

p:Bağımsız örneklem t testi, Ss: Standart sapma, n: Hasta sayısı

Geç dönem ve Peak dönem gruplarındaki cinsiyet dağılımı karşılaştırma analizinde Pearson Ki-Kare testi kullanıldı ve sonuçlar Tablo 4.3'te gösterildi. Sonuçlar incelendiğinde gruplar arasında cinsiyet dağılımının farklı olduğu, Geç dönem grubunda kız hastaların oranının daha fazla olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p<0,001$; Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Çalışma gruplarındaki cinsiyet dağılımları

Çalışma Grubu		Cinsiyet		p
		Kız	Erkek	
Geç Dönem (n:74)	n	64	10	<0,001
	%	86,5	13,5	
Peak Dönem (n:120)	n	56	64	
	%	46,7	53,3	

p: Pearson Ki-Kare testi

Geç dönem ve Peak dönem gruplarındaki hastaların kooperasyon derecelerine göre dağılımının karşılaştırılması için Pearson Ki-Kare testi kullanıldı ve sonuçlar Tablo 4.4'te gösterildi. Sonuçlar incelendiğinde gelişim gruplarında kooperasyon derecesine göre dağılımın benzer olduğu görüldü (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Kooperasyon derecesine göre çalışma gruplarındaki hasta dağılımları

Çalışma Grubu		Kooperasyon		p
		Sınırlı Kooperasyon	Tam Kooperasyon	
Geç Dönem (n:74)	n	45	29	0,495
	%	60,81	39,19	
Peak Dönem (n:120)	n	67	53	
	%	55,83	44,17	

p: Pearson Ki-Kare testi

İki gelişim grubu içinde tam koopere ve sınırlı koopere hastalardaki cinsiyet dağılımının analizinde Pearson Ki-Kare ve Fisher’ın kesin olasılık testi kullanıldı ve sonuçlar Tablo 4.5’te gösterildi. Sonuçlar incelendiğinde cinsiyete göre de kooperasyon derecelerinde fark olmadığı belirlendi (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Çalışma gruplarındaki kooperasyon derecesine göre cinsiyet dağılımları

Çalışma Grubu			Cinsiyet		p
			Kız	Erkek	
Geç Dönem (n:74)	Sınırlı Kooperasyon (n:45)	n	37	8	0,181 ^a
		%	82,22	17,78	
	Tam Kooperasyon (n:29)	n	27	2	
		%	93,10	6,90	
Peak Dönem (n:120)	Sınırlı Kooperasyon (n:67)	n	30	37	0,714 ^b
		%	44,78	55,22	
	Tam Kooperasyon (n:53)	n	26	27	
		%	49,06	50,94	

p: Pearson Ki-Kare testi^(a), Fisher’ın kesin olasılık testi^(b)

4.3 Başlangıç Lateral Sefalometrik Ölçümlerin Geç Dönem ve Peak Dönem Gruplar Arasında Karşılaştırılması

Çalışmamızda Geç dönem ve Peak dönem monoblok gruplarında başlangıç lateral sefalometrik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler ve bu iki gelişim grubu arası karşılaştırmalar Tablo 4.6’da gösterildi.

Geç dönem ve Peak dönem gruplarına ait analiz sonuçlarına göre maksiller iskeletsel ölçümler karşılaştırıldığında A-N Perp (mm) ölçümünün Geç dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,01$; Tablo 4.6).

Mandibular iskeletsel ölçümler karşılaştırıldığında Co-Gn (mm), Co-Go (mm), Pog-N Perp (mm), Pog-NB (mm), Pg-yTot (mm) ve Go-xTot (mm) ölçümlerinin Geç dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü (sırasıyla, $p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$; $p<0,01$; $p<0,05$; $p<0,01$; Tablo 4.6). Peak dönem grubunda ise Ar-Go-Me° ve Ar-Go-N° açılarının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$; Tablo 4.6).

Maksillo-mandibular ölçümler karşılaştırıldığında ANB° ve NA-APg° ölçümlerinin Peak dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü (sırasıyla, $p<0,05$; $p<0,01$; Tablo 4.6). Wits (mm) ölçümü için ise Geç dönem ve Peak dönem çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (Tablo 4.6).

Düzlemler arası ölçümler karşılaştırıldığında SN-GoGn° ölçümünün Peak dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$; Tablo 4.6). Yüz yüksekliği ölçümleri karşılaştırıldığında S-Go/N-Me oranının Geç dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$; Tablo 4.6).

Dentoalveolar ölçümler karşılaştırıldığında Ü6-xMax (mm) ve A6-yMand (mm) ölçümlerinin Geç dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,01$; Tablo 4.6). Overjet (mm) ölçümünün ise Peak dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$; Tablo 4.6).

Yumuşak doku ölçümleri karşılaştırıldığında G'-Sn-Pg¹⁰ açısının Geç dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$; Tablo 4.6). ÜD-S (mm) ve Pg-Pg' (mm) uzunluklarının ise Peak dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$; Tablo 4.6).



Tablo 4.6. Çalışma gruplarının başlangıç sefalometrik ölçümlerinin karşılaştırılması

Parametre		Geç Dönem (T0) (n:74)			Peak Dönem (T0) (n:120)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Maksiller İskeletsel	SNA°	82,17±3,56	82,6	5,38	81,95±3	82	3,47	0,656
	Co-A (mm)	81,17±4,53	80,9	6,35	80,63±4,43	80,55	5,8	0,411
	A-N Perp (mm)	1,75±2,82	1,85	4,1	0,56±2,78	0,6	3,88	0,004
	ANS-PNS (mm)	49,63±3,04	49,4	4,48	49,75±2,61	50	3,48	0,770
	A-yTot (mm)	59,66±5,74	59,65	8,48	58,63±5,92	58,65	8,7	0,234
	A-xTot (mm)	52,04±6,45	52	8,93	52,78±4,84	52,5	6,55	0,399
Mandibular İskeletsel	SNB°	76,76±3,51	76,5	5,27	76,19±2,88	76,35	3,47	0,245
	Co-Gn (mm)	104,11±6,01	103,75	9,18	101,95±5,87	101,95	9,55	0,014
	Co-Go (mm)	54,63±4,78	53,45	6,5	52,46±4,23	52,45	5,3	0,004^a
	Go-Me (mm)	62,32±4,06	62,6	4,88	61,15±4,62	61,35	6,93	0,074
	Pog-N Perp (mm)	-3,70±5,5	-3,4	7,95	-6,97±5,1	-6,95	6,88	<0,001
	Pog-NB (mm)	2,75±1,2	2,7	1,55	2,19±1,31	2,15	1,78	0,003
	Ar-Go-Me°	122,54±6,93	121,6	10,13	124,75±6,68	124,35	8,9	0,029
	Ar-Go-N°	50,79±4,21	50,75	4,7	52,11±4,57	52,3	6,2	0,026^a
	N-Go-Me°	71,74±4,44	71,6	6,38	72,64±4,31	72	6,4	0,167
	B-yTot (mm)	50,43±8,98	50,65	14,05	48,18±8,57	48,3	12,95	0,083
	B-xTot (mm)	85,45±8,3	84,6	10,1	85,79±5,82	85,75	8,2	0,759
	Pg-yTot (mm)	51,97±10,07	51,85	15,33	48,84±9,66	49,15	14,35	0,032
	Pg-xTot (mm)	96,61±8,77	95,85	11,25	96,73±6,32	96,6	8,4	0,925
	Go-yTot (mm)	13,59±7,79	14,45	10,4	14,49±6,71	14,8	10,85	0,391
	Go-xTot (mm)	75,66±5,88	75,25	7,95	72,9±5,66	72,7	7,23	0,001
Maksillo-Mandibular	ANB°	5,41±1,46	5	1,63	5,76±1,34	5,55	1,8	0,017^a
	Wits (mm)	4,23±2,52	4,25	3,23	4,15±2,45	3,85	4	0,824
	NA-APg°	8,64±4,06	8	5,23	10,16±4,11	9,8	5,85	0,004^a
Düzlemler Arası	SN-GoGn°	29,84±4,77	29,95	6,58	31,41±5,01	30,8	6,93	0,032
	PP/MP°	23,36±4,03	23,5	6,4	24,12±5,14	23,75	7,18	0,256
Yüz Yükseklikleri	ANS-Me (mm)	59,88±4,8	59,45	5,93	59,28±4,49	59,4	7,28	0,480 ^a
	S-Go/N-Me (%)	66,96±4,11	67,4	5,52	65,73±4,23	65,9	5,68	0,047

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.6. Çalışma gruplarının başlangıç sefalometrik ölçümlerinin karşılaştırılması (Devamı)

	Parametre	Geç Dönem (T0) (n:74)			Peak Dönem (T0) (n:120)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Dentoalveolar	Ü1-NA (mm)	2,46±2,7	2,45	4,2	2,65±2,35	2,5	3,08	0,594
	Ü1-NA°	20,15±10,07	19,75	12,7	21,46±8,48	21,3	11,45	0,333
	A1-NB (mm)	4,53±2,2	4,2	3,15	4,43±2,14	4,45	2,85	0,771
	A1-NB°	23,66±6,78	23,7	9,78	23,45±6,65	24,15	8,93	0,833
	IMPA°	94,77±7,53	94,9	10,55	93,79±7,38	94,15	9,38	0,374
	Ü1-A1°	130,78±14,01	129,5	22,35	129,34±12,64	127,3	16,33	0,460
	Overjet (mm)	5,37±1,83	5,05	2,25	6,04±2	5,8	2,88	0,028^a
	Overbite (mm)	4,55±1,67	4,7	2,7	4,59±1,73	4,5	2,18	0,895
	Ü1-yMax (mm)	53,23±4,8	53,25	6,77	53,56±4,29	53,7	6,08	0,614
	Ü1-xMax (mm)	26,14±2,53	26,05	3,63	25,79±2,53	25,5	3,78	0,344
	Ü6-yMax (mm)	24,02±3,32	23,5	4,38	23,28±3,29	23,5	5,08	0,130
	Ü6-xMax (mm)	19,5±2,38	19,1	3,45	18,61±2,06	18,7	3,15	0,006
	A1-yMand (mm)	62,14±4,75	61,55	6,43	60,76±5,16	61,65	6,55	0,063
	A1-xMand (mm)	35,36±2,9	35,25	3,6	35,45±2,68	35,05	3,68	0,900 ^a
	A6-yMand (mm)	39,06±3,53	39,1	5,25	37,44±4,15	37,55	5,62	0,006
	A6-xMand (mm)	25,63±2,5	25,5	3,63	25,58±2,54	25,65	2,95	0,882
Yumuşak Doku	ÜD-S (mm)	-0,17±1,73	-0,05	2,73	0,34±1,62	0,4	2,08	0,037^a
	AD-S (mm)	-0,05±2,2	-0,05	3,4	0,07±2,23	0,2	3,18	0,428 ^a
	Mentolabial Açıl°	111,44±12,85	112,1	17,05	110,2±15,85	110,1	21,98	0,573
	Pg-Pg' (mm)	11,93±1,83	12,2	2,63	12,64±2,33	12,55	2,8	0,027
	G'-Sn-Pg' ^o	162,21±5,18	162,5	6,62	160,37±5,26	160	6,97	0,018
	G'-Pn-Pg' ^o	127,1±4,11	126,45	6,73	127,37±4,33	127,1	5,68	0,669
	TP-Me' (mm) (n:70/110)	51,74±7,29	51	11	51,02±6,92	51,25	10,4	0,506
	TP-Gn'/Sn-Me' (%) (n:70/110)	79,76±10,51	79,7	15,03	78,89±11,58	78,6	17,38	0,609
	Ls-yTot (mm)	75,22±7,36	75,55	11,13	74,05±7,41	74,85	11,55	0,287
	Ls-xTot (mm)	62,19±8,86	61,6	11,3	63,77±6,07	63,5	7,93	0,180
	Li-yTot (mm)	69,29±8,47	69,95	12,88	67,46±8,24	66,8	11,93	0,141
	Li-xTot (mm)	79,57±9,3	78,35	12,05	80,1±6,23	80,1	8,33	0,662
	Pg'-yTot (mm)	63,64±10,18	63,6	15,45	61,19±9,97	60,9	16,25	0,101
	Pg'-xTot (mm)	96,29±8,97	95	11,18	96,4±6,83	95,5	8,9	0,913 ^a

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

4.4 Lateral Sefalometrik Ölçümlerdeki Tedavi ile Olan Değişiklikler

Geç dönem ve Peak dönem gruplarında tedaviyle oluşan değişimlerin incelenmesi amacıyla tedavi başlangıcı (T0) ve tedavi sonunda (T1) alınan sefalometrik radyografi ölçümlerindeki değişimler incelendi. Tedavi ile oluşan değişikliklere ait analiz sonuçları Tablo 4.7 ve 4.8’de gösterildi.

4.4.1 Maksiller İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler

Maksiller iskeletsel ölçümler incelendiğinde Co-A (mm) ve ANS-PNS (mm) ölçümlerinde iki gelişim grubunda da önemli derecede artış tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8). Peak dönem grubunda SNA° açısında ve A-yTot (mm), A-xTot (mm) mesafelerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olduğu görüldü (sırasıyla, $p<0,05$; $p<0,001$; $p<0,001$; Tablo 4.8).

4.4.2 Mandibular İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler

Mandibular iskeletsel ölçümler incelendiğinde SNB° , Ar-Go-Me $^\circ$, N-Go-Me $^\circ$ açılarında ve Co-Gn (mm), Co-Go (mm), Go-Me (mm), Pog-N Perp (mm), B-yTot (mm), B-xTot (mm), Pg-yTot (mm), Pg-xTot (mm), Go-xTot (mm) ölçümlerinde iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8). Pog-NB (mm) ölçümünde ise iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8). İki grupta da Ar-Go-N $^\circ$ açısında görülen değişikliğin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi (Tablo 4.7 ve 4.8). Peak dönem grubundaki Go-yTot (mm) uzunluğunda görülen azalmanın ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,01$; Tablo 4.8).

4.4.3 Maksillo-Mandibular Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler

Maksillo-mandibular ölçümler incelendiğinde ANB° , NA-APg $^\circ$ açısı ve Wits (mm) ölçümünde iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8).

4.4.4 Düzlemler Arası ve Yüz Yüksekliği Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler

Düzlemler arası ölçümler incelendiğinde PP/MP $^\circ$ açısında iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak anlamlı derecede artış tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.7 ve 4.8). SN-GoGn $^\circ$ açısında görülen artışın ise iki gelişim grubu içinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü (Tablo 4.7 ve 4.8).

Yüz yüksekliği ölçümleri incelendiğinde ANS-Me (mm) uzunluğunda iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8). Peak dönem grubunda S-Go/N-Me oranı istatistiksel olarak önemli derecede artış gösterdi ($p<0,001$; Tablo 4.8). Geç dönem grubunda ise S-Go/N-Me oranındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tablo 4.7).

4.4.5 Dentoalveolar Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler

Dentoalveolar ölçümler incelendiğinde A1-NB° ve IMPA° açıları ile A1-NB (mm), A1-yMand (mm), A6-yMand (mm) ve A6-xMand (mm) uzunluklarında iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8). Ü1-NA° açısı ve Ü1-NA (mm) uzunluğunda iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak anlamlı derecede artış tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.7 ve 4.8). Ü1-A1° açısı ve Overjet (mm), Overbite (mm) uzunluklarında iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8). Peak dönem grubunda Ü1-xMax (mm), Ü1-yMax (mm), Ü6-xMax (mm) ve A1-xMand (mm) uzunlukları istatistiksel olarak önemli derecede artış gösterdi ($p<0,001$; Tablo 4.8). Geç dönem grubunda ise Ü6-yMax (mm) uzunluğu istatistiksel olarak önemli derecede azalma gösterdi ($p<0,001$; Tablo 4.7).

4.4.6 Yumuşak Doku Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişiklikler

Yumuşak doku ölçümleri incelendiğinde Mentolabial Açı°, G'-Sn-Pg°°, G'-Pn-Pg°° açılarında ve TP-Me' (mm), Li-yTot (mm), Pg'-yTot (mm), Pg'-xTot (mm) uzunluklarında iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7 ve 4.8). Peak dönem grubunda ise ÜD-S (mm) ölçümündeki azalma ve Ls-yTot (mm), Ls-xTot (mm) ve Li-xTot (mm) ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulundu ($p<0,001$; Tablo 4.8). AD-S (mm) ve Pg-Pg' (mm) uzunluklarında Peak dönem grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede artış tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.8). Geç dönem grubunda ise AD-S (mm) uzunluğunda istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.7). İki grupta da TP-Gn'/Sn-Me' oranındaki değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tablo 4.7 ve 4.8).

Tablo 4.7. Geç dönem tedavi başlangıcı ve tedavi sonrası sefalometrik ölçümlerin karşılaştırılması

Parametre		Geç Dönem (T0) (n:74)			Geç Dönem (T1) (n:74)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Maksiller İskeletsel	SNA°	82,17±3,56	82,6	5,38	82,27±3,62	82,5	5,38	0,122
	Co-A (mm)	81,17±4,53	80,9	6,35	82,16±4,31	81,95	5,83	<0,001
	A-N Perp (mm)	1,75±2,82	1,85	4,1	1,87±3,06	2,15	4,13	0,260
	ANS-PNS (mm)	49,63±3,04	49,4	4,48	50,5±2,93	50,25	4,62	<0,001
	A-yTot (mm)	59,66±5,74	59,65	8,48	59,9±5,66	59,45	7,13	0,337
	A-xTot (mm)	52,04±6,45	52	8,93	52,22±6,45	52,1	9,33	0,423
Mandibular İskeletsel	SNB°	76,76±3,51	76,5	5,27	77,97±3,55	77,8	5,33	<0,001
	Co-Gn (mm)	104,11±6,01	103,75	9,18	107,21±5,86	107,4	8,32	<0,001
	Co-Go (mm)	54,63±4,78	53,45	6,5	56,8±5,04	55,95	6,43	<0,001 ^a
	Go-Me (mm)	62,32±4,06	62,6	4,88	63,76±4,05	63,6	5,83	<0,001
	Pog-N Perp (mm)	-3,7±5,5	-3,4	7,95	-2,37±6,07	-2,4	8,3	<0,001
	Pog-NB (mm)	2,75±1,2	2,7	1,55	1,96±1,23	1,8	1,8	<0,001
	Ar-Go-Me°	122,54±6,93	121,6	10,13	124,27±6,61	123,6	8,43	<0,001
	Ar-Go-N°	50,79±4,21	50,75	4,7	51,08±4,37	50,75	5,8	0,215 ^a
	N-Go-Me°	71,74±4,44	71,6	6,38	73,19±4,11	72,8	5,33	<0,001
	B-yTot (mm)	50,43±8,98	50,65	14,05	52,5±9,01	51,4	14,3	<0,001
	B-xTot (mm)	85,45±8,3	84,6	10,1	87,24±8,22	86,4	10,88	<0,001 ^a
	Pg-yTot (mm)	51,97±10,07	51,85	15,33	53,47±10,15	52,15	16,2	<0,001
	Pg-xTot (mm)	96,61±8,77	95,85	11,25	98,57±8,87	97,5	12,48	<0,001 ^a
	Go-yTot (mm)	13,59±7,79	14,45	10,4	13,07±7,98	14	10,58	0,089
	Go-xTot (mm)	75,66±5,88	75,25	7,95	76,98±5,82	76,5	7,85	<0,001
Maksillo-Mandibular	ANB°	5,41±1,46	5	1,63	4,3±1,57	3,95	2,03	<0,001 ^a
	Wits (mm)	4,23±2,52	4,25	3,23	1,63±2,21	1,2	2,53	<0,001
	NA-APg°	8,64±4,06	8	5,23	7,06±4,16	6,6	5,8	<0,001 ^a
Düzlemler Arası	SN-GoGn°	29,84±4,77	29,95	6,58	30,14±4,88	29,65	6,28	0,064
	PP/MP°	23,36±4,03	23,5	6,4	23,94±4,27	24,35	7,48	0,002 ^a
Yüz Yükseklikleri	ANS-Me (mm)	59,88±4,8	59,45	5,93	61,56±4,67	60,8	5,4	<0,001 ^a
	S-Go/N-Me (%)	66,96±4,11	67,4	5,52	67,09±4,1	67,1	5,83	0,470

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Eşli örneklem testi, Wilcoxon işaretli sıralar testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.7. Geç dönem tedavi başlangıcı ve tedavi sonrası sefalometrik ölçümlerin karşılaştırılması (Devam)

Parametre		Geç Dönem (T0) (n:74)			Geç Dönem (T1) (n:74)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Dentoalveolar	Ü1-NA (mm)	2,46±2,7	2,45	4,2	2,93±1,9	2,8	2,3	0,043
	Ü1-NA°	20,15±10,07	19,75	12,7	22,01±7,13	21,55	11,05	0,028
	A1-NB (mm)	4,53±2,2	4,2	3,15	5,74±2,1	5,5	2,88	<0,001
	A1-NB°	23,66±6,78	23,7	9,78	30,9±6,4	31,75	10,68	<0,001
	IMPA°	94,77±7,53	94,9	10,55	100,38±7,66	100,35	10,58	<0,001
	Ü1-A1°	130,78±14,01	129,5	22,35	122,78±10,87	122,3	11,28	<0,001^a
	Overjet (mm)	5,37±1,83	5,05	2,25	3,16±0,92	3,2	1,5	<0,001^a
	Overbite (mm)	4,55±1,67	4,7	2,7	2,29±1,48	2,1	2,3	<0,001
	Ü1-yMax (mm)	53,23±4,8	53,25	6,77	53,64±4,05	53,15	5,53	0,202
	Ü1-xMax (mm)	26,14±2,53	26,05	3,63	26,37±2,38	26,45	3,35	0,059
	Ü6-yMax (mm)	24,02±3,32	23,5	4,38	22,75±3,1	22,4	3,05	<0,001^a
	Ü6-xMax (mm)	19,5±2,38	19,1	3,45	19,36±2,22	19,15	3,45	0,258
	A1-yMand (mm)	62,14±4,75	61,55	6,43	64,64±4,78	65,25	5,83	<0,001
	A1-xMand (mm)	35,36±2,9	35,25	3,6	35,1±2,93	35	3,4	0,121
	A6-yMand (mm)	39,06±3,53	39,1	5,25	41,18±3,73	41,45	4,35	<0,001
	A6-xMand (mm)	25,63±2,5	25,5	3,63	26,31±2,57	26,35	3,08	<0,001
Yumuşak Doku	ÜD-S (mm)	-0,17±1,73	-0,05	2,73	-0,29±1,55	-0,3	2,33	0,417 ^a
	AD-S (mm)	-0,05±2,2	-0,05	3,4	0,57±2,14	0,6	3,55	<0,001^a
	Mentolabial Açır°	111,44±12,85	112,1	17,05	120,21±10,82	121,6	14,43	<0,001
	Pg-Pg' (mm)	11,93±1,83	12,2	2,63	11,8±1,87	11,95	2,43	0,291
	G'-Sn-Pg'°	162,21±5,18	162,5	6,62	164,93±5,34	165,05	6,65	<0,001
	G'-Pn-Pg'°	127,1±4,11	126,45	6,73	129,09±4,47	128,55	6,95	<0,001
	TP-Me' (mm) (n:67)	51,75±7,38	51	11	54,04±7,27	53,1	8,8	<0,001
	TP-Gn'/Sn-Me' (%) (n:67)	79,81±10,69	79,7	15,03	79,53±9,8	79,7	13,15	0,755
	Ls-yTot (mm)	75,22±7,36	75,55	11,13	75,77±6,96	76,05	9,78	0,143
	Ls-xTot (mm)	62,19±8,86	61,6	11,3	62,36±8,28	62,35	11,98	0,566
	Li-yTot (mm)	69,29±8,47	69,95	12,88	71,13±8,32	70,25	12,93	<0,001
	Li-xTot (mm)	79,57±9,3	78,35	12,05	79,99±9,32	79,40	13,28	0,190
	Pg'-yTot (mm)	63,64±10,18	63,6	15,45	65,02±10,1	64,25	14,98	0,001
	Pg'-xTot (mm)	96,29±8,97	95	11,18	98,23±9,13	97,1	13,15	0,001

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Eşli örneklem testi, Wilcoxon işaretli sıralar testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.8. Peak dönem tedavi başlangıcı ve tedavi sonrası sefalometrik ölçümlerin karşılaştırılması

Parametre		Peak Dönem (T0) (n:120)			Peak Dönem (T1) (n:120)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Maksiller İskeletsel	SNA°	81,95±3	82	3,47	82,12±3,03	82,2	3,47	0,016
	Co-A (mm)	80,63±4,43	80,55	5,8	82,4±4,51	82,7	6,43	<0,001
	A-N Perp (mm)	0,56±2,78	0,6	3,88	0,54±2,87	0,5	3,38	0,896
	ANS-PNS (mm)	49,75±2,61	50	3,48	51,31±2,84	51,55	4	<0,001
	A-yTot (mm)	58,63±5,92	58,65	8,70	59,69±6,46	59,6	9,75	<0,001
	A-xTot (mm)	52,78±4,84	52,5	6,55	54,58±4,93	54,2	6,93	<0,001
Mandibular İskeletsel	SNB°	76,19±2,88	76,35	3,47	77,9±2,86	77,95	3,55	<0,001
	Co-Gn (mm)	101,95±5,87	101,95	9,55	107,62±6,41	108,1	10,38	<0,001
	Co-Go (mm)	52,46±4,23	52,45	5,3	55,79±4,62	56,25	5,78	<0,001
	Go-Me (mm)	61,15±4,62	61,35	6,93	63,6±4,93	64	6,38	<0,001
	Pog-N Perp (mm)	-6,97±5,1	-6,95	6,88	-5,03±5,23	-5,45	7,3	<0,001
	Pog-NB (mm)	2,19±1,31	2,15	1,78	1,77±1,27	1,7	1,78	<0,001
	Ar-Go-Me°	124,75±6,68	124,35	8,9	126,64±7,03	126,2	10,45	<0,001
	Ar-Go-N°	52,11±4,57	52,3	6,2	52,00±4,45	52,05	5,6	0,612
	N-Go-Me°	72,64±4,31	72	6,4	74,65±4,7	74,3	6,78	<0,001
	B-yTot (mm)	48,18±8,57	48,3	12,95	51,19±9,5	51,4	14,93	<0,001
	B-xTot (mm)	85,79±5,82	85,75	8,2	90,74±6,62	90,7	9,4	<0,001
	Pg-yTot (mm)	48,84±9,66	49,15	14,35	51,72±10,73	51,6	16,95	<0,001
	Pg-xTot (mm)	96,73±6,32	96,6	8,4	101,82±7,44	102,5	10,68	<0,001
	Go-yTot (mm)	14,49±6,71	14,8	10,85	13,85±7,3	14,25	10,3	0,005
	Go-xTot (mm)	72,9±5,66	72,7	7,23	76,65±6,31	77,15	8,58	<0,001
Maksillo-Mandibular	ANB°	5,76±1,34	5,55	1,8	4,21±1,59	4,05	2	<0,001^a
	Wits (mm)	4,15±2,45	3,85	4	1,21±2,6	0,8	3,48	<0,001
	NA-APg°	10,16±4,11	9,8	5,85	7,19±4,48	7,05	5,43	<0,001
Düzlemler Arası	SN-GoGn°	31,41±5,01	30,8	6,93	31,62±4,96	31,6	6,55	0,151
	PP/MP°	24,12±5,14	23,75	7,18	24,55±5,15	24,3	7,3	0,023
Yüz Yükseklikleri	ANS-Me (mm)	59,28±4,49	59,4	7,28	62,55±5,06	62,85	7,9	<0,001^a
	S-Go/N-Me (%)	65,73±4,23	65,9	5,68	66,32±3,97	66	4,7	<0,001

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Eşli örneklem testi, Wilcoxon işaretli sıralar testi (°), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.8. Peak dönem tedavi başlangıcı ve tedavi sonrası sefalometrik ölçümlerin karşılaştırılması (Devam)

Parametre	Peak Dönem (T0) (n:120)			Peak Dönem (T1) (n:120)			p	
	Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR		
Dentoalveolar	Ü1-NA (mm)	2,65±2,35	2,5	3,08	3,05±1,73	3,25	2,2	0,026
	Ü1-NA°	21,46±8,48	21,3	11,45	23,35±5,6	23,9	7,18	0,002^a
	A1-NB (mm)	4,43±2,14	4,45	2,85	5,63±1,92	5,6	2,6	<0,001
	A1-NB°	23,45±6,65	24,15	8,93	28,56±5,46	28,5	8,23	<0,001
	IMPA°	93,79±7,38	94,15	9,38	96,84±6,69	96,8	9,03	<0,001
	Ü1-A1°	129,34±12,64	127,3	16,33	123,89±8,98	123	12,38	<0,001
	Overjet (mm)	6,04±2	5,8	2,88	3,33±1,1	3,3	1	<0,001^a
	Overbite (mm)	4,59±1,73	4,5	2,18	2,47±1,42	2,4	2,2	<0,001
	Ü1-yMax (mm)	53,56±4,29	53,7	6,08	54,94±4,29	54,6	5,78	<0,001
	Ü1-xMax (mm)	25,79±2,53	25,5	3,78	26,39±2,64	26,4	3,88	<0,001^a
	Ü6-yMax (mm)	23,28±3,29	23,5	5,08	23,33±3,61	23,55	5,80	0,762
	Ü6-xMax (mm)	18,61±2,06	18,7	3,15	19,27±2,08	19,35	2,58	<0,001
	A1-yMand (mm)	60,76±5,16	61,65	6,55	63,74±5,41	64,15	5,88	<0,001
	A1-xMand (mm)	35,45±2,68	35,05	3,68	36,49±2,8	36,2	4,25	<0,001^a
	A6-yMand (mm)	37,44±4,15	37,55	5,62	40,21±4,28	39,5	5,53	<0,001
	A6-xMand (mm)	25,58±2,54	25,65	2,95	27,21±2,71	26,9	3,48	<0,001
Yumuşak Doku	ÜD-S (mm)	0,34±1,62	0,4	2,08	-0,61±1,6	-0,5	2,08	<0,001
	AD-S (mm)	0,07±2,23	0,2	3,18	0,35±2,29	0,4	3	0,008
	Mentolabial Açır°	110,2±15,85	110,1	21,98	121,5±13,78	122,95	20,23	<0,001
	Pg-Pg' (mm)	12,64±2,33	12,55	2,80	12,95±2,41	12,75	3,38	0,026^a
	G'-Sn-Pg'°	160,37±5,26	160	6,97	163,66±4,63	163,1	6,57	<0,001
	G'-Pn-Pg'°	127,37±4,33	127,1	5,68	128,49±4,19	128,05	5,47	<0,001
	TP-Me' (mm) (n:100)	51,12±6,81	51,25	10,4	53,58±7,58	53,3	10,25	<0,001
	TP-Gn'/Sn-Me' (%) (n:100)	79,36±11,74	78,6	17,38	77,71±10,96	76,2	14,05	0,090
	Ls-yTot (mm)	74,05±7,41	74,85	11,55	75,76±8,03	75,65	11,15	<0,001
	Ls-xTot (mm)	63,77±6,07	63,5	7,93	65,58±6,56	65,05	9,28	<0,001
	Li-yTot (mm)	67,46±8,24	66,8	11,93	71,02±8,95	71,45	12,43	<0,001
	Li-xTot (mm)	80,1±6,23	80,1	8,33	82,38±6,84	82,2	9,6	<0,001
	Pg'-yTot (mm)	61,19±9,97	60,9	16,25	64,37±11,06	63,1	16,75	<0,001
	Pg'-xTot (mm)	96,40±6,83	95,5	8,9	100,99±7,78	100,7	10,93	<0,001^a

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Eşli örneklem testi, Wilcoxon işaretli sıralar testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

4.5 Tedavi ile Olan Değişikliklerin Geç Dönem ve Peak Dönem Grupları Arasında Karşılaştırılması

Geç dönem ve Peak dönem gruplarındaki tedavi etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla tedavi sonu ve tedavi başı ölçümleri arasındaki farklar (T1-T0) karşılaştırıldı.

4.5.1 Maksiller İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması

Maksiller iskeletsel değişiklikler karşılaştırıldığında Co-A (mm), ANS-PNS (mm), A-yTot (mm) ve A-xTot (mm) uzunluklarının Peak grubunda Geç dönem grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla artış (sırasıyla, 0,78 mm; 0,7 mm; 0,83 mm; 1,63 mm) gösterdiği tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,001$; $p<0,05$; $p<0,001$; Tablo 4.9).

SNA° açısı ve A-N Perp (mm) uzunluğundaki değişikliklerde Geç dönem ve Peak dönem grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.9).

4.5.2 Mandibular İskeletsel Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması

Mandibular iskeletsel değişiklikler karşılaştırıldığında SNB° açısının ve Co-Gn (mm), Co-Go (mm), Go-Me (mm), B-xTot (mm), Pg-yTot (mm), Pg-xTot (mm), Go-xTot (mm) uzunluklarının Peak dönem grubunda Geç dönem grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla artış (sırasıyla, 0,50°; 2,57 mm; 1,16 mm; 1,01 mm; 3,17 mm; 1,38 mm; 3,15 mm; 2,43 mm) gösterdiği tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.9). Pog-NB (mm) uzunluğundaki azalmanın (0,37 mm) ise Geç dönem grubunda Peak dönem grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.9).

Ar-Go-Me°, Ar-Go-N°, N-Go-Me° açıları ve Pog-N Perp (mm), B-yTot (mm), Go-yTot (mm) uzunluklarındaki değişikliklerde Geç dönem ve Peak dönem grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.9).

4.5.3 Maksillo-Mandibular Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması

Maksillo-mandibular ölçümlerdeki değişiklikler karşılaştırıldığında ANB° ve NA-APg° açısındaki azalmanın Peak dönem grubunda Geç dönem grubuna göre

istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla (sırasıyla, $-0,43^{\circ}$; $-1,39^{\circ}$) olduğu tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.9).

Wits (mm) mesafesindeki azalma miktarında Geç dönem ve Peak dönem grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.9).

4.5.4 Düzlemler Arası ve Yüz Yüksekliği Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması

Düzlemler arası ölçümlerdeki değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem ve Peak dönem grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (Tablo 4.9). Yüz yüksekliği ölçümlerindeki değişiklikler karşılaştırıldığında ise ANS-Me (mm) uzaklığı ve S-Go/N-Me oranındaki artışın Peak grubunda Geç dönem grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla (sırasıyla, 1,59 mm; %0,47) olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,001$; $p<0,05$; Tablo 4.9).

4.5.5 Dentoalveolar Ölçümlerde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması

Dentoalveolar değişiklikler karşılaştırıldığında A1-NB $^{\circ}$, IMPA $^{\circ}$ açılarındaki artışın ve Ü1-A1 $^{\circ}$ açısındaki azalmanın Geç dönem grubunda Peak dönem grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla (sırasıyla, $2,14^{\circ}$; $2,56^{\circ}$; $-2,55^{\circ}$) olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,001$; $p<0,05$; Tablo 4.9). Ü1-yMax (mm), Ü1-xMax (mm), A6-yMand (mm), A6-xMand (mm) uzunluklarındaki artışın Peak dönem grubunda Geç dönem grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,05$; $p<0,05$; $p<0,001$; Tablo 4.9). Ü6-yMax (mm), Ü6-xMax (mm), A1-xMand (mm) uzunluklarında Geç dönem grubunda azalma, Peak dönem grubunda artış tespit edildi ve bu ölçümlerde iki gelişim grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,001$; Tablo 4.9).

Ü1-NA $^{\circ}$ açısı ve Ü1-NA (mm), A1-NB (mm), Overjet (mm), Overbite (mm) ve A1-yMand (mm) uzunluklarındaki değişikliklerde Geç dönem ve Peak dönem grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.9).

4.5.6 Yumuşak Doku Ölçümlerinde Tedaviyle Oluşan Değişikliklerin Karşılaştırılması

Yumuşak doku değişiklikleri karşılaştırıldığında G'-Pn-Pg $^{\circ}$ açısındaki ve AD-S (mm) uzunluğundaki artışın Geç dönem grubunda Peak dönem grubuna göre istatistiksel

olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,05$; Tablo 4.9). Ls-yTot (mm), Ls-xTot (mm), Li-yTot (mm), Li-xTot (mm), Pg'-yTot (mm), Pg'-xTot (mm) uzunluklarındaki artışın ve ÜD-S (mm) uzunluğundaki azalmanın ise Peak dönem grubunda Geç dönem grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,05$; $p<0,001$; $p<0,01$; $p<0,001$; Tablo 4.9). Pg-Pg' (mm) mesafesinin Geç dönem grubunda azaldığı, Peak dönem grubunda arttığı görüldü ve bu ölçümde iki gelişim grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.9).

Mentolabial Açı°, G'-Sn-Pg° açısı, TP-Me' (mm) uzunluğu ve TP-Gn'/Sn-Me' oranındaki değişikliklerde Geç dönem ve Peak dönem grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması

Parametre		Geç Dönem (T1-T0) (n:74)			Peak Dönem (T1-T0) (n:120)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Maksiller İskeletsel	SNA°	0,09±0,51	0	0,63	0,16±0,73	0,1	0,88	0,434
	Co-A (mm)	0,99±1,01	0,8	1,23	1,77±1,66	1,3	2,48	0,001^a
	A-N Perp (mm)	0,13±0,96	0,3	1,4	-0,02±1,46	-0,1	1,68	0,296 ^a
	ANS-PNS (mm)	0,87±0,76	0,6	1,13	1,57±1,05	1,45	1,48	<0,001^a
	A-yTot (mm)	0,24±2,16	0,15	2,9	1,07±2,23	1,1	2,65	0,016^a
	A-xTot (mm)	0,18±1,89	-0,1	2,4	1,81±1,94	1,5	2,58	<0,001^a
Mandibular İskeletsel	SNB°	1,21±0,66	1,1	0,93	1,71±1	1,5	1,38	<0,001^a
	Co-Gn (mm)	3,1±1,35	2,95	1,73	5,67±2,42	5,6	3,68	<0,001
	Co-Go (mm)	2,17±1,51	2	2,55	3,33±1,87	3,2	2,77	<0,001^a
	Go-Me (mm)	1,44±0,89	1,2	1,13	2,45±1,77	2,05	2,4	<0,001^a
	Pog-N Perp (mm)	1,33±2,26	1,3	2,93	1,94±2,64	1,5	3,3	0,109 ^a
	Pog-NB (mm)	-0,79±0,58	-0,75	0,83	-0,42±0,58	-0,4	0,8	<0,001^a
	Ar-Go-Me°	1,74±3,43	2,15	4,18	1,9±3,92	1,5	5,53	0,931 ^a
	Ar-Go-N°	0,29±2,3	0,45	2,58	-0,11±2,46	-0,1	3,08	0,254
	N-Go-Me°	1,45±1,56	1,5	2,25	2,01±2,11	1,7	2,6	0,033
	B-yTot (mm)	2,08±2,99	1,9	4,03	3,01±3,25	2,65	3,53	0,063 ^a
	B-xTot (mm)	1,79±2,93	1,35	3,73	4,96±3,15	4,55	3,4	<0,001
	Pg-yTot (mm)	1,5±3,35	1,1	4,93	2,88±3,68	2,6	4,2	0,020^a
	Pg-xTot (mm)	1,95±2,87	1,8	3,65	5,1±3,15	4,7	4	<0,001^a
	Go-yTot (mm)	-0,51±2,56	-0,75	3,8	-0,64±2,48	-0,65	3,78	0,729
	Go-xTot (mm)	1,32±2,57	1,15	3,45	3,75±2,68	3,7	3,98	<0,001
Maksillo-Mandibular	ANB°	-1,11±0,59	-1,1	0,83	-1,54±0,84	-1,45	1,08	<0,001^a
	Wits (mm)	-2,61±1,24	-2,55	1,63	-2,94±1,83	-2,95	2,4	0,135
	NA-APg°	-1,58±1,44	-1,4	2,05	-2,97±1,95	-2,7	2,45	<0,001^a
Düzlemler Arası	SN-GoGn°	0,3±1,38	0,2	2,13	0,21±1,6	0,2	2,15	0,686
	PP/MP°	0,58±1,53	0,55	2	0,43±2,05	0,4	2,65	0,570
Yüz Yükseklikleri	ANS-Me (mm)	1,68±1,88	1,7	2,15	3,27±2,14	3	2,68	<0,001
	S-Go/N-Me (%)	0,12±1,47	0,25	2,1	0,59±1,48	0,55	2	0,034

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.9. Tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması (Devam)

	Parametre	Geç Dönem (T1-T0) (n:74)			Peak Dönem (T1-T0) (n:120)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Dentoalveolar	Ü1-NA (mm)	0,47±1,98	0,35	2,35	0,4±1,94	0,3	2,75	0,796
	Ü1-NA°	1,87±7,16	1,35	8,25	1,89±6,54	0,55	8,08	0,986 ^a
	A1-NB (mm)	1,21±1,34	1	1,73	1,2±1,31	1	1,48	0,828 ^a
	A1-NB°	7,24±4,85	7,3	6,55	5,1±4,17	4,75	4,48	0,001^a
	IMPA°	5,61±4,98	5,4	5,85	3,05±3,85	2,4	4,45	<0,001
	Ü1-A1°	- 8±8,97	-6,05	9,60	-5,45±8,49	-4,35	8,08	0,019^a
	Overjet (mm)	-2,21±1,96	-1,8	2,55	-2,71±2,03	-2,3	2,65	0,080 ^a
	Overbite (mm)	-2,27±1,54	-2,2	2,05	-2,12±1,72	-1,7	2,38	0,198 ^a
	Ü1-yMax (mm)	0,41±2,75	0,5	3,8	1,38±2,24	1,35	2,9	0,008
	Ü1-xMax (mm)	0,23±1,02	0,15	1,3	0,6±1,17	0,5	1,58	0,024
	Ü6-yMax (mm)	-1,27±1,49	-1,15	1,6	0,05±1,78	0,1	2,38	<0,001
	Ü6-xMax (mm)	-0,14±1,07	-0,1	1,6	0,67±1,1	0,65	1,35	<0,001
	A1-yMand (mm)	2,49±2,01	2,35	3,2	2,97±2,14	2,85	2,8	0,122
	A1-xMand (mm)	-0,26±1,41	-0,15	1,68	1,04±1,41	0,85	1,5	<0,001^a
	A6-yMand (mm)	2,11±1,62	2,25	1,78	2,77±1,91	2,65	2,48	0,015
	A6-xMand (mm)	0,67±1,2	0,65	1,65	1,63±1,35	1,4	1,8	<0,001
Yumuşak Doku	ÜD-S (mm)	-0,12±1,02	-0,25	1,45	-0,95±1,03	-0,8	1,28	<0,001^a
	AD-S (mm)	0,62±1,15	0,6	1,7	0,28±1,14	0,35	1,4	0,046
	Mentolabial Açır°	8,77±9,87	9,15	14,4	11,29±12,55	10,2	14,03	0,235 ^a
	Pg-Pg' (mm)	-0,13±1,07	-0,1	1,58	0,31±1,39	0,35	1,48	0,047^a
	G'-Sn-Pg'°	2,72±2,23	2,55	2,45	3,3±2,36	3	3,13	0,094 ^a
	G'-Pn-Pg'°	1,99±1,92	2,15	2,47	1,12±2,32	1,1	2,67	0,008
	TP-Me' (mm) (n:67/100)	2,29±4,9	2,7	7	2,46±5,8	2,25	6,98	0,847
	TP-Gn'/Sn-Me' (%) (n:67/100)	-0,28±7,38	0,5	9,3	-1,65±9,65	-1,25	11,88	0,326
	Ls-yTot (mm)	0,54±3,17	0,6	3,73	1,7±3,22	1,5	4,08	0,015
	Ls-xTot (mm)	0,17±2,54	0,5	3,38	1,8±2,64	1,85	3,35	<0,001
	Li-yTot (mm)	1,84±3,25	1,8	4,3	3,55±3,52	3,45	4,18	0,001
	Li-xTot (mm)	0,42±2,76	0,7	3,65	2,27±3,03	2,15	4,08	<0,001
	Pg'-yTot (mm)	1,39±3,54	1,35	4,6	3,17±4,16	2,75	4,85	0,002
	Pg'-xTot (mm)	1,94±3,31	2,1	4,1	4,59±3,61	4,2	4,78	<0,001

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (°), IQR: İnterkuartil aralık

4.6 Geç Dönem ve Peak Dönem Gruplarında Tedavi ile Olan Değişikliklerin Kooperasyon Derecesine Göre Karşılaştırılması

Geç dönem ve Peak dönem gruplarındaki tedavi etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla tedavi sonu ve tedavi başı ölçümleri arasındaki alınan farklar (T1-T0) üzerinden sınırlı ve tam koopere hastalar kendi grubu içinde karşılaştırıldı. Analizi için normal dağılıma uyan parametrelere Bağımsız örneklem t testi, normal dağılıma uymayan parametrelere Mann Whitney U testi uygulandı.

Maksiller iskeletsel değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem grubunda SNA° açısının tam koopere hastalarda azaldığı, sınırlı koopere hastalarda arttığı görüldü. A-xTot (mm) uzunluğunun ise tam koopere hastalarda arttığı, sınırlı koopere hastalarda azaldığı görüldü ve bu iki ölçüm için tam ve sınırlı koopere hastalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.10).

Peak dönem grubunda ise Co-A (mm), A-xTot (mm) uzunluklarındaki artışın sınırlı koopere hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,05$; Tablo 4.11). A-N Perp (mm) uzunluğunun tam koopere hastalarda azaldığı, sınırlı koopere hastalarda arttığı görüldü ve bu ölçüm için iki kooperasyon derecesi arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.11).

Mandibular iskeletsel değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem grubunda Ar-Go-Me° açısı ve Pg-xTot (mm) uzunluğundaki artışın tam koopere hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.10).

Peak dönem grubunda ise Co-Go (mm) ve Pg-xTot (mm) uzunluklarındaki artışın sınırlı koopere hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.11).

Maksillo-mandibular ölçümlerdeki değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem grubunda ANB° açısındaki azalmanın tam koopere hastalarda sınırlı koopere hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.10).

Peak dönem grubunda ise ANB°, NA-APg° açıları ve Wits (mm) uzunluğundaki azalmanın tam koopere hastalarda sınırlı koopere hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,01$; Tablo 4.11).

Düzlemler arası ve yüz yüksekliği ölçümlerindeki değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem ve Peak dönem grubunda tam koopere ve sınırlı koopere hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (Tablo 4.10 ve 4.11).

Dentoalveolar ölçümlerdeki değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem grubunda, IMPA° açısı, A1-NB (mm), A1-yMand (mm) uzunluklarındaki artışın ve Ü1-A1° açısı, Overbite (mm) mesafesindeki azalmanın tam koopere hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,05$; $p<0,05$; $p<0,05$; Tablo 4.10).

Peak dönem grubunda ise Ü6-xMax (mm) ve A1-xMand (mm) uzunluklarındaki artışın sınırlı koopere hastalarda tam koopere hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,05$; $p<0,01$; Tablo 4.11).

Yumuşak doku ölçümlerindeki değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem grubunda Pg'-xTot (mm) uzunluğundaki artışın tam koopere hastalarda sınırlı koopere hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,01$; Tablo 4.10). Ls-xTot (mm) ve Li-xTot (mm) uzunluklarının sınırlı koopere hastalarda azaldığı tam koopere hastalarda ise arttığı görüldü ve bu iki ölçüm için tam ve sınırlı koopere hastalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.10).

Peak dönem grubunda ise Li-xTot (mm) ve Pg'-xTot (mm) uzunluklarındaki artışın sınırlı koopere hastalarda tam koopere hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.11).

Tablo 4.10. Geç dönemde kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması

Parametre		Geç Dönem Sınırlı Koopere (T1-T0) (n:45)			Geç Dönem Tam Koopere (T1-T0) (n:29)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Maksiller İskeletsel	SNA°	0,21±0,52	0,2	0,7	-0,09±0,44	-0,1	0,6	0,013
	Co-A (mm)	0,98±1,05	0,9	1,1	1±0,95	0,8	1,4	0,903 ^a
	A-N Perp (mm)	0,03±0,99	0,3	1,35	0,28±0,91	0,3	1,25	0,278
	ANS-PNS (mm)	0,78±0,71	0,5	0,95	1,02±0,82	0,8	1,25	0,136 ^a
	A-yTot (mm)	0,28±1,99	0,3	2,35	0,18±2,44	0,1	4,5	0,840
	A-xTot (mm)	-0,23±1,66	-0,2	2,	0,81±2,08	0,4	3,2	0,020
Mandibular İskeletsel	SNB°	1,22±0,68	1,1	1,15	1,2±0,65	1,1	0,9	0,973 ^a
	Co-Gn (mm)	2,88±1,28	2,8	1,75	3,46±1,4	3,3	2	0,069
	Co-Go (mm)	1,98±1,42	1,6	2,50	2,46±1,62	2,1	2,8	0,242 ^a
	Go-Me (mm)	1,3±0,83	1,1	1	1,64±0,96	1,4	1,45	0,110
	Pog-N Perp (mm)	0,98±2,38	0,9	3,05	1,88±1,97	2,1	2,65	0,095
	Pog-NB (mm)	-0,8±0,57	-0,8	0,8	-0,77±0,61	-0,7	0,9	0,869
	Ar-Go-Me°	1,15±3,61	1,6	4,25	2,64±2,98	2,3	2,6	0,046^a
	Ar-Go-N°	-0,05±2,46	0,1	2,65	0,82±1,95	1,0	2,5	0,116
	N-Go-Me°	1,19±1,6	1,3	2	1,85±1,43	1,8	2,35	0,073
	B-yTot (mm)	2,13±2,88	1,7	3,8	2±3,19	1,9	4,8	0,856
	B-xTot (mm)	1,28±2,73	1	4,25	2,59±3,1	2,1	3,25	0,059
	Pg-yTot (mm)	1,59±3,2	1	4,75	1,36±3,64	1,3	5,65	0,773
	Pg-xTot (mm)	1,42±2,71	1,5	2,75	2,78±2,96	3,3	3,4	0,046
	Go-yTot (mm)	-0,69±2,23	-0,8	3,3	-0,24±3,02	-0,4	4,85	0,496
	Go-xTot (mm)	1,02±2,39	1	3,45	1,79±2,8	1,4	3,6	0,209
Maksillo-Mandibular	ANB°	-1±0,54	-1	0,9	-1,29±0,64	-1,2	0,95	0,041
	Wits (mm)	-2,43±1,31	-2,5	1,75	-2,88±1,1	-2,9	1,7	0,128
	NA-APg°	-1,34±1,38	-1,2	1,55	-1,96±1,48	-2,2	2,15	0,071
Düzlemler Arası	SN-GoGn°	0,26±1,37	0,1	1,85	0,37±1,42	0,7	2,25	0,731
	PP/MP°	0,72±1,56	0,7	2,25	0,35±1,48	0,3	1,75	0,309
Yüz Yükseklikleri	ANS-Me (mm)	1,51±1,86	1,6	2,3	1,94±1,92	1,8	1,95	0,338
	S-Go/N-Me (%)	0,02±1,46	0,2	2,2	0,29±1,5	0,3	2,05	0,442

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (°), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.10. Geç dönemde kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması (Devam)

	Parametre	Geç Dönem Sınırlı Koopere (T1-T0) (n:45)			Geç Dönem Tam Koopere (T1-T0) (n:29)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Dentoalveolar	Ü1-NA (mm)	0,18±1,91	0,1	2,35	0,93±2,03	0,9	2,8	0,113
	Ü1-NA°	0,99±6,61	0,6	7,5	3,22±7,88	2,9	12,9	0,161 ^a
	A1-NB (mm)	0,95±1,49	0,7	1,25	1,62±0,96	1,6	1,3	0,002^a
	A1-NB°	6,52±5,18	5,5	5,8	8,37±4,14	8,6	4,6	0,109
	IMPA°	4,91±5,49	3,6	6,95	6,7±3,92	7,2	4,7	0,023
	Ü1-A1°	-6,53±8,99	-5,1	8,6	-10,29±8,58	-9,8	12,6	0,030^a
	Overjet (mm)	-2,1±2,1	-1,6	2,35	-2,37±1,75	-2,3	3,2	0,330 ^a
	Overbite (mm)	-1,94±1,49	-1,7	2,1	-2,78±1,49	-2,6	1,7	0,022
	Ü1-yMax (mm)	-0,07±2,71	0,2	3,95	1,17±2,68	1,3	3,45	0,058
	Ü1-xMax (mm)	0,27±1,02	0,2	1,3	0,17±1,05	0	0,85	0,335 ^a
	Ü6-yMax (mm)	-1,26±1,56	-1,1	1,75	-1,29±1,41	-1,4	1,5	0,929
	Ü6-xMax (mm)	-0,15±1,1	-0,2	1,65	-0,13±1,05	0	1,25	0,927
	A1-yMand (mm)	2,07±2,09	1,9	3,25	3,14±1,72	2,9	2,05	0,024
	A1-xMand (mm)	-0,28±1,44	-0,2	1,7	-0,21±1,38	0,1	2,1	0,835
	A6-yMand (mm)	1,89±1,7	2	1,85	2,46±1,45	2,6	1,65	0,146
	A6-xMand (mm)	0,54±1,26	0,1	1,9	0,89±1,08	0,9	1,1	0,216 ^a
Yumuşak Doku	ÜD-S (mm)	-0,04±1,09	-0,2	1,7	-0,25±0,9	-0,3	1,45	0,405
	AD-S (mm)	0,8±1,05	0,7	1,45	0,34±1,27	0,4	1,9	0,095
	Mentolabial Açıl°	7,35±9,7	8,7	11,05	10,97±9,9	14,4	18,65	0,124
	Pg-Pg' (mm)	-0,16±1,1	-0,1	1,75	-0,09±1,04	-0,1	1,5	0,802
	G'-Sn-Pg' ^o	2,58±2,29	2,4	2,65	2,94±2,15	2,8	2,65	0,489 ^a
	G'-Pn-Pg' ^o	1,69±1,67	1,7	2,3	2,44±2,21	2,4	2,4	0,101
	TP-Me' (mm) (n:41/26)	2,33±4,7	2,6	5,55	2,23±5,3	2,7	7,58	0,939
	TP-Gn'/Sn-Me' (%) (n:41/26)	0,58±7,12	1,8	10,05	-1,64±7,73	-1,45	9,05	0,234
	Ls-yTot (mm)	0,6±3,06	0,6	3,4	0,47±3,38	-0,1	5,65	0,864
	Ls-xTot (mm)	-0,31±2,46	-0,2	3,25	0,91±2,53	1,4	3,7	0,012^a
	Li-yTot (mm)	2,04±3	2	3,45	1,54±3,65	1,8	6,20	0,519
	Li-xTot (mm)	-0,09±2,61	0,1	3,75	1,22±2,83	1,5	4,35	0,045
	Pg'-yTot (mm)	1,48±3,34	1,4	4,2	1,24±3,89	1,3	6,55	0,786
	Pg'-xTot (mm)	1,13±3,08	1,1	4,3	3,19±3,32	3	3,9	0,008

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.11. Peak dönemde kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması

Parametre		Peak Dönem Sınırlı Koopere (T1-T0) (n:67)			Peak Dönem Tam Koopere (T1-T0) (n:53)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Maksiller İskeletsel	SNA°	0,27±0,76	0,2	0,8	0,03±0,67	0	0,95	0,071
	Co-A (mm)	2,16±1,68	1,7	2,5	1,27±1,52	0,7	2,1	0,002^a
	A-N Perp (mm)	0,21±1,36	0,2	1,8	-0,3±1,53	-0,4	1,5	0,032^a
	ANS-PNS (mm)	1,65±1,06	1,5	1,5	1,45±1,05	1,4	1,55	0,310
	A-yTot (mm)	1,21±2,34	1,3	2,8	0,89±2,09	1	2,4	0,536 ^a
	A-xTot (mm)	2,21±2,02	1,8	2,6	1,3±1,73	1,1	2,5	0,011
Mandibular İskeletsel	SNB°	1,6±0,99	1,4	1,4	1,85±1,01	1,7	1,4	0,119 ^a
	Co-Gn (mm)	6±2,56	5,9	4,3	5,25±2,17	5,1	3,55	0,088
	Co-Go (mm)	3,64±1,97	3,4	2,8	2,95±1,66	3	2,65	0,044
	Go-Me (mm)	2,47±1,79	2	2,5	2,43±1,75	2,2	2,45	0,992 ^a
	Pog-N Perp (mm)	1,93±2,14	1,4	2,9	1,96±3,18	1,6	3,7	0,737 ^a
	Pog-NB (mm)	-0,39±0,54	-0,4	0,8	-0,45±0,62	-0,4	0,95	0,560
	Ar-Go-Me°	1,67±3,7	1,5	5,2	2,18±4,21	2,3	6,35	0,479
	Ar-Go-N°	-0,24±2,41	-0,2	3,1	0,05±2,53	0,2	3,55	0,530
	N-Go-Me°	1,93±2	1,7	2,5	2,12±2,26	1,8	2,85	0,618
	B-yTot (mm)	2,75±3,34	2,4	3,4	3,33±3,12	3	3,65	0,264 ^a
	B-xTot (mm)	5,29±3,44	4,5	4,4	4,54±2,71	4,7	3,65	0,196
	Pg-yTot (mm)	2,59±3,86	2,1	4,1	3,24±3,44	2,7	4,3	0,341
	Pg-xTot (mm)	5,7±3,16	5,1	4,4	4,34±2,99	4,3	3	0,019
	Go-yTot (mm)	-0,4±2,57	-0,2	3,6	-0,95±2,35	-1	3,5	0,225
	Go-xTot (mm)	4,1±2,8	3,8	3,6	3,31±2,47	3,1	4,1	0,107
Maksillo-Mandibular	ANB°	-1,33±0,81	-1,3	1,1	-1,81±0,8	-1,7	1,15	0,001
	Wits (mm)	-2,43±1,82	-2,4	2,5	-3,58±1,65	-3,6	2,4	0,001
	NA-APg°	-2,49±1,82	-2,4	2,1	-3,58±1,95	-3,4	2,75	0,003^a
Düzlemler Arası	SN-GoGn°	0,26±1,54	0,3	2,2	0,15±1,69	0,1	2,15	0,697
	PP/MP°	0,49±1,95	0,6	2,6	0,35±2,18	0,4	2,70	0,716
Yüz Yükseklikleri	ANS-Me (mm)	3,56±2,09	3,2	2,5	2,91±2,16	2,6	2,75	0,100
	S-Go/N-Me (%)	0,54±1,42	0,6	2,1	0,66±1,57	0,4	2,1	0,649

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.11. Peak dönemde kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması (Devam)

	Parametre	Peak Dönem Sınırlı Koopere (T1-T0) (n:67)			Peak Dönem Tam Koopere (T1-T0) (n:53)			p
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Dentoalveolar	Ü1-NA (mm)	0,41±2,04	0	2,8	0,38±1,82	0,7	2,8	0,592 ^a
	Ü1-NA°	2,15±6,91	0,1	8,8	1,56±6,1	2	7,6	0,657 ^a
	A1-NB (mm)	1,18±1,3	1,1	1,7	1,23±1,33	1	1,2	0,958 ^a
	A1-NB°	4,87±3,98	4,8	4,8	5,4±4,42	4,7	4,4	0,864 ^a
	IMPA°	2,88±3,77	2,4	5,4	3,26±3,97	2,4	4,3	0,966 ^a
	Ü1-A1°	-5,69±9,07	-3,9	9,7	-5,15±7,77	-4,7	7,15	0,599 ^a
	Overjet (mm)	-2,35±1,81	-2,2	2,2	-3,17±2,2	-2,6	3,25	0,067 ^a
	Overbite (mm)	-2,16±1,84	-1,7	2,7	-2,06±1,57	-1,6	1,95	0,947 ^a
	Ü1-yMax (mm)	1,57±2,36	1,7	3,7	1,13±2,06	1,1	2,35	0,285
	Ü1-xMax (mm)	0,55±1,05	0,6	1,6	0,67±1,31	0,4	1,45	0,798 ^a
	Ü6-yMax (mm)	0,09±1,91	0,4	2,6	0±1,62	-0,1	2,25	0,789
	Ü6-xMax (mm)	0,85±1,08	0,8	1,3	0,43±1,08	0,4	1,45	0,040
	A1-yMand (mm)	2,91±2,24	2,4	2,9	3,05±2,03	2,9	2,7	0,722
	A1-xMand (mm)	1,29±1,5	1,1	1,7	0,72±1,23	0,5	1,2	0,009^a
	A6-yMand (mm)	2,68±1,9	2,3	2,7	2,88±1,94	2,8	1,9	0,574
A6-xMand (mm)	1,82±1,43	1,7	2	1,39±1,2	1,3	1,55	0,083	
Yumuşak Doku	ÜD-S (mm)	-0,82±1,07	-0,7	1,3	-1,11±0,97	-0,9	1,35	0,124 ^a
	AD-S (mm)	0,17±0,99	0,2	1,3	0,42±1,31	0,4	1,7	0,221
	Mentolabial Açır°	10,57±12,16	9,4	13,7	12,21±13,08	11,3	18,95	0,461 ^a
	Pg-Pg' (mm)	0,41±1,44	0,4	1,2	0,19±1,33	0,1	1,65	0,348 ^a
	G'-Sn-Pg'°	3,09±2,35	2,8	3,7	3,56±2,37	3,2	2,65	0,333 ^a
	G'-Pn-Pg'°	0,85±2,12	1	2	1,46±2,53	1,3	3,3	0,155
	TP-Me' (mm) (n:56/44)	2,46±4,92	1,8	4,8	2,46±6,83	3,5	9,93	0,697 ^a
	TP-Gn'/Sn-Me' (%) (n:56/44)	-1,86±8,35	-2	10,7	-1,39±11,18	0,8	14,13	0,819
	Ls-yTot (mm)	1,93±3,31	1,7	4,4	1,41±3,1	1,1	3,3	0,280 ^a
	Ls-xTot (mm)	2,17±2,84	2,4	3,8	1,34±2,32	1,5	3,1	0,090
	Li-yTot (mm)	3,35±3,76	3,4	5	3,8±3,22	3,7	3,6	0,493
	Li-xTot (mm)	2,86±3,12	2,8	4,2	1,53±2,77	1,5	4,3	0,016
	Pg'-yTot (mm)	2,95±4,3	2,6	5,2	3,46±4	3,1	4,6	0,509
	Pg'-xTot (mm)	5,27±3,55	4,5	4,2	3,73±3,54	3,4	5,25	0,046^a

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

4.7 Geç Dönem ve Peak Dönem Gruplarındaki Tam Koopere Hastalarda Tedavi ile Olan Değişikliklerin Karşılaştırılması

Geç dönem ve Peak dönem gruplarındaki tam koopere hastaların tedavi etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla tedavi sonu ve tedavi başı ölçümleri arasındaki farklar (T1-T0) kullanıldı. Farkların analizi için normal dağılıma uyan parametrelere Bağımsız örneklem t testi, normal dağılıma uymayan parametrelere Mann Whitney U testi uygulandı.

Maksiller iskeletsel değişiklikler karşılaştırıldığında tam koopere hastalarda A-N Perp (mm) uzunluğunun Geç dönemdeki hastalarda arttığı, Peak dönemdeki hastalarda azaldığı görüldü ve bu ölçüm için iki gelişim grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.12).

Mandibular iskeletsel değişiklikler karşılaştırıldığında tam koopere hastalarda SNB° açısı ve Co-Gn (mm), Go-Me (mm), B-xTot (mm), Pg-yTot (mm), Pg-xTot (mm), Go-xTot (mm) uzunluklarındaki artışın Peak dönemdeki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,001$; $p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,05$; $p<0,05$; $p<0,05$; Tablo 4.12). Pog-NB (mm) uzunluğundaki azalmanın ise Geç dönemdeki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.12).

Maksillo-Mandibular ölçümlerdeki değişiklikler karşılaştırıldığında tam koopere hastalarda ANB°, NA-APg° açıları ve Wits (mm) uzunluğundaki azalmanın Peak dönemdeki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,001$; $p<0,05$; Tablo 4.12).

Tam koopere hastalardaki düzlemler arası ölçümlerdeki değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem ve Peak dönem grubundaki hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (Tablo 4.12). Yüz yüksekliği ölçümlerindeki değişiklikler karşılaştırıldığında tam koopere hastalarda ANS-Me (mm) yüksekliğindeki artışın Peak dönemdeki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.12).

Dentoalveolar ölçümlerdeki değişiklikler karşılaştırıldığında tam koopere hastalarda A1-NB°, IMPA° açılarındaki artışın Geç dönemdeki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,001$; Tablo

4.12). Ü1-A1° açısı ve Overbite (mm), Ü6-yMax (mm) uzunluklarındaki azalmanın da Geç dönemdeki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,05$; $p<0,01$; Tablo 4.12). Ü6-xMax (mm), A1-xMand (mm) uzunluklarının Peak dönemdeki hastalarda arttığı, Geç dönemdeki hastalarda ise azaldığı görüldü ve bu ölçümler için iki gelişim grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,05$; $p<0,01$; Tablo 4.12). Ü1-xMax (mm) uzunluğundaki artışın ise Peak dönemdeki hastalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi ($p<0,05$; Tablo 4.12).

Yumuşak doku ölçümlerindeki değişiklikler karşılaştırıldığında Peak dönemdeki tam koopere hastalarda ÜD-S (mm) uzunluğundaki azalmanın ve Li-yTot (mm), Pg'-yTot (mm) uzunluklarındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0,001$; $p<0,01$; $p<0,05$; Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Tam koopere hastalarda tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması

Parametre		Tam Koopere						p
		Geç Dönem (T1-T0) (n:29)			Peak Dönem (T1-T0) (n:53)			
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Maksiller İskeletsel	SNA°	-0,09±0,44	-0,1	0,6	0,03±0,67	0	0,95	0,396
	Co-A (mm)	1±0,95	0,8	1,4	1,27±1,52	0,7	2,1	0,620 ^a
	A-N Perp (mm)	0,28±0,91	0,3	1,25	-0,3±1,53	-0,4	1,5	0,023^a
	ANS-PNS (mm)	1,02±0,82	0,8	1,25	1,45±1,05	1,4	1,55	0,059
	A-yTot (mm)	0,18±2,44	0,1	4,5	0,89±2,09	1	2,4	0,170
	A-xTot (mm)	0,81±2,08	0,4	3,2	1,3±1,73	1,1	2,5	0,251
Mandibular İskeletsel	SNB°	1,2±0,65	1,1	0,9	1,85±1,01	1,7	1,4	0,001
	Co-Gn (mm)	3,46±1,4	3,3	2	5,25±2,17	5,1	3,55	<0,001
	Co-Go (mm)	2,46±1,62	2,1	2,8	2,95±1,66	3	2,65	0,202
	Go-Me (mm)	1,64±0,96	1,4	1,45	2,43±1,75	2,2	2,45	0,010
	Pog-N Perp (mm)	1,88±1,97	2,1	2,65	1,96±3,18	1,6	3,7	0,906
	Pog-NB (mm)	-0,77±0,61	-0,7	0,9	-0,45±0,62	-0,4	0,95	0,029
	Ar-Go-Me°	2,64±2,98	2,3	2,6	2,18±4,21	2,3	6,35	0,548 ^a
	Ar-Go-N°	0,82±1,95	1	2,5	0,05±2,53	0,2	3,55	0,159
	N-Go-Me°	1,85±1,43	1,8	2,35	2,12±2,26	1,8	2,85	0,508
	B-yTot (mm)	2±3,19	1,9	4,8	3,33±3,12	3	3,65	0,070
	B-xTot (mm)	2,59±3,1	2,1	3,25	4,54±2,71	4,7	3,65	0,004
	Pg-yTot (mm)	1,36±3,64	1,3	5,65	3,24±3,44	2,7	4,3	0,023
	Pg-xTot (mm)	2,78±2,96	3,3	3,4	4,34±2,99	4,3	3	0,026
	Go-yTot (mm)	-0,24±3,02	-0,4	4,85	-0,95±2,35	-1	3,5	0,240
	Go-xTot (mm)	1,79±2,8	1,4	3,6	3,31±2,47	3,1	4,1	0,013
Maksillo-Mandibular	ANB°	-1,29±0,64	-1,2	0,95	-1,81±0,8	-1,7	1,15	0,003
	Wits (mm)	-2,88±1,1	-2,9	1,7	-3,58±1,65	-3,6	2,4	0,045
	NA-APg°	-1,96±1,48	-2,2	2,15	-3,58±1,95	-3,4	2,75	<0,001^a
Düzlemler Arası	SN-GoGn°	0,37±1,42	0,7	2,25	0,15±1,69	0,1	2,15	0,544
	PP/MP°	0,35±1,48	0,3	1,75	0,35±2,18	0,4	2,7	0,995
Yüz Yükseklikleri	ANS-Me (mm)	1,94±1,92	1,8	1,95	2,91±2,16	2,6	2,75	0,047
	S-Go/N-Me (%)	0,29±1,5	0,3	2,05	0,66±1,57	0,4	2,1	0,301

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

Tablo 4.12. Tam koopere hastalarda tedavi ile oluşan değişikliklerin karşılaştırılması (Devam)

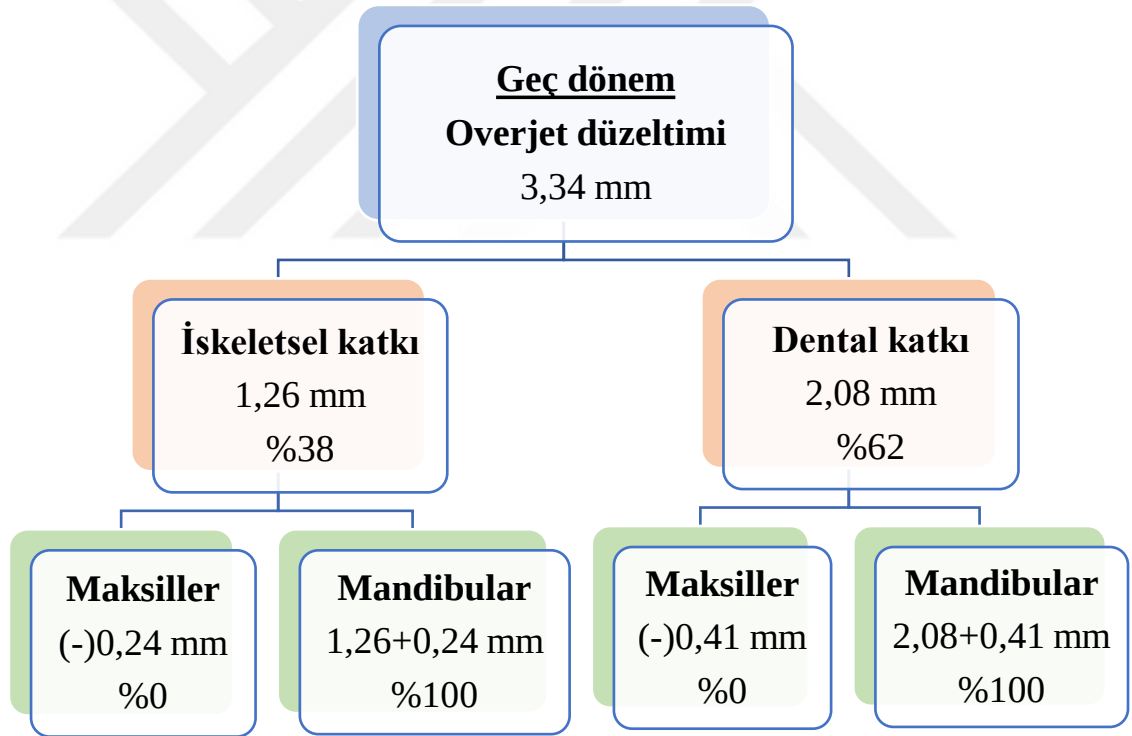
Parametre		Tam Koopere						p
		Geç Dönem (T1-T0) (n:29)			Peak Dönem (T1-T0) (n:53)			
		Ort±Ss	Medyan	IQR	Ort±Ss	Medyan	IQR	
Dentoalveolar	Ü1-NA (mm)	0,93±2,03	0,9	2,8	0,38±1,82	0,7	2,8	0,214
	Ü1-NA°	3,22±7,88	2,9	12,9	1,56±6,1	2	7,6	0,293
	A1-NB (mm)	1,62±0,96	1,6	1,3	1,23±1,33	1	1,2	0,050 ^a
	A1-NB°	8,37±4,14	8,6	4,6	5,4±4,42	4,7	4,4	0,001^a
	IMPA°	6,7±3,92	7,2	4,7	3,26±3,97	2,4	4,3	<0,001^a
	Ü1-A1°	-10,29±8,58	-9,8	12,6	-5,15±7,77	-4,7	7,15	0,007
	Overjet (mm)	-2,37±1,75	-2,3	3,2	-3,17±2,2	-2,6	3,25	0,171 ^a
	Overbite (mm)	-2,78±1,49	-2,6	1,7	-2,06±1,57	-1,6	1,95	0,011^a
	Ü1-yMax (mm)	1,17±2,68	1,3	3,45	1,13±2,06	1,1	2,35	0,950
	Ü1-xMax (mm)	0,17±1,05	0	0,85	0,67±1,31	0,4	1,45	0,027^a
	Ü6-yMax (mm)	-1,29±1,41	-1,4	1,5	0±1,62	-0,1	2,25	0,001
	Ü6-xMax (mm)	-0,13±1,05	0	1,25	0,43±1,08	0,4	1,45	0,026
	A1-yMand (mm)	3,14±1,72	2,9	2,05	3,05±2,03	2,9	2,7	0,837
	A1-xMand (mm)	-0,21±1,38	0,1	2,1	0,72±1,23	0,5	1,2	0,008^a
	A6-yMand (mm)	2,46±1,45	2,6	1,65	2,88±1,94	2,8	1,9	0,307
	A6-xMand (mm)	0,89±1,08	0,9	1,1	1,39±1,2	1,3	1,55	0,062
Yumuşak Doku	ÜD-S (mm)	-0,25±0,9	-0,3	1,45	-1,11±0,97	-0,9	1,35	<0,001
	AD-S (mm)	0,34±1,27	0,4	1,9	0,42±1,31	0,4	1,7	0,781
	Mentolabial Açır°	10,97±9,9	14,4	18,65	12,21±13,08	11,3	18,95	0,657
	Pg-Pg' (mm)	-0,09±1,04	-0,1	1,5	0,19±1,33	0,1	1,65	0,329
	G'-Sn-Pg'°	2,94±2,15	2,8	2,65	3,56±2,37	3,2	2,65	0,267 ^a
	G'-Pn-Pg'°	2,44±2,21	2,4	2,4	1,46±2,53	1,3	3,3	0,083
	TP-Me' (mm) (n:26/44)	2,23±5,3	2,7	7,58	2,46±6,83	3,5	9,93	0,887
	TP-Gn'/Sn-Me' (%) (n:26/44)	-1,64±7,73	-1,45	9,05	-1,39±11,18	0,8	14,13	0,922
	Ls-yTot (mm)	0,47±3,38	-0,1	5,65	1,41±3,1	1,1	3,3	0,254 ^a
	Ls-xTot (mm)	0,91±2,53	1,4	3,7	1,34±2,32	1,5	3,1	0,547 ^a
	Li-yTot (mm)	1,54±3,65	1,8	6,2	3,8±3,22	3,7	3,6	0,005
	Li-xTot (mm)	1,22±2,83	1,5	4,35	1,53±2,77	1,5	4,3	0,630
	Pg'-yTot (mm)	1,24±3,89	1,3	6,55	3,46±4	3,1	4,6	0,018
	Pg'-xTot (mm)	3,19±3,32	3	3,9	3,73±3,54	3,4	5,25	0,500

İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** olarak gösterilmiştir (p<0,05), p: Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi (^a), IQR: İnterkuartil aralık

4.8 Overjet Düzeltmesinin İncelenmesi

Overjet düzeltmesinde iskeletsel ve dental katkının oranlarını belirleyebilmek için Pancherz'in⁽⁸⁵⁾ Herbst apareyi ile tedavi ettiği Sınıf II vakalarda meydana gelen overjet düzeltimini değerlendirmek için kullandığı yöntemden faydalanıldı ve modifiye edilerek kullanıldı.

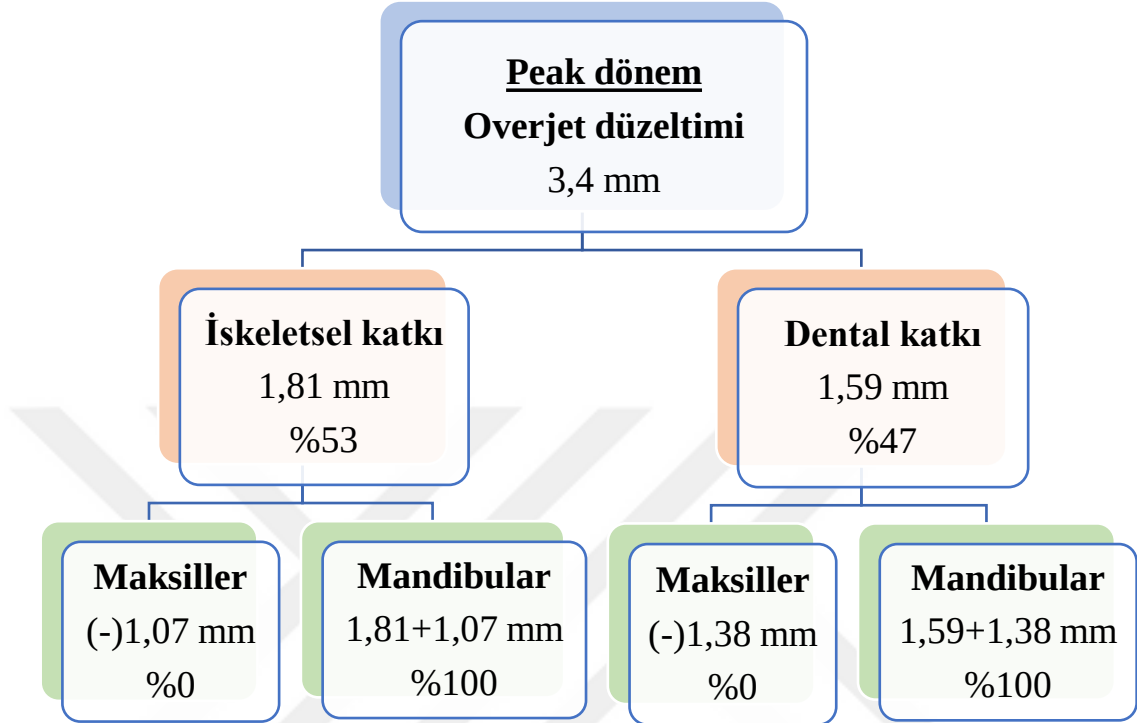
Overjet değişimi incelendiğinde çalışmamızda Geç dönemdeki gerçek overjet düzeltiminin 3,34 mm olduğu; %38'inin iskeletsel (A-yTot: 0,24 mm, Pg-yTot: 1,5 mm), %62'sinin dental (Ü1-yMax: 0,41 mm, A1-yMand: 2,49 mm) olarak düzeltildiği tespit edildi. Geç dönemdeki 1,26 mm'lik iskeletsel etkide maksiller katkının olmadığı (0,24 mm), tamamının mandibula (1,5 mm) kaynaklı olduğu görüldü. 2,08 mm'lik dental etkide ise protrüze olan maksiller keserin katkısının olmadığı (0,41 mm), tamamının mandibular keser (2,49 mm) kaynaklı olduğu görüldü (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Geç dönemde overjet eliminasyonuna iskeletsel ve dental katkı oranları (Overjet eliminasyonunun tersine hareket görülen durumlar (-) olarak ifade edilmiştir)

Peak dönemdeki gerçek overjet düzeltiminin ise 3,4 mm olduğu; %53'ünün iskeletsel (A-yTot: 1,07 mm, Pg-yTot: 2,88 mm), %47'sinin dental (Ü1-yMax: 1,38 mm, A1-yMand: 2,97 mm) olarak düzeltildiği tespit edildi. Peak dönemdeki 1,81 mm'lik iskeletsel etkide maksiller katkının olmadığı (1,07 mm), tamamının mandibula (2,88

mm) kaynaklı olduğu, 1,59 mm'lik dental etkide ise protrüze olan maksiller keserlerin katkısının olmadığı (1,38 mm), tamamının mandibular keser (2,97 mm) kaynaklı olduğu görüldü (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Peak dönemde overjet eliminasyonuna iskeletsel ve dental katkı oranları (Overjet eliminasyonunun tersine hareket görülen durumlar (-) olarak ifade edilmiştir)

4.9 Karar Ağacı Analizi Değerlendirmesi

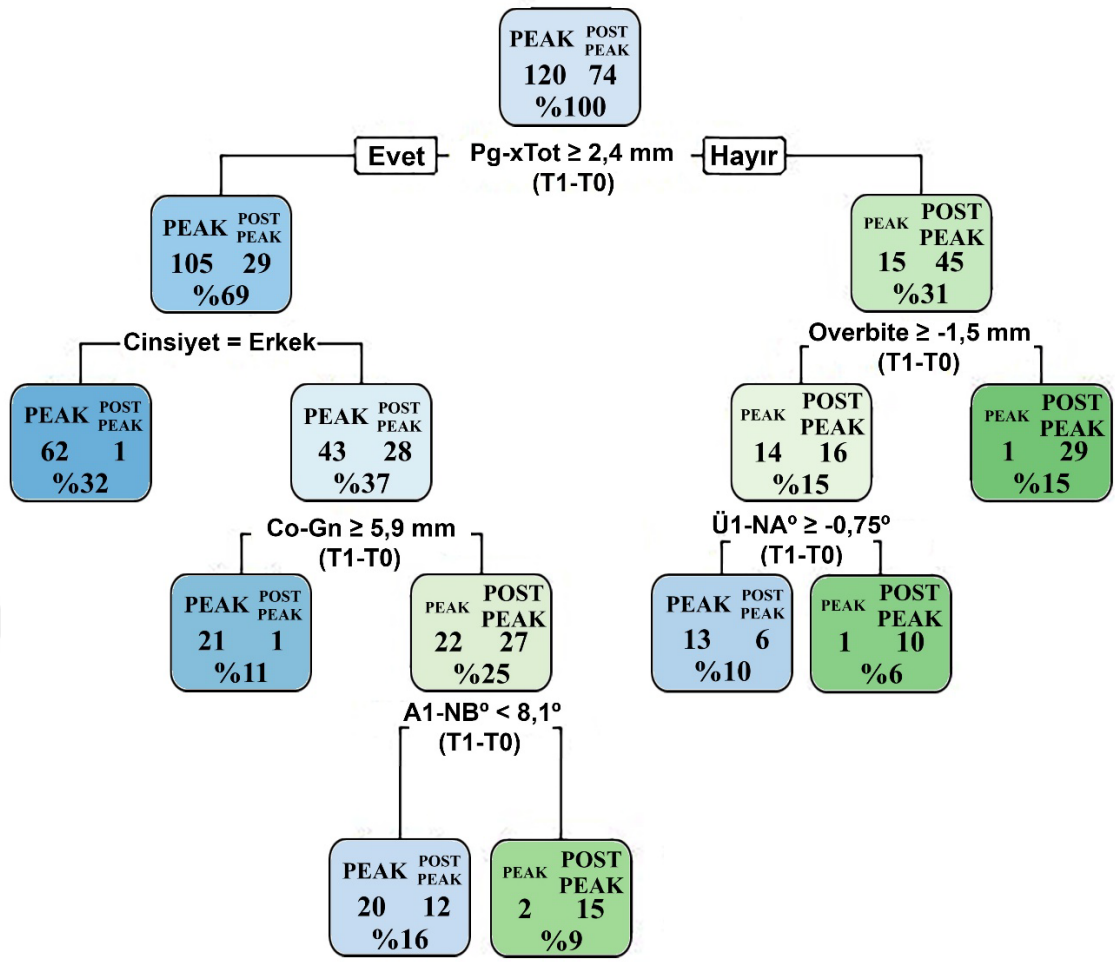
Karar ağacının oluşturulmasında hedef değişken maturasyon olacak şekilde modelleme yapıldı. Tedavi ile oluşan değişiklikler üzerinden değerlendirilmesi amacı ile 58 sefalometrik parametreyle elde edilen T1-T0 farkları ile cinsiyet, yaş, tedavi süresi ve kooperasyon derecesi dahil edildi. İki karar ağacında da kooperasyon faktörü düğümlerin oluşumuna katkı göstermedi. İlgili parametreler ile Şekil 4.3’de verilen ilk karar ağacı oluştu. Sonrasında cinsiyet değişkeni çıkartılarak Şekil 4.4’de verilen ikinci karar ağacı oluştu.

Karar ağacı kök düğümü 74 Geç dönem, 120 Peak dönem olmak üzere tüm hastaları içerir. İlgili düğümde verilen parametre şartı sağlanıyorsa ‘‘Evet’’ tarafına yani sol taraftaki yeni düğüme, sağlanmıyorsa ‘‘Hayır’’ tarafına yani sağ taraftaki düğüme yönlendirir. Düğümde büyük punto ile belirtilen gelişim dönemi, ilgili düğümde hangi

gelişim dönemi grubunun baskın olduğunu gösterir. Yüzde ifadesi ise ilgili düğümdeki hastaların tüm hastalara oranını ifade eder.

İlk karar ağacında kök düğümünün $Pg-xTot \geq 2,4$ mm koşulu ile toplam 194 hastayı 134 ve 60 olmak üzere iki ayrı düğüm noktasına ayırdığı tespit edildi. Koşulu sağlayan düğüm 105'inin Peak dönemde olduğu 134 hastayı Cinsiyet = Erkek koşulunu kullanarak 62'sinin Peak dönemde olduğu 63 hastaya ayırarak uç düğümde sonlandırdığı görüldü. Cinsiyet = Erkek koşulunu sağlamayan düğüm 43'ünün Peak dönemde olduğu 71 kadın hastayı $Co-Gn \geq 5,9$ mm koşulunu kullanarak 21'inin Peak dönemde olduğu 22 kadın hastaya ayırarak uç düğümde sonlandırdığı tespit edildi. $Co-Gn \geq 5,9$ mm koşulunu sağlamayan düğüm 27'sinin Geç dönemde olduğu 49 kadın hastayı $A1-NB^\circ < 8,1^\circ$ koşulunu kullanarak 20'sinin Peak dönemde olduğu 32 kadın hastaya ayırarak uç düğümde sonlandırdığı tespit edildi. $A1-NB^\circ < 8,1^\circ$ koşulunu sağlamayan düğümün ise 15'inin Geç dönemde olduğu 17 kadın hastaya ayırarak uç düğümde sonlandırdığı görüldü (Şekil 4.3).

Kök düğümde $Pg-xTot \geq 2,4$ mm koşulunu sağlamayan düğüm 45'i Geç dönemde olan 60 hastayı $Overbite \geq -1,5$ mm koşulunu kullanarak 29'u Geç dönemde olan 30 hastaya ayırarak uç düğümde sonlandırdığı tespit edildi. $Overbite \geq -1,5$ mm koşulunu sağlayan düğüm 16'sı Geç dönemde olan 30 hastayı $\dot{U}1-NA^\circ \geq -0,75^\circ$ koşulunu kullanarak 10'u Geç dönemde olan 11 hastaya ve 13'ü Peak dönemde 19 hastaya ayırarak uç düğümlerde sonlandırdığı tespit edildi (Şekil 4.3).



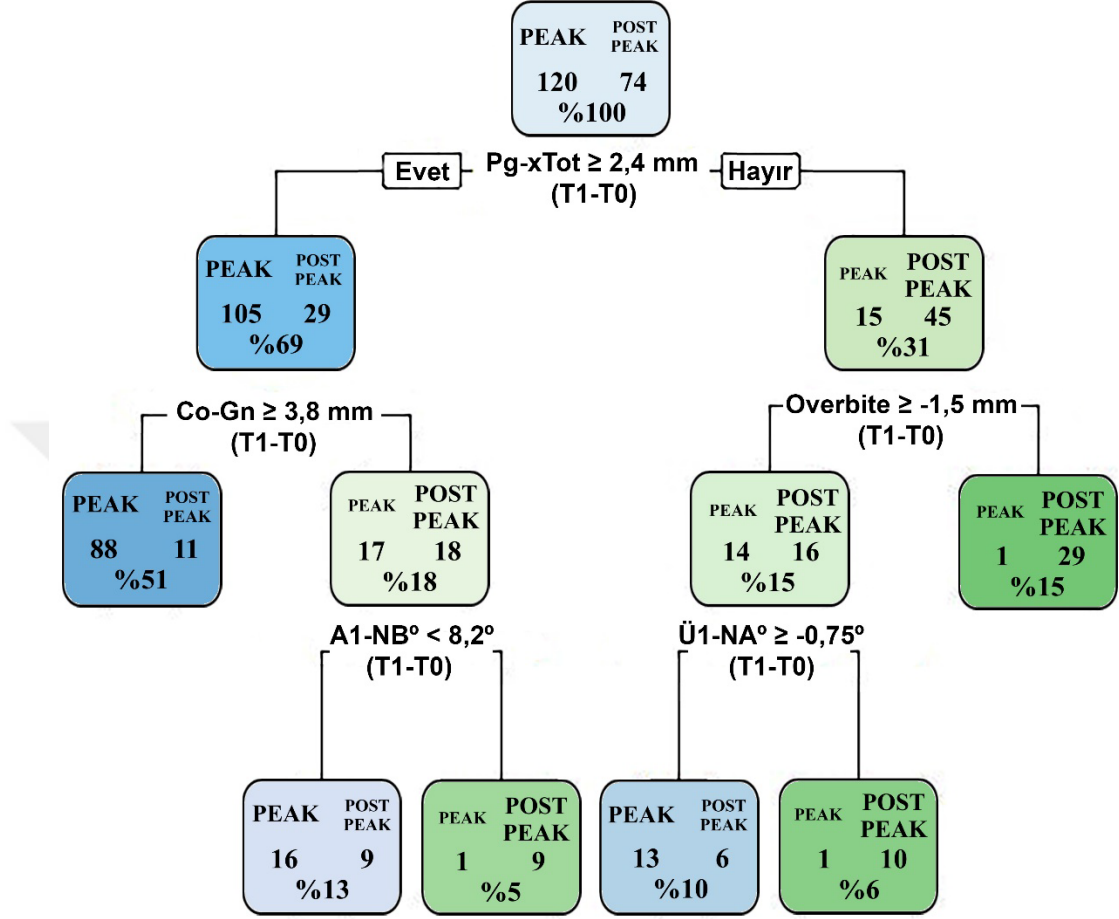
Şekil 4.3. Tedavi ile oluşan değişiklikler (T1-T0) kullanılarak oluşturulan ilk karar ağacı

Geç dönemdeki kadın hasta oranı %86,5 iken Peak dönemde kadın hasta oranı %46,7 olarak bulunması ve farkın istatistiksel olarak anlamlı çıkması nedeni ile karar ağacı modellemesi cinsiyet değişkeni olmadan tekrarlandı (Şekil 4.4).

Kök düğümde $Pg-xTot \geq 2,4$ mm koşulu aynı kalmakta olup koşulu sağlayan düğüm 105'i Peak dönemde olan 134 hastayı $Co-Gn \geq 3,8$ mm koşulunu kullanarak 88'i Peak dönemde olan 99 hastaya ayırarak uç düğümde sonlandırdı. $Co-Gn \geq 3,8$ mm koşulunu sağlamayan düğüm 18'i Geç dönemde olan 35 hastayı $A1-NB^\circ < 8,2^\circ$ koşulunu kullanarak 16'sı Peak dönemde olan 25 hastaya ve 9'u Geç dönemde olan 10 hastaya ayırarak uç düğümlerde sonlandırdı (Şekil 4.4).

İkinci karar ağacında kök düğümde $Pg-xTot \geq 2,4$ mm koşulunu sağlamayan düğüm yönü ilk karar ağacı ile aynı sonucu vererek 45'i Geç dönemde olan 60 hastayı $Overbite \geq -1,5$ mm koşulunu kullanarak 29'u Geç dönemde olan 30 hastaya ayırarak uç düğümde sonlandırdığı tespit edildi. $Overbite \geq -1,5$ mm koşulunu sağlayan düğüm

16'sı Geç dönemde olan 30 hastayı $\text{Ü1-NA}^\circ \geq -0,75^\circ$ koşulunu kullanarak 10'u Geç dönemde olan 11 hastaya ve 13'ü Peak dönemde 19 hastaya ayırarak uç düğümlerde sonlandırdığı tespit edildi (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Tedavi ile oluşan değişiklikler (T1-T0) kullanılarak oluşturulan ikinci karar ağacı (Cinsiyet değişkeni dahil edilmeden)

5. TARTIŞMA

Ülkemizde ve dünyada en yaygın ortodontik problemlerden olan iskeletsel Sınıf II maloklüzyonlarda uygulanabilecek tedavi seçeneklerinden biri olan fonksiyonel ortopedik tedavide, hastanın büyüme gelişimi yönlendirilerek yetersiz olan mandibular gelişimin stimüle edilmesi amaçlanmaktadır. Sınıf II mandibular retrognati vakalarında uygulanan fonksiyonel ortopedik tedavi prepubertal, pubertal ve postpubertal dönemlerde uygulanabilirken, bu uygulanan dönemler ile ilgili literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Bu görüş farklılıklarının büyüme ve tedavi etkileri konusundaki belirsizliklerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir.⁽⁹⁻¹¹⁾ Sınıf II tedavisinde kullanılan fonksiyonel apareyler hareketli ve sabit olmak üzere ikiye ayrılmakta olup araştırmamızda hareketli fonksiyonel aparey çeşitlerinden olan monoblok apareyi ile tedavi gören hastalar incelenmiştir. Geç dönemde uygulanan monoblok tedavisine alternatif diğer tedaviler ortognatik cerrahi, diş çekimiyle yapılan kamuflej tedavisi ve sabit fonksiyonel aparey çeşitleridir.^(176, 231, 232)

Monoblok ilk olarak Pierre Robin tarafından glossopitozis bulunan sendromik hastalarda kullanmak üzere geliştirmiş olup zamanla fonksiyonel ortopedik tedavideki yerini almıştır. Mandibula konumunu değiştirerek kas aktivitesinde meydana getirilen artış sonucu etkisini gösteren monoblok apareyinin takılıp çıkarılmasının kolay, etkili ve ekonomik olması avantajları arasında sıralanmaktadır. Dezavantajları arasında ise konuşma, yutkunma ve solunum fonksiyonlarını zorlaştırması ve hasta kooperasyonuna ihtiyaç duyması olarak sıralanabilmektedir.⁽¹⁰²⁾

Hasta kooperasyonu apareyin etkinliğini değerlendirmede önemli bir faktör olduğu için çalışmamızda yer alan bireylerin kooperasyon derecesi klinik dosya kayıtlarından tespit edilmiştir. Hiç kullanmadığı belirtilen veya herhangi bir sebeple tedaviden ayrılan hastalar nonkoopere olarak değerlendirilmiş ve çalışmaya dahil edilmemiştir. Geç dönem grubunda 15 hasta, Peak dönem grubunda ise 17 hasta nonkoopere olduğu için çalışmaya dahil edilmemiştir. Tedavi sırasında tam uyum gösteren klinik kayıtlarında kullanım ile ilgili uyarısı bulunmayan ve kooperasyon gösteren ancak tedavi sürecinde zaman zaman kooperasyonun düştüğü seanslar tespit edilen hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

İskeletsel Sınıf II problemlerde prepubertal, pubertal ya da postpubertal dönemde başvurmuş bir hastanın tedavisinde öncelikli amaç iskeletsel problemin çözülmesidir.⁽⁵²⁾ Büyüme modifikasyonu amaçlanan monoblok tedavisinde tedavi zamanlamasının seçiminde kronolojik yaştan ziyade büyüme gelişim döneminin tespitinin yapılması önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalarda da fonksiyonel tedavide büyüme gelişim dönemi tespitinin önemli olduğu bildirilmiştir.⁽²³³⁾ Bu konuda standart olarak el bilek radyografileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Lamparski⁽²³⁴⁾ ile Hassel ve Farman⁽²³⁵⁾ tarafından tanıtılan servikal vertebra üzerinden büyüme gelişim tespit yöntemi ise el bilek metoduna alternatif olmuştur. Bu yöntemin avantajı lateral sefalometrik radyografiler üzerinden uygulanabilmesi ve ilave radyografi alınmaması nedeni ile radyasyon dozunun azalmasıdır. Szemraj ve ark. ⁽²³⁶⁾ gelişim dönemi tespitinde el bilek radyografileri üzerinden değerlendirilme yöntemiyle servikal vertebra lar üzerinden yapılan değerlendirmenin yüksek korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise el bilek radyografileri üzerinden yapılan çalışmanın servikal vertebra üzerinden yapılan tespite göre daha doğru sonuç verdiği belirtilmiştir.⁽²³⁷⁾ Çalışmamızda Geç dönem grubunda el bilek radyografisine göre Mp3u ve Ru ya da servikal vertebra maturasyon tespitine göre CS5 ve CS6 olan hastalar, Peak dönem grubunda ise el bilek radyografisine göre büyüme gelişimin zirve noktası olan Mp3cap döneminde olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Geç dönem hastalar çalışmaya dahil edilirken 74 hastadan 2 hastanın el bilek radyografisi olmadığı için maturasyon tespiti servikal vertebra metoduna göre yapılmış olup CS5 döneminde oldukları tespit edilmiştir.

Monoblok apareyi ile uygulanan tedavinin hem toplam süresi hem de günlük kullanım süresi ile ilgili daha önceki çalışmalarda farklı görüşler bildirilmiştir. Monoblok kullanımında toplam tedavi süresinin 6-30 ay arasında değiştiği görülmüştür.^(14, 113, 144, 238, 239) Çalışmamızda Geç dönem grubu tedavi süre ortalaması $10,08 \pm 3,16$ ay iken Peak grubunda tedavi süre ortalaması $12,57 \pm 5,11$ ay olarak bulunmuş ve tedavi süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.2). Başlangıç overjet miktarı incelendiğinde Peak dönem grubunda istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6). Bu fark Peak dönemdeki hastalarda başlangıç overjet miktarının daha fazla olması nedeniyle birden fazla aktivasyon yapılması sonucu oluşmuştur. Ayrıca Mp3cap

döneminin tamamlanmasının beklenmesi nedeni ile aparey kullanım süresinin artması bu farkın oluşmasına sebep olan başka bir etkidir. Bu sayede zirve dönemdeki büyüme atılımından daha fazla faydalanıp pekiştirme yapılmaktadır.

Monoblok günlük kullanım süresi konusunda literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Bu konuda Vargervik ve Harvold⁽⁸⁶⁾ apareyin sadece gece kullanılmasını yeterli görürken, Wieslander ve Lagerström⁽¹⁴²⁾ gün içinde 10-15 saat, Ma ve ark.⁽²³⁸⁾ 12-14 saat kullanılmasını önermiştir. Diğer çalışmalardan Eroğlu⁽²⁴⁰⁾ tez çalışmasında yemek dışı tam zamanlı kullanılmasını, Yüksel⁽²⁶⁾ ise yemekler dışında en az 18-20 saat apareyin kullanılmasını önermiştir. Joho ve Darendeliler⁽²⁴¹⁾ kullanım süresi düşük olan hastaların apareyi takmadıkları zamanlarda iskeletsel ve dental Sınıf II olarak fonksiyon gördüğünü, tüm gün kullanan hastaların ise iskeletsel ve dişsel Sınıf I olarak fonksiyon gördüğünü ve tedavi başarısını olumlu etkilediğini belirtmişlerdir. Kliniğimizde rutin monoblok kullanım talimatları gereği hastalardan apareyi gün içinde yemeklere ayrılan zamanlar harici 20 saat kadar tam zamanlı olarak kullanmaları istenmektedir. Seans kontrollerinde klinik dosya kayıtlarına koöpere olduğu belirtilen ve tedavi süresince uyum gösteren hastalar tam koöpere olarak belirlenmiştir. Seanslarda kullanım süresine yeterli uyumun sağlanamadığı klinik dosya kayıtlarına not düşüldüğü tespit edilen hastalar sınırlı koöpere olarak belirlenmiş ve bu iki tipteki hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Klinik dosya kayıtlarında aparey koöperasyonu sağlanamadığı ya da başka bir tedavi seçeneğine geçerek tedaviden ayrıldığı tespit edilen hastalar nonkoöpere olarak belirlenmiş ve çalışma dışı tutulmuştur. Gruplar arasında tam ve sınırlı koöpere hasta dağılımının benzer olduğu ve önemli fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Literatürde koöperasyon üzerinde yapılan çalışmalarda daha küçük yaşlarda koöperasyonun daha yüksek olduğunu bildiren çalışmalar^(242, 243) ile birlikte yaşa göre koöperasyonun değişmediğini bildiren çalışmalarda mevcuttur.^(244, 245)

Monoblok uygulamalarında aktivasyonun ne kadar yapılması gerektiği konusunda literatürde birçok görüş bulunmaktadır. Graber ve ark.⁽¹²⁾ sagittal aktivasyon 3-5 mm olduğunda vertikal olarak 4-6 mm aktivasyon yapılmasını, sagittal aktivasyon 7-8 mm olduğunda ise vertikal aktivasyonu düşürerek 2-4 mm olması gerektiğini bildirmişlerdir. Ruf ve ark.⁽¹⁵²⁾ başa baş keser ilişki olacak kadar, Pancherz⁽¹⁵¹⁾ molar ilişkinin Sınıf I yada Süper Sınıf I ilişkiye gelecek kadar, Yüksel⁽²⁶⁾ ise alt ve üst keserler baş başa gelecek kadar sagittal aktivasyon yaptığını bildirmiştir. Çalışmamıza

dahil edilen monoblok kullanan hastalar için kliniğimizde rutin olarak overjet eliminasyonu sağlanana kadar yani keserler arası sagittal ilişki başa baş olana kadar aktivasyon yapılmaktadır. Başa baş keser ilişkisine getirildiğinde üst keser pozisyonu nedeni ile profil konveksitesi yeterince düzelmeyen hastalarda anterior çapraz kapanış oluşmayacak şekilde kapanış alınmaktadır. Anteriora ilave edilen vida ile yapılan üst keser protrüzyonu sonrası ikinci sagittal aktivasyon yapılmaktadır. Vertikal aktivasyon için ise istirahat dikey boyutunun üzerinde ise 2-3 mm aktivasyon yapılmaktadır.

Fonksiyonel apareyler üzerine yapılan sistematik bir derlemede, cinsiyet farkının tedavi sonucunda etkili olduğunu gösteren araştırmaların sınırlı olduğu belirtilmiştir.⁽²⁴⁶⁾ Retrospektif planlanan çalışmamızda çalışmaya dahil edilen hastalarda cinsiyet ayrımı yapılmamıştır. Dahil edilme kriterleri sonucunda Geç dönem grubunda kız hastaların oranının erkek hastalara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda da iki gelişim grubu arasındaki cinsiyet dağılım farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.3). Bu fark daha önceki çalışmalarda incelendiğinde Geç dönemde başvuran ortodonti hastalarının daha çok kız hastalar ağırlıklı olduğu görülmüştür.^(231, 247, 248) Geç dönemde kız hastaların ağırlıkta olmasına neden olarak erkeklere göre estetik kaygının daha fazla olması gösterilmiştir.⁽²⁴⁹⁾

Kız çocuklarında erkek çocuklarına göre aynı büyüme gelişim dönemine ulaşma yaşının daha erken olduğu bilinmektedir.⁽²⁵⁰⁾ Korona⁽²⁷⁾ tarafından yapılan Geç dönem ile Peak dönem tedavi gruplarının karşılaştırıldığı tez çalışmasında iki grup arasında yaş ortalaması istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Bu durum Geç dönem grubundaki kız hasta sayısının fazlalığı nedeni ile yaş ortalamasının düşmesi ve iki grup arasındaki yaş farkının önemli çıkmaması sebebiyledir. Çalışmamızda ise Geç dönem hastalarındaki yaş ortalaması $15\pm1,37$ yıl, Peak dönem hastalarındaki yaş ortalaması $12,8\pm1,35$ yıl olup iki grup arasındaki yaş farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.2). Bunun sebebi olarak çalışmamıza Dp3u ve Pp3u dönemlerinin dahil edilmemesi, çalışmamızdaki Peak dönem grubunun sadece Mp3cap dönemindeki hastalardan, Geç dönem grubunun büyüme gelişim döneminin son dönemleri olan Mp3u ve Ru dönemindeki hastalardan oluşması gösterilebilir.

Gruplar içinde sınırlı ve tam koopere hastalar arasında cinsiyet dağılım farkının olup olmadığı incelendiğinde önemli bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 4.5). İki gelişim

grubu içinde kooperasyon faktörüne göre cinsiyet dağılımları benzer bulunmuştur. Schäfer ve ark.⁽²⁴³⁾ tarafından hareketli fonksiyonel aparey kullanım süresi üzerine yapılan çalışmada, kız hastalarda günlük ortalama 1,4 saat daha yüksek kullanım olduğunu ve bu kullanım süresinin istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada 7-9 yaş arasında günlük ortalama 12,1 saat, 10-12 yaş arasında ortalama 9,8 saat, 13-15 yaş arasında ise günlük 8,5 saat kullanım süresi gördüklerini bildirmişler ve yaşı daha küçük olan hastalarda kullanım süresinin istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızla benzer şekilde, Bartsch ve ark.⁽²⁴⁴⁾ tarafından bionatör apareyi kullanım süresi üzerine 9-15 yaş arası 77 hastada yapılan çalışmada hasta kooperasyonunda cinsiyete ve yaşa göre önemli fark tespit edilememiştir. Ağız dışı apareyler üzerinden yapılan bazı kooperasyon çalışmalarında ise erkeklerde ve yaşı daha küçük hastalarda kullanım süresinin daha fazla olduğu bildirilmiştir.^(242, 251)

Büyüme modifikasyonu ve devam eden büyüme ile çenelerde ve kafa kaidesinde büyüme gelişim sürmektedir. Uygulanan tedavilerin etkinliğini değerlendirirken tanımlanan anterior kraniyal kaidedeki stabil yapılara göre karşılaştırma yapılmış ve tedavi değişikliklerinin ölçülmesi sağlanmıştır.^(252, 253) Kafa kaidesindeki en stabil noktaların sella tursikanın anterior klinoid proses ile kesiştiği Tuberkulum Sella (T) noktası ve sfenoid kemiğin büyük kanatlarının ön kafa kaidesini kestiği noktaların orta noktası olan W noktası olduğu bildirilmiştir.⁽²⁵³⁻²⁵⁵⁾ Bu bilgiler ışığında Tuberkulum Sella ve Wing noktalarından geçen HRD ve bu doğruya Tuberkulum Sella noktasından indirilen dikme ile elde edilen VRD referans düzlemler olarak kullanılmıştır.

Maksiller ve mandibular dentoalveolar değerlendirmelerde de referans düzlemler kullanılmıştır. ANS ve PNS noktalarından geçen düzlem maksiller referans düzlemi (xMax) olarak belirlenmiş, bu düzleme Ptm noktasından indirilen dikme ile elde edilen doğru ise maksiller vertikal referans düzlemini (yMax) oluşturmuştur. Bu iki düzlem maksiller dentoalveolar ölçümlerde kullanılmıştır. Gonyon ve Gnasyon noktalarından geçen düzlem mandibular horizontal referans düzlemini (xMand) olarak belirlenmiş, bu düzleme Gonyon noktasından indirilen dikme ile elde edilen doğru ise mandibular vertikal referans düzlemini (yMand) oluşturmuştur. Bu iki düzlem mandibular dentoalveolar ölçümlerin değerlendirilmesi için kullanılmıştır.

Literatürde fonksiyonel ortopedik tedaviye başlangıç zamanlaması hakkında görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Postpubertal yani Geç dönem olarak ifade edilen hasta grubunda uygulanan fonksiyonel çene ortopedisi, aynı dönemde uygulanan daha invaziv tedavi alternatifleri ile kıyaslandığında daha konservatif bir tedavi yaklaşımıdır.^(2, 9-11) Daha önceki çalışmalarda araştırmaların bazıları pubertal^(4, 15, 173) bazıları ise postpubertal^(179, 256) dönemde tedaviye başlanması daha uygun olduğunu savunurken bazı araştırmalar^(26, 27) ise pubertal ve postpubertal dönemde uygulanan tedaviler arasında önemli farklılık görülmediğini bildirmiştir. Bu farklı dönemlerde yapılan tedavilerin etkinliği de tartışma konusu olup sabit fonksiyonel apareylerden olan Herbst apareyinin büyüme gelişim döneminin sonunda dahi uygulandığında kondiler büyümeyi aktifleyerek etkili sonuçlar alınabileceğini gösteren çalışmaların^(178, 179) yanında bu apareyin etkisinin daha çok dental olduğunu bildiren araştırmalar da mevcuttur.⁽¹⁸³⁾ Yapılan araştırmalar fonksiyonel tedavilerde sağlanan başarının kalıcılığında tedavi sonunda sağlanan oklüzal stabiliteye dikkat çekmişler ve karma dentisyon döneminde gerçekleştirilen tedavilerde sıklıkla stabil oklüzyon sağlanamamasından dolayı ilerleyen dönemde nüks görülebildiği bildirilmiştir. Pubertal dönemden daha Geç dönemde uygulanan Herbst apareyi özelinde de tedavinin daimi dentisyonunda uygulanması ve büyüme potansiyelinin azalmasından kaynaklı retansiyon aşamasının kısılması bu tedavinin avantajları arasında sunulmuştur.^(181, 182)

Çalışmamızda Geç dönem ve Peak dönemde monoblok apareyinin etkileri incelenirken lateral sefalometrik radyografilerde ölçümler maksiller iskeletsel, mandibular iskeletsel, maksillo-mandibular, düzlemler arası, yüz yükseklikleri, dentoalveolar ve yumuşak doku üzerinde etkileri olarak değerlendirilmiştir. İki gelişim grubunun başlangıç sefalometrik parametreleri değerlendirildiğinde; A-N Perp (mm), Co-Gn (mm), Co-Go (mm), Pog-N Perp (mm), Pog-NB (mm), Pg-yTot (mm), Go-xTot (mm), Ü6-xMax (mm), A6-yMand (mm) ölçümleri, G'-Sn-Pg° açısının ve S-Go/N-Me oranının Geç dönem grubunda istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6). Overjet, ÜD-S (mm), Pg-Pg' (mm) uzunlukları ve Ar-Go-Me°, Ar-Go-N°, ANB°, NA-APg°, SN-GoGn° açılarının ise Peak dönem grubunda daha yüksek olduğu görülmüş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.6). Geç dönemdeki hastaların büyüme gelişimin daha ileri seviyesinde olmaları sebebiyle boyutsal parametrelerin daha yüksek çıkması beklenen bir

durumdur. Gelişim gruplarındaki bu kraniyofasiyal farklılıklar nedeniyle tedavi ile oluşan değişimler ve tedavi sonu ile tedavi başı ölçümler arası farklar üzerinden tedavi başarısı ve etkinliği karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda maksiller iskeletsel ölçümlerdeki değişimler incelendiğinde Peak dönem grubundaki SNA° açısında görülen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.8). SNA° açısındaki değişim Geç dönem ve Peak dönem arasında karşılaştırıldığında ise önemli fark tespit edilmemiştir (Tablo 4.9). Tedavi grupları içinde kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönem grubunda tam koopere hastalarda SNA° açısında azalma görülürken, sınırlı koopere hastalarda artış görülmüş ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.10). Geç dönem grubunda kooperasyon derecesine göre görülen bu fark nedeniyle kooperasyon arttığında maksilla üzerindeki sınırlayıcı etkinin daha fazla olduğu düşünülmüştür. İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında da SNA° açısında önemli fark görülmemiştir (Tablo 4.12). Daha önce SNA° açısındaki azalma miktarını istatistiksel olarak önemli bulduğunu bildiren çalışmalarla^(26, 105, 151) birlikte SNA° açısının monoblok tedavisinden etkilenmediğini ve değişikliğin önemli bulunmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur.^(137-139, 141) Tümer ve Gültan⁽²⁵⁷⁾ ise çalışmalarında monoblok grubunda SNA° açısının arttığını ancak önemli fark tespit etmediklerini bildirmişlerdir.

Efektif maksiller uzunluk değerlendirildiğinde Co-A (mm) uzunluğundaki değişiklik Özbilek⁽²⁵⁸⁾ ve Dikmen⁽²⁵⁹⁾ tarafından yapılan çalışmalarda monoblok gruplarındaki sonuçlar, Büyüktürk⁽²⁶⁰⁾ tarafından twin blok grubu üzerindeki sonuçlar ve Karaçay ve ark.⁽²⁶¹⁾ tarafından yapılan sabit fonksiyonel aparey çalışmasındaki sonuçlar ile benzer şekilde iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış göstermiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Co-A (mm) uzunluğundaki artış Geç dönem ve Peak dönem arasında karşılaştırıldığında ise Peak dönem grubunda görülen artış Geç dönemde görülen artıştan istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.9). Bu artışın monoblok tedavisi ile kondilde büyümenin uyarılması nedeniyle iki gelişim grubunda da artış gösterdiği ve Peak dönemde devam eden aktif büyüme nedeni ile Geç dönem grubuna göre daha yüksek olduğu düşünülmüştür. Peak dönemdeki sınırlı koopere hastalarda Co-A (mm) uzunluğundaki artışın tam koopere hastalardan daha fazla olması istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.11).

Peak dönemdeki iki kooperasyon derecesi arasındaki bu fark kooperasyon arttığında maksilla üzerinde sınırlayıcı etkinin arttığını göstermektedir.

Maksillada ANS-PNS (mm) ölçümündeki artış ise Yüksel⁽²⁶⁾ ile Dağsuyu⁽²⁶²⁾ tarafından çalışmalar ile benzer şekilde iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.7 ve 4.8). Bu büyüme gelişim dönemi tamamlanmamış hastalarda beklenen bir sonuçtur. ANS-PNS (mm) ölçümündeki artış Geç dönem ve Peak dönem arasında karşılaştırıldığında ise Peak dönem grubunda görülen artış Geç dönemde görülen artıştan istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.9). Boyutsal ölçümlerden olan ANS-PNS (mm) mesafesinde görülen bu farkın Peak dönem grubunda devam eden aktif büyüme potansiyeli nedeni ile gerçekleşmesi beklenen bir durumdur.

Çalışmamızda A noktasının VRD ve HRD'ne olan uzaklığını veren A-yTot (mm) ve A-xTot (mm) ölçümleri iki gelişim grubunda da artarken Peak dönem grubunda istatistiksel olarak önemli derecede artış gözlenmiştir (Tablo 4.8). Peak dönem grubunda A-yTot (mm) ve A-xTot (mm) mesafe ölçümlerinde görülen artışın Geç dönemde görülen artıştan istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.9). Bu A noktasının referans düzlemlere olan uzaklığının arttığını bildiren çalışmalar ile benzer bulunmuştur.^(85, 146, 178, 263) Peak dönemde ise sınırlı koopere hastalarda A-xTot (mm) uzunluğundaki artışın tam koopere hastalardan istatistiksel olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Bu değişim Co-A (mm) ölçümünün Peak dönemdeki sınırlı kooperasyon gösteren hastalardaki değişimle benzer olup kooperasyon arttıkça sınırlayıcı etkinin arttığını göstermektedir.

Peak dönemde ise sınırlı koopere hastalarda A-N Perp (mm) uzunluklarındaki artışın tam koopere hastalardan istatistiksel olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Tedavi grupları arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise Geç dönemdeki A-N Perp (mm) mesafesindeki artışın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Geç dönemde de devam eden nazal büyümenin bu farkın oluşmasına katkı sağladığı düşünülmüştür. Monoblok tasarımı eklenen anterior protrüzyon vidasının tedavi etkisine ters yönde gösterdiği etki de bu değerlendirmeler içinde dikkate alınmalıdır.

Mandibular iskeletsel ölçümlerdeki değişimler incelendiğinde mandibulanın ön kafa kaidesine göre konumunu veren SNB° açısındaki artış iki gelişim grubunda da

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.7 ve 4.8). Tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında SNB° açısı artışın Peak dönemde Geç dönem grubundan istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Daha önceki çalışmalarda fonksiyonel tedaviyle SNB° açısında meydana gelen istatistiksel olarak önemli artışın büyümenin stimülasyonunun bir bulgusu olduğu ve diğer tedavi seçeneklerinden ayrıldığı belirtilmiştir.^(151, 153, 264) Çalışmamızla uyumlu şekilde araştırmaların büyük çoğunluğunun yapıldığı Peak dönemde SNB° açısındaki artışın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varan birçok çalışma mevcut olup^(86, 146) Geç dönemde de yapılan araştırmalarda da SNB° açısının arttığına dair çalışmalar mevcuttur.^(26, 183, 232, 265) Korona⁽²⁷⁾ ise çalışmasında Geç dönem monoblok grubundaki SNB° açısındaki artışta önemli fark bulunmadığını rapor etmiştir. Kooperasyon derecesine göre ise iki gelişim grubunda da SNB° açısındaki artış önemli bulunmamıştır (Tablo 4.10 ve 4.11). Tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise Peak dönemdeki artış istatistiksel olarak önemli derecede Geç dönemdeki hastalardan yüksek bulunmuştur (Tablo 4.12). Sonuçlar tedavi ile mandibula da hedeflenen SNB° açısındaki artışın Peak dönem grubunda daha etkili sonuçlandığını, kooperasyon faktörünün önemli fark yaratmadığını göstermektedir.

Lee ve ark.⁽²⁶⁶⁾ Pogonyon noktasının mandibulanın yer değiştirmesini en iyi gösteren nokta olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda total çakıştırma yöntemi ile ölçülen Pg-yTot (mm), Pg-xTot (mm) uzunluklarındaki artış daha önceki hem Geç dönem hem de Peak dönem çalışmalara benzer şekilde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.7 ve 4.8).^(26, 146, 150, 258, 265) Tedavi ile oluşan değişiklikler iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında Pg-yTot (mm), Pg-xTot (mm) uzunluklarındaki artışın Peak dönemde Geç dönem grubundan istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Sonuçlar tedavi gruplarında mandibulada hedeflenen boyutsal artışların Peak dönem grubunda daha etkili sonuçlandığını göstermektedir. Kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönemdeki tam koopere hastalarda Pg-xTot (mm) mesafesindeki artış sınırlı koopere hastalardan daha fazla olup istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.10). Peak dönemde ise Pg-xTot (mm) mesafesindeki artış sınırlı koopere hastalarda tam koopere hastalardan daha fazla olup bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.11). İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise Pg-yTot (mm) ve Pg-xTot (mm)

uzunluklarındaki artışın Peak dönemdeki tam koopere hastalarda istatistiksel olarak önemli derecede fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Bu sonuç kooperasyon ayrımı gözetmeksizin iki gelişim grubu arasında yapılan karşılaştırma ile benzer ve hedeflenen boyutsal artış değişimlerindenidir. Sonuçlarda Peak dönemdeki tam koopere hastalarda sınırlı koopere hastalara göre tedavi hedefleri yönünde önemli sonuç bulunamaması Peak grubunda kooperasyon derecesinin azalmasının mandibular iskeletsel ölçümlerde tedavi hedeflerine ulaşılmasında etkili olmadığını düşündürmüştür. Bununla birlikte kooperasyonun zaman zaman düştüğü hastalarda ilave kullanım sağlanarak, overjet eliminasyonu sağlanana kadar tedaviye devam edilmiştir. Çalışmamız retrospektif olduğu için tedavinin sonuçlanması için hedef bir süre belirlenmemiştir.

Geç dönemdeki bireylerde uygulanan fonksiyonel tedavi sonrasında değerlendiren daha önceki çalışmaların bazılarında dentoalveolar etkili^(127, 256) bazılarında ise iskeletsel etkili^(232, 267) olduğu sonucuna varılmıştır. Daha önceki çalışmalarda büyümenin hem kızlarda hem de erkeklerde büyüme ve gelişimin geç dönemlerine (Ru) kadar devam edebildiği ortaya koyulmuştur.^(94, 268) Erken erişkin dönemde mandibular kondilde, mineralize olmamış kıkırdak büyüme bölgeleri ve farklılaşmamış mezenşimal bölgeler görülmektedir.^(269, 270) Ruf ve Pancherz⁽¹⁷⁹⁾ Herbst apareyi ile yaptıkları çalışmalarında bu hasta grubunda mandibula uzunluğundaki artışın kondroblastik bölgedeki hücrelerin aktivasyonu nedeniyle oluştuğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlarda iki gelişim grubunda da mandibular efektif uzunlukta (Co-Gn) istatistiksel olarak önemli ölçüde artış gözlenmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Geç dönemdeki bu değişikliklerle kondilde az da olsa hücresel aktivasyonun sağlanabileceği ancak bu konuda bireysellik faktörü olduğu unutulmamalıdır.

Efektif mandibular uzunluk, ramus yüksekliği ile korpus uzunluğu; Co-Gn (mm), Co-Go (mm) ve Go-Me (mm) parametreleri ile değerlendirilmiş olup iki gelişim grubunda da uzunluklardaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.7 ve 4.8). Tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında Co-Gn (mm), Co-Go (mm) ve Go-Me (mm) uzunluklarındaki artışın Peak dönemde Geç dönem grubundan istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Mills⁽²⁷¹⁾ ile McNamara ve ark.⁽²⁷²⁾ mandibular büyümenin Go-Me (mm) uzunluğundan çok Co-Go (mm) mesafesinin artışı ile gerçekleştiğini savunmuşlardır. Aras ve ark.⁽²⁷³⁾ pubertal ve postpubertal hastalarda forsus apareyi uygulamışlar ve pubertal gruptaki

hastalarda Co-Go (mm) mesafesinde istatistiksel olarak önemli artış tespit ederken, postpubertal gruptaki hastalarda önemli artış görmediklerini bildirmişlerdir. Kooperasyon derecesine göre ise iki gelişim grubu içerisinde Co-Gn (mm) ve Go-Me (mm) parametrelerinde önemli fark görülmezken, Peak dönemde Co-Go (mm) mesafesindeki artışın sınırlı koopere hastalarda tam koopere hastalardan istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu görülmüştür (Tablo 4.11). Tam koopere hastalar karşılaştırıldığında Peak dönem grubundaki tam koopere hastalarda Co-Gn (mm) ve Go-Me (mm) mesafelerindeki artış istatistiksel olarak önemli derecede Geç dönem grubundan yüksek bulunmuştur (Tablo 4.12).

Çalışmamızda referans düzlemlerine göre B noktasının uzaklığını veren B-yTot (mm) ve B-xTot (mm) parametrelerinin iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Daha önceki benzer çalışmalarda sonuçları destekler sonuçlar rapor edilmiştir. Korona⁽²⁷⁾ tez çalışmasında postpubertal ve pubertal gruptaki monoblok hastalarında çalışmamıza benzer şekilde istatistiksel olarak önemli artış tespit etmiştir. Özbilek⁽²⁵⁸⁾ yaptığı çalışmasında monoblok uygulanan hastalarda B noktasının referans düzlemlerine uzaklığında artış gözlemlemiş ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir. Mills ve ark.⁽²⁷⁴⁾ ise twin blok uyguladıkları hastalarda B noktasının referans düzlemlere uzaklığındaki artışı istatistiksel olarak önemli rapor etmiştir. Tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında B-xTot (mm) uzunluğundaki artışın Peak dönemde Geç dönem grubundan istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Gelişim grupları içerisinde kooperasyon derecesine göre ise B-yTot (mm) ve B-xTot (mm) parametrelerinde istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir (Tablo 4.10 ve 4.11). İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise B-xTot (mm) uzunluğundaki artışın Peak dönemdeki tam koopere hastalarda istatistiksel olarak önemli derecede fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Bu sonuçta kooperasyon derecesinin mandibular boyutsal artışlarda Pogonyon noktası ile benzer şekilde B noktasının da referans düzlemlere olan uzaklığındaki değişimde etkili olmadığını göstermektedir. Sınırlı koopere hastalarda overjet eliminasyonu için tedaviye devam edilmesi SNB° açısında olduğu gibi boyutsal ölçümlerde de bu farkın önemli bulunmamasına neden olmuş olabilir.

Gonyal açısı (Ar-Go-Me°) ve alt gonyal açısındaki (N-Go-Me°) artış iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.7 ve 4.8). Tedavi ile oluşan

değişiklikler karşılaştırıldığında iki gelişim grubu arasında önemli fark görülmemiştir (Tablo 4.9). Kooperasyon derecesine göre karşılaştırıldığında ise Geç dönemde tam koopere hastalarda Ar-Go-Me° açısı artışın sınırlı koopere hastalardan istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10). İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise iki gelişim grubu önemli fark göstermemiştir (Tablo 4.12). Daha önceki çalışmalar incelendiğinde ise sonuçlar çalışmamızla uyumlu bulunmuştur.^(27, 240, 260)

Maksillo-mandibular ölçümler incelendiğinde ANB° açısı ve Wits (mm) ölçümünde iki gelişim grubunda da benzer değişimler görülmüş ve istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Daha önceki çalışmalarda fonksiyonel tedavi ile ANB° açısında azalma bildiren birçok çalışma mevcuttur.^(142, 146, 151, 257) Çenelerin birbirine göre konumunu veren ANB° açısındaki azalma SNA° açısındaki azalma ve SNB° açısındaki artışın kombinasyonu şeklinde görülebildiği gibi, çalışmamızda bu azalmanın daha çok SNB° açısındaki artış kaynaklı olduğu görülmektedir. Doruk ve Göyenç⁽¹⁴⁾ tarafından yapılan Geç dönem monoblok çalışmasında ANB° açısındaki azalmanın daha çok mandibula kaynaklı olduğu bildirilmiştir. Pancherz ve Hägg⁽²⁷⁵⁾ Geç dönemde uyguladıkları Herbst tedavisi çalışmalarında çalışmamızla benzer olarak Wits (mm) ölçümünde istatistiksel olarak önemli bir azalma bildirmişlerdir. Yüksel⁽²⁶⁾ de tez çalışmasında hem Peak dönemde hem de Geç dönemde monoblok kullanan hastalarda Wits ölçümündeki azalma miktarının istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir. Korona⁽²⁷⁾ Geç dönemde ve Peak dönemde uygulanan hem monoblok ve hem de Herbst apareylerinde Wits ölçümündeki azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir. Tedavi ile oluşan değişimler iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında ANB° açısındaki azalma Peak dönem grubunda Geç dönem grubundan istatistiksel olarak önemli derecede fazla bulunmuştur (Tablo 4.9). ANB° açısındaki azalma tedaviyle hedeflenen değişikliklerden olup Peak dönemde Geç dönemden daha etkin sonuçlar alındığını göstermektedir. Kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönemde tam koopere hastalarda ANB° açısındaki azalmanın istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu (Tablo 4.10), Peak dönemdeki tam koopere hastalarda ise ANB° açısı ile Wits (mm) ölçümündeki azalmanın istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Sonuçlarda değişimlerin tedavi hedefi yönünde olduğu ve kooperasyon derecesi

arttığında hedeflenen yönde maksillo-mandibular sapmanın azaldığı ve tedavi etkinliğinin arttığı görülmektedir. İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise ANB° açısı ile Wits (mm) ölçümündeki azalmanın Peak dönemde istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Sonuçlar Geç dönem grubunda kooperasyon derecesinin artmasının ANB° açısındaki azalmayı istatistiksel olarak önemli derecede arttırdığını, tam koopere hastalar içerisinde ise hastanın Peak dönemde olmasının tedavi etkinliği yönündeki başarıyı arttırdığını göstermiştir.

Düzlemler arası ölçümler incelendiğinde PP/MP° açısında iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Albayrak,⁽²⁴⁰⁾ Cacciatore⁽²⁷⁶⁾ ve Yüksel⁽²⁶⁾ tarafından yapılan araştırmalar çalışmamızı destekler sonuçlara sahiptir. Bununla birlikte PP/MP° açısında istatistiksel olarak önemli değişiklik tespit edilmeyen çalışmalar da mevcuttur.^(14, 265) Mandibulanın kraniyal kaideye göre rotasyonel değişimi SN-GoGn° açısı ile değerlendirilmiş ve görülen artışın ise iki gelişim grubu içinde önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Daha önceki çalışmalarda hareketli fonksiyonel aparey kullanan hastalarda mandibular düzlem açısında artış görüldüğünü bildiren çalışmalar mevcuttur.^(52, 138) Sıklıkla sabit fonksiyonel apareyler ile yapılan araştırmalarda bu açıdaki değişimin önemli bulunmadığı rapor edilmiştir.^(256, 277, 278) Monoblok apareyi kullanan hastalarda yapılan bazı çalışmalarda da SN-GoGn° açısındaki değişikliğin önemli bulunmadığı rapor edilmiştir.^(27, 263) Bu sonuçlar çalışmamızla uyumlu bulunmuştur. PP/MP° ve SN-GoGn° açısındaki tedavi ile oluşan değişiklikler iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında önemli farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 4.9). Grup içinde kooperasyon derecesine göre düzlemler arası ölçümlerdeki tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında da hem Geç dönem hem Peak dönem grubunda kooperasyon derecesine göre önemli farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 4.10 ve 4.11). Benzer şekilde iki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar arasında da düzlemler arası ölçümlerde önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.12).

Monoblok apareyi ile yapılan daha önceki çalışmalar ile uyumlu olarak çalışmamızda da iki gelişim döneminde de alt anterior yüz yüksekliğini veren ANS-Me (mm) mesafesinde istatistiksel olarak önemli artış gözlenmiştir.^(26, 142, 146, 279) Peak dönem grubunda ise S-Go/N-Me oranı istatistiksel olarak önemli derecede artış gösterirken Geç dönem grubunda bu orandaki artış önemli bulunmamıştır (Tablo 4.7 ve 4.8). Daha

önceki çalışmalarda Jarabak oranını veren S-Go/N-Me oranındaki değişikliği önemli bulmayan çalışmalar^(26, 280) ile birlikte, çalışmamızla benzer sonuçları bildiren ve artışın istatistiksel olarak önemli olduğunu bildiren araştırmalar da mevcuttur.^(27, 281) Çalışmamızda Peak dönem grubunda meydana gelen arka yüz yüksekliği artışının daha fazla olması nedeniyle artan Jarabak oranının, posterior bölgede meydana gelen molar erüpsiyonu ile kondilde meydana gelen vertikal yön büyümesinin artışından kaynaklandığını düşünülmüştür. Tedavi ile oluşan değişiklikler iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında Peak dönemdeki hastalarda ANS-Me (mm) uzunluğu ve S-Go/N-Me oranı Geç dönemdeki hastalardan istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla artış göstermiştir (Tablo 4.9). Kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında iki gelişim grubu içinde önemli fark tespit edilememiştir (Tablo 4.10 ve 4.11). İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında Peak dönemde alt anterior yüz yüksekliğini veren ANS-Me (mm) uzunluğu istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla artış göstermiştir (Tablo 4.12). Peak dönemde Geç döneme göre istatistiksel olarak önemli derecede artış gösteren alt anterior yüz yüksekliği nedeniyle mandibular posterior rotasyon görülmemesi bu durumun aktif büyüme gelişim dönemi nedeniyle oluşan boyutsal artış olduğunu düşündürmektedir.

Mandibular dentoalveolar ölçümler incelendiğinde alt keser eğimi ($A1-NB^\circ$ ve $IMPA^\circ$) ile horizontal olarak alt keser konumunu veren ($A1-NB$ (mm) ve $A1-yMand$ (mm)) uzunluklarda iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Çalışmamızda iki gelişim grubunda da protrüzyonu önlemek için yapılan akrilik cappinge rağmen $A1-NB^\circ$ ve $IMPA^\circ$ açılarında artış görülmüştür. Daha önceki çalışmalar incelendiğinde monoblok uygulaması ile görülen alt keser protrüzyonu bulgusu Jakobsson,⁽²⁷⁹⁾ Pancherz,⁽¹⁵¹⁾ Tümer ve Gültan,⁽²⁵⁷⁾ Cozza ve ark.⁽¹⁴⁶⁾ tarafından yapılan çalışmalar ile benzer bulunmuştur. Peak dönem grubunda ise $A1-xMand$ (mm) mesafesinin istatistiksel olarak önemli derecede artması alt keserlerde protrüzyona ek olarak ortalama 1,04 mm'lik bir ekstrüzyon olduğunu göstermektedir. Geç dönem grubunda ise $A1-xMand$ (mm) mesafesinde önemli bir değişiklik görülmemiştir. Tedavi ile oluşan değişiklikler iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında Geç dönemde alt keser eğimindeki ($A1-NB^\circ$ ve $IMPA^\circ$) artış ile $Ü1-A1^\circ$ açısındaki azalma miktarı istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla bulunmuştur (Tablo 4.9). Alt keserin vertikal referans düzlemine uzaklığını veren $A1-$

yMand (mm) mesafesi ve overjetteki azalma miktarında ise iki gelişim grubu arasında önemli farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 4.9). Fonksiyonel tedaviyle mandibulada iskeletsel olarak büyümeyi stimüle edip overjet eliminasyonun maksimum iskeletsel sonuçla elde edilmesi istenen sonuçtur. Sonuçlardaki farklılıklar incelendiğinde Geç dönemde elde edilen dental etkinin daha çok alt keserlerin labiale devrilmesi ile oluşan keser protrüzyonu ile sağlandığı görülmüştür.

Kooperasyon derecesine göre alt keserlerdeki tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında Geç dönemde tam koopere hastalarda alt keser eğimi ($A1-NB^\circ$ ve $IMPA^\circ$) ve alt keser konumu ($A1-yMand$) mesafesindeki artış ile $\dot{U}1-A1^\circ$ açısındaki azalma miktarı istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla bulunmuştur (Tablo 4.10). Geç dönemde alt keserlerde görülen etkilerin hastanın kooperasyon derecesi arttığında istatistiksel olarak önemli derece daha fazla olduğu ancak bunun overjet miktarındaki azalmaya katkı sağlamadığı görülmüştür. İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise kooperasyondan bağımsız alınan sonuçlar ile benzer olarak overjet eliminasyonundaki fark önemli bulunmamış olup, Geç dönemdeki tam koopere hastalarda alt keser eğimindeki ($A1-NB^\circ$ ve $IMPA^\circ$) artış ile $\dot{U}1-A1^\circ$ açısındaki azalma miktarı istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla bulunmuştur (Tablo 4.12).

Çalışmamızda üst keser konumlarındaki değişim incelendiğinde $\dot{U}1-NA^\circ$ açısı ve $\dot{U}1-NA$ (mm) uzunluğunda iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edilmiş (Tablo 4.7 ve 4.8) ancak iki gelişim grubu arasında önemli fark göstermemiştir (Tablo 4.9). Daha önceki çalışmalarda monoblok uygulanan hastalarda üst keserlerde retrüzyon görüldüğünü bildiren sonuçlar mevcuttur.^(86, 142, 257, 282) Çalışmamızda ise üst keserlerde protrüzyon tespit edilmiş olup bu değişiklikler önemli bulunmuştur. Başlangıç aparey tasarımında yeterli profil düzeltimi için ilave aktivasyona hareket alanı yaratmak amacıyla anterior vida eklenmektedir. Üst keser açılarında görülen artışın bu nedenle olduğu düşünülmüştür. Maksiller vertikal ve horizontal referans düzlemlerinde göre üst keserler değerlendirildiğinde Peak dönem grubunda $\dot{U}1-xMax$ (mm), $\dot{U}1-yMax$ (mm) uzunluklarında istatistiksel olarak önemli artış tespit edilirken, Geç dönem grubunda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). İki gelişim grubu arasındaki bu farklılık Peak dönem grubundaki vertikal ve horizontal yönde gerçekleşen aktif dentoalveolar büyüme potansiyeli nedeniyle boyutsal ölçümlerdeki artış ve bu artışın distalizasyon hareketinden daha

fazla olması ile açıklanabilir. Kooperasyon derecesinde göre ise iki gelişim dönemi arasında üst keser eğimi ve üst keser konumu önemli bir değişiklik göstermemiştir (Tablo 4.10 ve 4.11).

Overjet ölçümünde iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Daha önceki çalışmalar incelendiğinde çalışmamız ile uyumlu olarak birçok çalışmada overjet ve overbite ölçümünde istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edildiği görülmüştür.^(26, 105, 146) Overjetin azaltılması tedavi hedeflerinden biri olduğu için beklenen bir durumdur. Çalışmamızda Geç dönem grubunda ortalama $2,21 \pm 1,96$ mm overjet, Peak dönem grubunda ise overjetin ortalama $2,71 \pm 2,03$ mm azaldığı tespit edilmiştir. Ancak bu durum gerçek overjet azaltımını ortaya koymamaktadır. Birçok hastada üst keserlerin anterior vida ile protrüze edilmesi overjet azalma miktarının olduğundan düşük çıkmasına neden olmuştur. Overjet miktarındaki azalma karşılaştırıldığında Geç dönem ve Peak dönem grubu arasında overjet eliminasyonunda önemli bir değişiklik görülmemiştir (Tablo 4.9). Peak dönem grubunda başlangıç overjet miktarı Geç dönemden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek (Tablo 4.6) olmasına rağmen overjet eliminasyonunda önemli bir farklılık görülmemiştir (Tablo 4.9). Overjet eliminasyonunun benzer bulunması Geç dönemde alt keserlerin eğiminde Peak döneme göre istatistiksel olarak önemli derecede yüksek artış görülmüş olması nedeniyledir (Tablo 4.9). İki gelişim grubu içerisinde kooperasyon derecesine göre karşılaştırma yapıldığında kooperasyon derecesinin overjet eliminasyonunda önemli bir değişiklik oluşturmadığı görülmüştür (Tablo 4.10 ve 4.11). Sınırlı ve tam koopere hastalar arasında overjet değişiminde fark görülmemesi sınırlı kooperasyon gösteren hastalarda overjet eliminasyonu sağlanana kadar apareyin kullanılmaya devam edilmesi nedeniyledir.

Gerçek overjet düzeltimi incelendiğinde çalışmamızda Geç dönemdeki overjet düzeltiminin 3,34 mm olduğu; %38'inin iskeletsel, %62'sinin dental olarak düzeltildiği tespit edilmiştir. Geç dönemdeki 1,26 mm'lik iskeletsel etkide maksiller katkının olmadığı (0,24 mm), tamamının mandibula (1,5 mm) kaynaklı olduğu görülmüştür. Geç dönemdeki 2,08 mm'lik dental etkide ise protrüze olan maksiller keserin katkısının olmadığı (0,41 mm), tamamının mandibular keser protrüzyonu (2,49 mm) kaynaklı olduğu görülmüştür (Şekil 4.1). Peak dönemdeki gerçek overjet düzeltiminin 3,4 mm olduğu; %53'ünün iskeletsel, %47'sinin dental olarak düzeltildiği görülmektedir. Peak dönemdeki 1,81 mm'lik iskeletsel etkide maksiller

katkının olmadığı (1,07 mm), tamamının mandibula (2,88 mm) kaynaklı olduğu görülmüştür. Peak dönemdeki 1,59 mm'lik dental etkide protrüze olan maksiller keserin katkısının olmadığı (1,38 mm), tamamının mandibular keser (2,97 mm) kaynaklı olduğu görülmüştür (Şekil 4.2). Peak dönemde görülen iskeletsel etkinin Geç döneme göre yüksek olduğu ve benzer overjet eliminasyonuna ulaşmada Geç dönemdeki dental katkı oranının yüksek olmasının etkili olduğu görülmektedir.

Overbite ölçümünde iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Overbite miktarındaki azalma daha önceki birçok çalışmada rapor edildiği gibi keserleri protrüzyonu ve posteriorda molarların ekstrüzyonu gibi faktörlerden etkilenmektedir.^(26, 105, 146) Çalışmamızda Geç dönem grubunda ortalama $2,27 \pm 1,54$ mm overbite azalması olduğu, Peak dönem grubunda ise overbite mesafesinde $2,12 \pm 1,72$ mm azalma olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda anterior vida nedeni ile üst keser dişlerde istatistiksel olarak önemli protrüzyon görülmesi, alt keserlerde görülen protrüzyon ve alt molar ekstrüzyonunun overbite azalmasında etkili olduğu görülmüştür. İki gelişim grubu arasında overbite değişimi ise önemli bir farklılık göstermemiştir (Tablo 4.9). Kooperasyon derecesine göre değişiklikler karşılaştırıldığında ise Geç dönemde tam koopere hastalarda overbite miktarındaki azalma sınırlı kooperasyon gösteren hastalardan istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.10). Geç dönemde kooperasyon arttığında alt keser protrüzyonunun artması, overbite miktarındaki azalmanın artmasını açıklayabilir. Tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise Geç dönemdeki Ü6-yMax (mm) ve Ü6-xMax (mm) mesafelerindeki azalma miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmuş olmasına rağmen Geç dönemdeki bu tam koopere hastalarda overbite mesafesinde görülen azalma istatistiksel olarak önemli derecede daha fazladır (Tablo 4.12). Geç dönemde overbite mesafesinde görülen bu azalmanın molarların vertikal hareketi yerine alt keserlerin protrüzyonu nedeni ile olduğu görülmektedir. Peak dönemdeki tam koopere hastalarda alt ve üst keserlerin referans düzlemlere vertikal uzaklığını veren Ü1-xMax (mm) ve A1-xMand (mm) mesafelerinin istatistiksel olarak önemli derecede artarak overbite miktarını artıracak yönde hareket etmeleri ise bu farkın oluşmasındaki diğer faktör olarak gösterilebilir (Tablo 4.12).

Peak dönem grubunda üst molarların vertikal yönde yer değiştirmesi incelendiğinde Ü6-xMax (mm) uzunluğunun istatistiksel olarak önemli derecede artış gösterdiği ve üst molarların vertikal yönde erüpte olmaya devam ettiği görülmüştür (Tablo 4.8). Geç

dönem grubunda ise önemli bir vertikal değişiklik görülmemiştir (Tablo 4.7) Üst molarların horizontal yönde yer değiştirmesi ise Ü6-yMax (mm) ölçümü ile değerlendirilip Geç dönem grubunda istatistiksel olarak önemli derecede azalma göstererek üst molarların distalize olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Peak dönem grubunda ise üst molarlarda önemli bir horizontal değişiklik görülmemiştir (Tablo 4.8). Daha önceki monoblok apareyi ile yapılan çalışmalarda üst molarlarda distalizasyon bildirilirken^(14, 26, 86, 257) bazı çalışmalar üst molarlardaki değişikliği önemli bulmamıştır.^(146, 151) Çalışmamızdaki iki gelişim dönemi arasındaki farklı değişikliklerin Geç dönemdeki hastaların büyüme gelişimin son evresinde olması nedeniyle dentoalveolar büyüme ve gelişimlerinin yavaşlaması, Peak dönemdeki hastaların ise sadece zirve dönem yani Mp3cap döneminde olmaları nedeniyle aktif dentoalveolar büyüme potansiyeli göstermeleri sonucu oluştuğu düşünülmüştür. Kooperasyon derecesine göre tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında ise Peak dönemde Ü6-xMax (mm) mesafesindeki artışın sınırlı koopere hastalarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Gelişim dönemlerine göre tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise Geç dönemde görülen Ü6-yMax (mm) ve Ü6-xMax (mm) mesafelerindeki azalma miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.12). Bu sonuçlardan Peak dönemde kooperasyon azaldığında maksiller dentoalveolar düzeyde de sınırlayıcı etkinin azaldığını göstermektedir. Geç dönemde ise dentoalveolar gelişim yavaşlamıştır. Bu nedenle Peak döneme göre sınırlayıcı etki ile distalizasyon ve intrüzyon yönünde etki görülebildiği anlaşılmaktadır.

Alt molarların vertikal ve horizontal konumunu veren A6-yMand (mm) ve A6-xMand (mm) uzunluklarında iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edilmiş olup alt molarların mezialize ve ekstrüze olduğunu göstermektedir. (Tablo 4.7 ve 4.8). Tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında Peak dönemde A6-yMand (mm) ve A6-xMand (mm) uzunluklarındaki artışın istatistiksel olarak önemli derece daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). İki gelişim dönemi içinde de kooperasyon derecesine göre alt molarların vertikal ve horizontal yer değiştirmelerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir (Tablo 4.10 ve 4.11).

Çalışmamızda yumuşak doku ölçümlerindeki değişimler incelendiğinde Geç dönem ve Peak dönem gruplarında da alt dudak protrüzyonunda (AD-S) istatistiksel olarak önemli derecede artış tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Tedavi ile oluşan değişiklikler iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında ise Geç dönem grubunda

alt dudak protrüzyonundaki artış istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.9). Bu farklılık Geç dönem grubunda alt keser protrüzyonunun istatistiksel olarak önemli ölçüde daha fazla olması ile açıklanabilir. Geç dönem grubunda üst dudak protrüzyonunda (ÜD-S) önemli bir değişiklik gözlenmezken Peak dönem grubunda üst dudak protrüzyonundaki azalma istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.7 ve 4.8). Remmer ve ark.⁽¹¹⁸⁾ Cozza ve ark.⁽¹⁴⁶⁾ ve Eroğlu⁽²⁴⁰⁾ tarafından yapılan çalışmalarda da çalışmamıza benzer şekilde AD-S mesafesinde anlamlı artış görülmüş ancak ÜD-S mesafesindeki değişiklik önemli bulunmamıştır. Almeida ve ark.⁽²⁸³⁾ tarafından yapılan çalışmada ise ÜD-S mesafesindeki azalma ve AD-S mesafesindeki artış istatistiksel olarak önemli rapor edilmiştir. İki gelişim grubu arasında Peak dönemde ÜD-S (mm) mesafesindeki azalmanın ise istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek bulunması bu değişimin yumuşak doku pogonyon noktasının Geç dönem grubuna göre daha fazla öne doğru yer değiştirmesiyle ve maksilla üzerindeki sınırlayıcı etkinin Peak dönemde daha fazla olmasıyla ilişkilendirilmiştir (Tablo 4.9).

Alt dudağın vertikal referans düzlemine uzaklığını veren Li-yTot (mm) mesafesinde gördüğümüz artışın iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli görülmesi AD-S mesafesindeki artış ile aynı şekilde alt dudağın öne doğru hareketi ile benzer sonuçlar göstermiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). İki gelişim grubu karşılaştırıldığında ise Peak dönem grubunda alt dudak ve üst dudağın referans düzlemlere göre uzaklığını veren Li-yTot (mm), Li-xTot (mm), Ls-yTot (mm), Ls-xTot (mm) mesafelerindeki artışın istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve aktif büyüme potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir (Tablo 4.9). Çalışmamızda Mentolabial açı iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli derecede artış göstermiş Varlık ve ark.⁽¹⁵⁰⁾ Esenlik ve ark.⁽²⁸⁴⁾ ve Yüksel⁽²⁶⁾ tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Overjet eliminasyonu, mandibular projeksiyonun artması ve üst keser ile alt keser arasına yerleşen alt dudağın bu bölgeden kurtulması nedeniyle bu açıda artış görüldüğü düşünülmüştür. İki gelişim grubu arasında ise Mentolabial açıdaki artış arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Tablo 4.9).

Ortodontik tedaviyle birlikte fonksiyonel ve estetik faktörlerin birlikte değerlendirilerek ideal oklüzal fonksiyon ve dentofasiyal estetiğin sağlanması hedeflenmektedir. Sınıf II iskeletsel problemlerin tedavi sonu hedeflerinden biri de

profildeki artmış konveksiteyi azaltmaktır.^(232, 285) Konveksite açısında (NA-APg°) iki gelişim grubunda da benzer değişimler görülmüş ve istatistiksel olarak önemli derecede azalma tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Mills ve McCulloch⁽²⁷⁴⁾ tarafından twin blok kullanan hastalar üzerindeki çalışmada da kontrol grubuna göre konveksite açısında istatistiksel olarak önemli derecede azalma bildirilmiş ve bu sonucun çalışmamızdaki NA-APg° açısındaki azalmanın iki grup içinde istatistiksel olarak önemli bulunması ile benzer olduğu görülmüştür (Tablo 4.7 ve 4.8). Dikmen⁽²⁵⁹⁾ tarafından yapılan monoblok ve twin blok apareylerinin karşılaştırıldığı çalışmada ise Sınıf II Bölüm 1 olgulardaki NA-APg° açısındaki azalma miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tedavi ile oluşan değişimler iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında NA-APg° açılarındaki azalma Peak dönem grubunda Geç dönem grubundan istatistiksel olarak önemli derecede fazla bulunmuştur (Tablo 4.9). Sert doku konveksite açısındaki azalma tedaviyle hedeflenen değişiklikler olup Peak dönemde Geç dönemden daha etkin sonuçlar alındığını göstermektedir. Kooperasyon derecesine göre NA-APg° açısındaki tedavi ile oluşan değişiklikler karşılaştırıldığında ise Peak dönemdeki tam koopere hastalarda bu açıdaki azalmanın istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Bu sonuç kooperasyon arttığında profildeki konveksitede düzelme olduğu göstermiştir. İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise NA-APg° açısı azalmanın Peak dönemde istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12).

Çalışmamızda G'-Sn-Pg¹⁰ ve G'-Pn-Pg¹⁰ parametreleri ile yumuşak doku konveksite açısı ve total yüz konveksite açısı değerlendirilmiş ve iki gelişim grubunda da artışın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Çalışmamızla benzer şekilde Lange ve ark.⁽²⁸⁶⁾ Yüksel⁽²⁶⁾ ile Esenlik ve ark.⁽²⁸⁴⁾ tarafından yapılan çalışmalarda iki açıdaki artışın da istatistiksel olarak önemli olduğu rapor edilmiştir. Dikmen⁽²⁵⁹⁾ tarafından monoblok ve twin blok apareyleri kullanan hastalarda yapılan çalışma ile Özbilek⁽²⁵⁸⁾ tarafından monoblok ve iskeletsel ankraj uygulanan hasta gruplarında yapılan çalışmada da yumuşak doku konveksitesinin düzeldiği rapor edilmiştir.

Arnett ve Bergman⁽²⁸⁷⁾ 1993 yılında teşhis ve tedavi planlamasında fasiyal estetik üzerine yaptıkları çalışmalarında Sınıf I oklüzyona sahip bireyler için yumuşak doku konveksite açısının (G'-Sn-Pg¹⁰) norm aralığını 165° -175° olarak tanımlamış ve açı

165°'nin altında olduğunda Sınıf II hasta profilini gösterdiğini bildirmişlerdir. Burstone⁽²⁸⁸⁾ ise G'-Sn-Pg^o açısının norm değerlerini $168.7^{\circ} \pm 4.1$ olarak bildirmiş ve yapılan araştırmalarda norm değerinin altında olmasının Sınıf II dişsel ve iskeletsel model ile ilişkilendirilmesi gerektiğini bildirmiştir.^(289, 290) Çalışmamızda Geç dönem grubunda G'-Sn-Pg^o açısı ortalama $2,72^{\circ}$ artarak tedavi sonu ortalaması $164,93^{\circ}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). Peak dönem grubunda ise ortalama $3,3^{\circ}$ artış göstererek tedavi sonu ortalaması $163,66^{\circ}$ olarak ölçülmüş ve bu ölçümlerdeki artış iki gelişim grubu içinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.7 ve 4.8). G'-Sn-Pg^o açısındaki artış iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında önemli bir değişiklik göstermemiştir (Tablo 4.9). G'-Pn-Pg^o açısındaki artışın ise Geç dönem grubunda istatistiksel olarak önemli derecede fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Çelebi ve ark.⁽²⁹¹⁾ tarafından Türk popülasyonu norm değerlerinin karşılaştırılması amacı ile normal dental ve iskeletsel ilişkiye sahip 96 Sınıf I hasta üzerinden yaptıkları çalışmalarında G'-Sn-Pg^o açısı için $165,85^{\circ} \pm 4,65$ norm değeri bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu norm değerlerine iki gelişim grubunda da tedavi sonunda ulaşıldığı görülmüştür. Bu sonuçlar ideal profil konveksitesine yaklaştırmayı hedefleyen bu tedavide Geç dönem grubunda da Peak döneme benzer tedavi sonuçlarının alınabildiğini göstermektedir.

Yumuşak doku Pogonyon noktasının vertikal ve horizontal referans düzlemlere uzaklığındaki (Pg'-yTot ve Pg'-xTot) değişiklikler incelendiğinde iki gelişim grubunda da sert doku Pogonyon (Pg-yTot ve Pg-xTot) noktası ile uyumlu şekilde ileri ve aşağı yönde hareket ettiği tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve 4.8). İki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında ise bu mesafelerdeki artışın Peak dönemde istatistiksel olarak önemli derecede fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Patel ve ark.⁽²⁹²⁾ tarafından fonksiyonel apareyler üzerine, Varlık ve ark.⁽¹⁵⁰⁾ tarafından Twin blok ve Monoblok apareyleri üzerine ve Yüksel⁽²⁶⁾ tarafından pubertal ve postpubertal monoblok hastaları üzerine yapılan çalışmalarda da benzer şekilde yumuşak doku Pogonyon noktasının uzaklığında istatistiksel olarak önemli artış bildirilmiştir. Bu artış mandibulanın protraksiyonu ve SNB^o açısındaki artışa bağlı olarak Pogonyon noktasındaki konumsal yansımayı göstermektedir. Kooperasyon derecesine göre incelendiğinde Geç dönemdeki tam koopere hastalarda Pg'-xTot mesafesinde artış sınırlı koopere hastalara göre istatistiksel olarak önemli derecede fazla bulunmuştur (Tablo 4.10). Peak dönem grubunda ise sınırlı koopere hastalarda Pg'-xTot mesafesinde görülen artış tam

koopere hastalara göre istatistiksel olarak önemli derecede fazla bulunmuştur (Tablo 4.11). Yumuşak doku Pogonyon noktasının ön-arka yöndeki konumsal değişimi (Pg'-yTot) kooperasyon derecesine göre incelendiğinde ise iki gelişim grubunda da önemli değişiklik görülmemiş (Tablo 4.10 ve 4.11) ve sınırlı koopere hastalarda overjet eliminasyonu sağlanana kadar tedaviye devam edilmesinin bu sonuca neden olduğu düşünülmüştür. İki gelişim grubu arasında tam koopere hastalar karşılaştırıldığında ise Peak dönemde Pg'-yTot (mm) mesafesindeki artışın istatistiksel olarak önemli derecede fazla olduğu görülmüştür (Tablo 4.12). Peak dönemde görülen bu sonuç kooperasyondan bağımsız olarak iki gelişim grubunun karşılaştırıldığı analiz sonuçları ile benzer bulunmuştur.

Çene ucu yumuşak doku kalınlığını incelediğimiz Pg-Pg' (mm) mesafesindeki artış Peak dönem grubunda istatistiksel olarak önemli bulunurken, Geç dönem grubundaki değişim önemli bulunmamıştır (Tablo 4.7 ve 4.8). İki gelişim grubu karşılaştırıldığında ise Peak dönemde görülen artış miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.9). Arnett ve ark.⁽²⁹³⁾ tarafından tanıtılan yumuşak doku analizinde Sınıf I maloklüzyona sahip kız ve erkek hastalar için norm değerleri verilmiş, erkeklerde Pg-Pg' (mm) mesafesi ortalamasının daha yüksek olduğu ancak kız ve erkekler arasında önemli bir farklılık tespit edilmediğini bildirilmiştir. Çalışmamızdaki bu sonuçlar Peak dönem grubundaki aktif büyüme potansiyeli ve Peak dönem grubundaki erkek oranının Geç dönem grubuna göre fazla olması ile ilişkilendirilebilir.

Profil incelemelerinde çene ucu ve çene altı bölgesinin boğaz ile birleştiği mesafeyi içeren Boyun uzunluğu (mm) estetik olarak önemli bir parametre olup daha önceki birçok çalışmada bu parametrenin değerlendirildiği görülmektedir.^(27, 289, 294) Özellikle mandibulanın ileri-geri ve aşağı-yukarı hareketlerinden etkilenen bu bölgenin değerlendirilmesi önemli olduğu düşünülerek, mandibulanın protraksiyonunun hedeflendiği bu çalışmada bu parametre incelenmiştir. Lehman⁽²⁸⁹⁾ yumuşak dokudaki estetik faktörler üzerine yaptığı çalışmasında Boyun uzunluğu mesafesi için norm değerini 57±6 mm olarak bildirmiştir. Arnett ve Bergman⁽²⁹⁴⁾ ise teşhis ve tedavi planlamasında fasiyal estetik üzerine yaptıkları devam çalışmalarında bu mesafeyi kısa, normal ve uzun olarak tanımlamışlardır. Bu mesafenin kısa olmasının mandibular ilerletme ihtiyacının belirlenmesinde önemli bir değerlendirme noktası olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda Geç dönem grubunda Boyun uzunluğu (mm) mesafesi ortalama 2,29 mm artarak tedavi sonu ortalaması 54,04 mm olarak tespit edilmiştir.

Peak dönem grubunda ise ortalama 2,46 mm artarak tedavi sonu ortalaması 53,58 mm olarak ölçülmüştür. Çalışmamızda TP-Me' mesafesindeki bu artış iki gelişim grubunda da istatistiksel olarak önemli bulunmuş (Tablo 4.7 ve 4.8) ve iki gelişim grubu arasında karşılaştırıldığında ise önemli bir değişiklik göstermemiştir (Tablo 4.9). İki grupta da norm değerlerine yükselen değerler özellikle Geç dönem grubunda alt çene ilerletme cerrahisi ihtiyacının ortadan kaldırılmasında önemli sonuçlar alındığını göstermektedir.

Bergman ve ark.⁽²⁹⁵⁾ normal dental ve iskeletsel ilişkiye sahip Sınıf I hastalarda yumuşak doku değişimlerini inceledikleri çalışmalarında TP-Gn'/Sn-Me' oranının erkeklerde 6 yaşında ortalama %76 ölçülürken bu oranın 14 yaşında %81'e yükseldiğini ve 18 yaşında %75'e düştüğünü bildirmiştir. Kadınlarda da daha az derecede olmak üzere benzer bir geçiş gördüğünü, 6 yaşında ortalama %78 iken, 12 yaşında %82'ye yükseldiğini ve 18 yaşında ise %81'e olarak ölçüldüğünü bildirmiştir. Aynı çalışmada Tp-Gn' mesafesinin yaşla birlikte arttığı da bildirilmiştir. Çalışmamızda Boyun uzunluğu (mm) mesafesi ve ANS-Me (mm) mesafesinin iki gelişim grubunda da artış göstermesi TP-Gn'/Sn-Me' oranındaki iki parametrenin de benzer artışı nedeni ile önemli değişme göstermediği düşünülmüştür (Tablo 4.7 ve 4.8).

Sağlık alanında son birkaç yıl içinde yapay zekâ özellikli çalışmaların birçok alanda oldukça arttığı görülmektedir. Yapay zekâ uygulamaları temelde yeni bir yöntem olmayıp pandemi sürecinde online sistemlerin yaygınlaşması ve dijital teknolojinin gelişmesiyle daha yaygın kullanım alanları sağlamış ve tüm dünyada popüler hale gelmiştir. Daha önce sefalometrik landmarklar ve analizlerin otomatikleştirilmesi, ortodontik diş çekimi, tedavi planlaması, büyüme ve gelişim dönemlerinin tahmini, ortognatik cerrahi ihtiyacı ve sonrasındaki yüz morfolojisinin tahmini, dudak damak yarıklı hastalarda hipernazalite tespiti, sekonder alveolar kemik grefti uygulamasından önce yarık defekt hacminin tahmini ve dudak damak yarığı gelişiminde genetik risk tahmini gibi alanlarda çalışmalar yapılmıştır. Alanımızda yapay zekâ sistemleri üzerine çalışmalar yaygınlaşmakta olup Sınıf II hastalar üzerindeki tedavi etkinliği ile ilgili çalışma bulunmamaktadır.

Bu alanda yapılan çalışma metotlarından biri de veri madenciliği ve sınıflamadır. Sınıflamanın veri madenciliğinde yapılan uygulamaların temeli olduğu, bu alanda

verileri sınıflandırmak için ağaç yapısı olarak karar ağacı modelleri kullanıldığı ve kural çıkarma yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir.⁽²²⁵⁾ Karar ağacı modelleri, karar dizilerini ve bu kararların muhtemel sonuçlarını görsel bir şema yardımı ile ifade eden tahmine dayalı yöntemlerdir. Bu karar ağacı modellerinden beklenen kural çıkarma ve bir algoritma oluşturarak klinik tecrübe ve geleneksel standartlar yerine, sonuca ve teşhise daha iyi götüren nicel sonuçlar elde etmektir. Bu modeller, endüktif çıkarım algoritmalarının en popülerleri arasındadır. İlk olarak karar ağacının kök düğümünden başlar, düğüm tarafından belirtilen koşulu test edip ardından koşuldaki değerine karşılık gelen ağaç dalından aşağı inerek sınıflandırır. Bu işlem daha sonra yeni düğümde köklenen alt basamaktaki ağaç için tekrarlanmaktadır.⁽²²⁷⁾ Karar ağacı metotlarından Özyinelemeli Bölümleme ve Regresyon Ağaçları (RPART) verileri sınırlandırmak ve regresyon analizi uygulamak için bölümlere ayırmakta ve tahminde bulunmaktadır.

Çalışmamızda tedavi sonu ve tedavi başı ölçülen 58 sefalometrik ölçümün farkları (T1-T0) karar ağacı analizinde kullanılmıştır. İki karar ağacı oluşturulmuş olup ilk karar ağacında 58 sefalometrik parametre ile cinsiyet, yaş, tedavi süresi ve kooperasyon derecesi değişkenleri kullanılmıştır (Şekil 4.3). Çalışmamızda gruplar arasında cinsiyet dağılımı benzer olmayıp, bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.3). Bu nedenle cinsiyet değişkeni kullanılmadan analiz tekrarlanmış ve ikinci karar ağacı oluşturulmuştur (Şekil 4.4). Buradaki amaç hem cinsiyet faktörüne göre ek kesim noktaları sağlanması hem de cinsiyet faktörü olmadan kesim noktalarının değişiminin görülmesidir. Temel istatistiksel analizlerde incelediğimiz kooperasyon faktörünün karar ağacı analizinde etkisinin hiç olmadığı ve bu sebeple iki karar ağacında da kesim noktası oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Basit karar ağaçlarında aşırı uyum (overfitting) problemi yaşanabilmektedir. Bu, veri setindeki parametreler arasındaki ilişkiler çok karmaşık veya lineer değilse basit bir karar ağacı bu karmaşıklığı ifade etmekte yetersiz kalabilir anlamına gelmektedir. Bu karar ağaçları veriye çok fazla uyma eğilimi göstermekte ve verilerdeki her küçük ayrıntıyı yakalamaya çalışmaktadır. Bu durum karar ağacı modelinin verilere mükemmel uyum sağlamasına neden olabilir. Ancak bu genelleme yeteneğinin düşük olduğu anlamına gelmektedir. Verinin eğitim, doğrulama ve test setleri olacak şekilde bölünmesi, çapraz doğrulama yapılması ve karar ağacının alt dal sayısını veya parametrelerini sınırlamak yolu ile modelin daha basit hale getirilmesi bu problemin

çözümünde bazı seçeneklerdir. Karar ağacı modellemesi yapılırken 3 basamaklı alt dallara ayrılan bir modelleme planlanmıştır. İlk karar ağacında doğruluk oranının %88 olduğu, cinsiyet değişkeni olmayan ikinci karar ağacında ise %85 olduğu tespit edilmiştir. Karar ağacı analizinde alt dallanma sayısında sınırlama olmazken, basamak sayısı arttığında kesim noktalarının artması sağlanabilmektedir. Bu durumda ise aşırı uyum problemleri görülebilmektedir. Çalışmamızda doğruluk oranının 3 basamak için yüksek olduğu görülmüştür. Karar ağaçları ile artan basamak oranı pratik olması mantığını ortadan kaldırdığı ve basit kurallar sağlaması gereken sistemi karmaşıktırmaktadır.

Karar ağaçlarının diğer yapay zekâ sistemlerine göre hedefe ulaşırken karar noktalarını göstermesi, görsel ve açıklayıcı olması nedeniyle sağlık alanında kullanımın giderek artmaktadır. Yapay sinir ağları gibi sistemlerde bir çıkarım ya da tahmin yapma konusunda kullanılmakta olup, kara kutu mantığı ile çalışmaktadırlar. Aynı zamanda eğitim ve test seti için yüksek örneklem sayısı gerektirmektedir. Bir çıkarıma ulaşma konusunda açıklayıcı karar noktaları ve görsel sonuçları nedeni ile karar ağaçları yüksek doğruluk oranı gösterdiğinde faydalı olmaktadır.

Çalışmamızda karar ağacı son düğüme ulaşırken hedef değişken maturasyon dönemine göre belirlenmiştir. Pozitif sınıf olarak Peak dönem seçilmiş olup tedavi hedefine ulaşma kapasitesinin maksimum olduğu dönemdir. Amaç literatürdeki norm değerlerine ilaveten karar noktalarında verilen parametreler ile klinik etkinin ve başarının değerlendirilmesine katkı sağlamaktır.

İki karar ağacında da analiz sonunda kök düğümde $Pg-xTot \geq 2,4$ mm koşulu verilmiştir (Şekil 4.3 ve 4.4). İlgili kök düğüm 120 Peak dönem ve 74 Geç dönem olmak üzere 194 hastayı içermektedir. Koşulun sağlandığı “Evet” yönündeki sol alt dalda Geç dönemdeki 74 hastadan 29’unda bu koşulun sağlandığı görülmüştür. Pogonyon noktasındaki vertikal konumsal değişimin 2,4 mm’den büyük olduğu bu 29 hastayı pozitif sınıf yönünde ilk başarı kriterini sağlamış olarak sınıflandırdığı görülmüştür. Sınıf II fonksiyonel tedavisinde çene ucu tedavide değişimi hedeflenen bölgelerdendir. Tedavi gruplarında $Pg-xTot$ (mm) mesafesinin Geç dönemde ortalama $1,95 \pm 2,87$ mm, Peak dönemde ise ortalama $5,1 \pm 3,15$ mm arttığı tespit edilmiş ve iki gelişim grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.9).

Karar ağacı analizi sonrasında da Pg-xTot mesafesindeki değişiklik için 2,4 mm kesim noktası olarak belirlenmiş ve başarı kriteri olarak gösterilmiştir.

Karar ağaçlarında $Pg-xTot \geq 2,4$ mm koşulu sağlanmadığında ise diğer 45 Geç dönem hasta için ilave başarı kriterlerinin saptanması için Overbite $\geq -1,5$ mm ve $\dot{U}1-NA^\circ \geq -0,75^\circ$ karar noktaları uygulanmıştır (Şekil 4.3 ve 4.4). İlgili karar noktaları sonrasında Geç dönemdeki 6 hastada bu koşulların sağlandığı ve pozitif sınıf yönünde son düğümde sonlandığı görülmüştür. Tedavi gruplarında Overbite (mm) mesafesinin Geç dönemde ortalama $2,27 \pm 1,54$ mm, Peak dönemde ise ortalama $2,12 \pm 1,72$ mm azaldığı tespit edilmiş ve iki gelişim grubu arasında önemli fark tespit edilememiştir (Tablo 4.9). $\dot{U}1-NA^\circ$ açısı ise Geç dönemde ortalama $1,87^\circ \pm 7,16$, Peak dönemde ise ortalama $1,89^\circ \pm 6,54$ artış göstermiş ve iki gelişim grubu arasında önemli fark tespit edilememiştir (Tablo 4.9). Karar ağaçlarında ise Overbite (mm) mesafesindeki -1,5 mm, $\dot{U}1-NA^\circ$ açısındaki değişiklik için $-0,75^\circ$ kesim noktası olarak belirlenmiştir. Overbite mesafesindeki ve üst keser açısındaki azalma ne kadar düşük olursa tedavinin başarı yönünde pozitif sınıfta ilerlediği görülmüştür.

İlk karar ağacının koşulun sağlandığı devam düğümünde ise 29 hastanın 28'inin kadın hasta olduğu görülmüştür. 28 kadın hasta için $Co-Gn \geq 5,9$ mm koşulu verilmiş ve Geç dönemde 1 kadın hastada bu kriter sağlanmıştır (Şekil 4.3). İkinci karar ağacında ise 29 kadın ve erkek hasta için $Co-Gn \geq 3,8$ mm koşulu verilmiş ve Geç dönemde 11 hastanın bu koşulu sağladığı ve pozitif sınıf yönünde sınıflandığı görülmüştür (Şekil 4.4). $Co-Gn$ (mm) mesafesinin Geç dönemde ortalama $3,1 \pm 1,35$ mm, Peak dönemde ise ortalama $5,67 \pm 2,42$ mm artış göstermiş ve iki gelişim grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.9). Çene ucu ve kondil bölgesini birlikte içeren efektif mandibular uzunluk ($Co-Gn$) Sınıf II fonksiyonel tedavisinde etki görmeyi beklediğimiz ve artış beklediğimiz boyutsal ölçümlerdendir. Bu karar ağacı analizi sonrasında $Co-Gn$ mesafesindeki değişiklik için kadın hastalarda 5,9 mm, erkek ve kadın hastalar için ise 3,8 mm'den fazla bir boyutsal artış kesim noktaları belirlendiği ve başarı kriteri olarak gösterilmiştir.

İlk karar ağacında $Co-Gn \geq 5,9$ mm koşulu sağlanmıyorsa Geç dönemdeki 27 kadın hasta için ilave kesim noktalarının oluşturulması için ise $A1-NB^\circ < 8,1^\circ$ koşulu ölçülmüş ve 12 kadın hastanın bu koşulu sağladığı görülmüştür (Şekil 4.3). İkinci karar ağacında ise $Co-Gn \geq 3,8$ mm koşulunu sağlamayan 18 kadın ve erkek hasta için $A1-$

$NB^{\circ} < 8,2^{\circ}$ koşulu ölçülmüş ve 9 hastanın bu koşulu sağlayıp pozitif sınıf yönünde sınıflandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Tedavi gruplarında A1- NB° açısında Geç dönemde ortalama $7,24^{\circ} \pm 4,85$, Peak dönemde ise ortalama $5,10^{\circ} \pm 4,17$ artış tespit edilmiş ve iki gelişim grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.9). Monoblok tedavisinde mandibular büyüme stimülasyonu sağlanarak alt çenenin büyümesi ve overjet eliminasyonunun sağlanması hedeflenmektedir. Overjet eliminasyonu sağlanırken daha çok iskeletsel etki sağlanması beklenmektedir. Alt keser protrüzyonu overjeti dental olarak elimine ettiği için protrüzyon miktarının düşük olması istenmektedir. Karar ağacında A1- NB° açısında kadın hastalar için $8,1^{\circ}$, kadın ve erkek hastalar için ise $8,2^{\circ}$ 'den daha az artış görülmesi koşulu aranmıştır. Tedavinin başarı yönünde pozitif sınıfta ilerlemesinde alt keser protrüzyonun düşük bulunmasının beklenmesi önemli bir sonuç olup, norm değerlerine ilave olarak karar noktaları sağlamaktadır.

Sonuç olarak başarı kriterlerinin değerlendirilmesinde iskeletsel parametre olarak hedef iskeletsel etkinin beklendiği parametrelerden olan efektif mandibular uzunluk ve Pogonyon noktasının tespit edilmesi önemlidir. Çalışmamız aynı zamanda overbite ve keser açıları ile dental parametrelere ait de karar noktaları sunmuştur. Sınıf II monoblok tedavisinde alt keser açısının artması istenmeyen bir etkidir. Çalışmamız bu istenmeyen etki özelinde de bir üst sınır tanımlamıştır, bu yönüyle ayrıca önemlidir. Bu sonuçlar ile hekimin uyguladığı tedavinin klinik başarısını değerlendirmesinde standart ölçümler dışında nasıl faydalanılabileceği gösterilmiştir.

Uygulanan bu metot daha ileri çalışmalarda Sınıf II fonksiyonel tedavi başlangıcında doğru vakaların seçilmesinde hangi özelliklere sahip hastalarda daha yüksek başarı sağlanabileceğinin öngörülmesinde kullanılabilir. Fotoğraf ve sefalometrik radyografiler üzerinden görüntü tanıma sistemleri kullanılarak bu tespitler klinik işleyişinde hastaya ve hekime zaman kazandırıp en efektif tedavi seçeneğinin seçilmesini sağlayabilecektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Peakpubertal ve Postpubertal gelişim dönemlerinde monoblok apareyi ile tedavi edilen Sınıf II anomaliye sahip hastaların karşılaştırıldığı ve Geç dönemde uygulanan monoblok tedavisinde başarı kriterlerinin yapay zekâ yöntemleri ile değerlendirildiği çalışmamızda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. İki gelişim grubunda da Sınıf I molar ve kanin ilişki sağlanmış, overjet ile overbite miktarı önemli miktarda azalmış ve konveks profilde düzelme görülmüştür. İki gelişim grubunda da maksillo-mandibular ölçümlerde önemli derecede azalma görülmüş olup Peak dönem grubunda bu azalma Geç dönem grubundan önemli derecede daha fazla bulunmuştur. İki gelişim grubunda da mandibular gelişim stimüle edilmiş ve mandibular uzunluklarda (Co-Gn, Co-Go, Go-Me) istatistiksel olarak önemli artış sağlanmıştır. Peak dönem grubunda mandibular uzunluklarda görülen artışlar Geç dönem grubuna göre önemli derecede fazla bulunmuştur.
2. Alt keser açısındaki artış iki gelişim grubunda da anlamı bulunurken, Geç dönem grubunda görülen alt keser protrüzyonu Peak dönem grubuna göre istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla bulunmuştur. Overjet eliminasyonu iki gelişim grubunda da benzer bulunmuştur. Geç dönemdeki overjet düzeltiminin %38 iskeletsel, %62 dental; Peak dönemde ise %53 iskeletsel, %47 dental olarak gerçekleştiği görülmüştür. Geç dönem grubunda overjet eliminasyonunda aynı sonuçlara ulaşılmasını sağlayan değişimde alt keser protrüzyonunun önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir.
3. Boyun uzunluğu ve G'-Sn-Pg^o açısında iki gelişim grubu arasında önemli fark tespit edilememiştir. Uygulanan tedaviyle norm değerlerine yaklaşan değerler özellikle Geç dönem grubunda alt çene ilerletme cerrahisi ihtiyacının ortadan kaldırılmasında önemli sonuçlar alındığını göstermiştir.
4. Kooperasyon arttığında Peak dönem grubunda (ANB^o ve Wits) ve Geç dönem grubunda (ANB^o) maksillo-mandibular ölçümlerde görülen iyileşmenin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. İki gelişim grubunda da kooperasyon arttıkça maksiller büyümenin sınırlandığı ve sınırlı koopere hastalarda maksiller uzunlukların istatistiksel olarak önemli derecede artmaya devam

ettiği görülmüştür. Kooperasyon derecesi SNB° açısı ile Co-Gn, Go-Me, Pg-yTot ve B-yTot ölçümlerinde önemli bir farklılık yaratmamıştır. Geç dönemde kooperasyon arttığında alt keser açısındaki artış da önemli derecede artmıştır. Peak dönemde ise kooperasyon faktörü alt keser açısında istatistiksel olarak önemli bir farklılık sağlamamıştır.

5. Karar ağacı analizinde hem iskeletsel hem dental karar noktası olarak sonuçlar alınmıştır. Çene ucu (Pg-xTot) ve kondil (Co-Gn) iskeletsel karar noktalarına etki ederken overbite ile alt ve üst keser açıları (A1-NB° ve Ü1-NA°) dental karar noktalarını oluşturmuştur. Pogonyon noktasının vertikal değişim mesafesinde (Pg-xTot) 2,4 mm, efektif mandibular uzunluk (Co-Gn) ölçümünde 3,8 mm ve 5,9 mm'lik artış miktarının tedavi başarısını değerlendirilmesinde iskeletsel karar noktaları olduğu görülmüştür. Overbite mesafesindeki 1,5 mm'lik ve Ü1-NA° açısındaki 0,75°'lik azalma miktarı ile A1-NB° açısındaki üst sınır olarak 8,1° ve 8,2°'lik artış miktarı ise başarı kriterlerinin değerlendirilmesinde dental karar noktaları olarak tespit edilmiştir. Overbite mesafesindeki ve üst keser açısındaki azalma ile alt keser açısındaki artış ne kadar düşük olursa tedavinin başarılı olarak değerlendirilebileceği görülmüştür.

Geç dönem monoblok uygulamalarında hasta büyüme gelişimin son dönemlerinde olmasına rağmen tedavi sonuçları olumludur. Daha invaziv tedavi yöntemleri olan ortognatik cerrahi ya da diş çekimi ile kamuflaj tedavisi yerine bu dönemdeki hastalara monoblok apareyi ile fonksiyonel tedavi iyi bir alternatif oluşturabilir. Geç dönemde görülen yüksek alt keser protrüzyonu tedavi planlamasında dikkate alınmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Yapay zekâ yöntemleri literatürdeki norm değerlerine ilaveten klinik karar verme ve uygulanan tedavi başarısını değerlendirmede birçok çıkarım sağlayabilir. Yaptığımız çalışma bu konuda ve farklı tedavi seçeneklerinde yapılacak araştırmalar için temel oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ackerman JL, Proffit WR. The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis. *American Journal of Orthodontics*. 1969;56(5):443-54.
2. Gelgör İE, Karaman İA, Ercan E. Prevalence of malocclusion among adolescents in central anatolia. *European Journal of Dentistry*. 2007;1(03):125-31.
3. McNamara Jr JA. Components of Class II malocclusion in children 8–10 years of age. *The Angle Orthodontist*. 1981;51(3):177-202.
4. Petrovic A, Stutzmann J, Lavergne J, Shaye R. Is it possible to modulate the growth of the human mandible with a functional appliance? *International Journal of Orthodontics*. 1991;29(1-2):3-8.
5. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, De Toffol L, McNamara Jr JA. Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(5):599. e1-. e12.
6. Kumar SA, Shetty KS, Prakash A. Growth modulation using functional appliances-cephalometric predictors of successful response. *Orthodontics: The Art & Practice of Dentofacial Enhancement*. 2013;14(1).
7. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *American Journal of Orthodontics*. 1969;55(2):109-23.
8. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics: Current Principles & Techniques*. Fourth Edition ed: Elsevier Mosby; 2005.
9. Tulloch JC, Phillips C, Proffit WR. Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998;113(1):62-74.
10. Mew J. The dilemma of early treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(6):784-5.

11. Kishnani R, Uppal S, Patel G, Acharya A, Metha P. Functional appliances: The activator and the functional regulator-A review. *Progress in Health Sciences*. 2014;4(2):150-6.
12. Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. *Dentofacial orthopedics with functional appliances*. 2th ed. St. Louis: Mosby; 1997.
13. King GJ, Keeling SD, Hocevar RA, Wheeler TT. The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review. *The Angle Orthodontist*. 1990;60(2):87-97.
14. Doruk C, Göyenç Y. Geç dönem Angle Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde fonksiyonel tedavinin değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*. 1999;Sayı 2:64-70.
15. Baccetti T, Franchi L, Toth LR, McNamara Jr JA. Treatment timing for Twin-block therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;118(2):159-70.
16. von Bremen J, Pancherz H. Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;121(1):31-7.
17. Faltin Jr K, Faltin RM, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, McNamara Jr JA. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(3):221-30.
18. Li P, Kong D, Tang T, Su D, Yang P, Wang H, et al. Orthodontic treatment planning based on artificial neural networks. *Scientific Reports*. 2019;9(1):2037.
19. Schwendicke Fa, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of Dental Research*. 2020;99(7):769-74.
20. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Maganur PC, Vishwanathaiah S, Patil S, Baeshen HA, et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry—A systematic review. *Journal of Dental Sciences*. 2021;16(1):508-22.

21. Basu K, Sinha R, Ong A, Basu T. Artificial intelligence: How is it changing medical sciences and its future? *Indian Journal of Dermatology*. 2020;65(5):365.
22. Nishimoto S, Sotsuka Y, Kawai K, Ishise H, Kakibuchi M. Personal Computer-Based Cephalometric Landmark Detection With Deep Learning, Using Cephalograms on the Internet. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2019;30(1):91-5.
23. Lee J-H, Yu H-J, Kim M-j, Kim J-W, Choi J. Automated cephalometric landmark detection with confidence regions using Bayesian convolutional neural networks. *BMC Oral Health*. 2020;20:1-10.
24. K k H, Acılar AM, İzgi MS. Usage and comparison of artificial intelligence algorithms for determination of growth and development by cervical vertebrae stages in orthodontics. *Progress in Orthodontics*. 2019;20:1-10.
25. K k H, İzgi MS, Acılar AM. Evaluation of the artificial neural network and Naive Bayes models trained with vertebra ratios for growth and development determination. *Turkish Journal of Orthodontics*. 2021;34(1):2.
26. Yüksel Coşkun E. Sınıf II anomalilerde, fonksiyonel ortopedinin pubertal ve postpubertal dönemdeki hastalarda, kraniyofasiyal sistem üzerindeki etkilerinin sefalometrik ve üç boyutlu görüntüleme ile incelenmesi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi (Tez Danışmanı: Doç. Dr. Elçin Esenlik); 2018.
27. Korana S. Farklı büyüme gelişim dönemlerinde uygulanan herbst ve monoblok apareylerinin iskeletsel ve dentoalveolar etkilerinin karşılaştırılması. Antalya: Akdeniz Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi (Tez Danışmanı: Doç. Dr. Elçin Esenlik); 2019.
28. Smith RA. The etiology of Angle Class II Division I malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 1939;9(1):15-9.
29. Mossey P. The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *British Journal of Orthodontics*. 1999;26(3):195-203.

30. Bishara SE, editor Class II malocclusions: diagnostic and clinical considerations with and without treatment. Seminars in Orthodontics; 2006: Elsevier.
31. Nakasima A, Ichinose M, Nakata S, Takahama Y. Hereditary factors in the craniofacial morphology of Angle's Class II and Class III malocclusions. American Journal of Orthodontics. 1982;82(2):150-6.
32. Kawala B, Antoszevska J, Nęcka A. Genetics or environment? A twin-method study of malocclusions. World journal of orthodontics. 2007;8(4).
33. Cassidy KM, Harris EF, Tolley EA, Keim RG. Genetic influence on dental arch form in orthodontic patients. The Angle Orthodontist. 1998;68(5):445-54.
34. Ruf S, Pancherz H. Class II Division 2 malocclusion: genetics or environment? A case report of monozygotic twins. The Angle Orthodontist. 1999;69(4):321-4.
35. Tang EL. The prevalence of malocclusion amongst Hong Kong male dental students. British Journal of Orthodontics. 1994;21(1):57-63.
36. Willems G, De Bruyne I, Verdonck A, Fieuws S, Carels C. Prevalence of dentofacial characteristics in a Belgian orthodontic population. Clinical Oral Investigations. 2001;5:220-6.
37. Onyeaso CO. Prevalence of malocclusion among adolescents in Ibadan, Nigeria. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2004;126(5):604-7.
38. Borzabadi-Farahani A, Borzabadi-Farahani A, Eslamipour F. Malocclusion and occlusal traits in an urban Iranian population. An epidemiological study of 11-to 14-year-old children. The European Journal of Orthodontics. 2009;31(5):477-84.
39. Mtaya M, Brudvik P, Åstrøm AN. Prevalence of malocclusion and its relationship with socio-demographic factors, dental caries, and oral hygiene in 12-to 14-year-old Tanzanian schoolchildren. The European Journal of Orthodontics. 2009;31(5):467-76.
40. Šidlauskas A, Lopatienė K. The prevalence of malocclusion among 7–15-year-old Lithuanian schoolchildren. Medicina. 2009;45(2):147.

41. Urrego-Burbano PA, Jiménez-Arroyave LP, Londoño-Bolívar M, Zapata-Tamayo M, Botero-Mariaca P. Epidemiological profile of dental occlusion in children attending school in Envigado, Colombia. *Revista de Salud Pública (Bogota)*. 2011;13(6):1010-21.
42. Dos Santos RR, Nayme JG, Garbin AJ, Saliba N, Garbin CA, Moimaz SA. Prevalence of malocclusion and related oral habits in 5-to 6-year-old children. *Oral Health and Preventive Dentistry*. 2012;10(4):311-8.
43. Reddy ER, Manjula M, Sreelakshmi N, Rani ST, Aduri R, Patil BD. Prevalence of malocclusion among 6 to 10 year old Nalgonda school children. *Journal of International Oral Health*. 2013;5(6):49.
44. Ast DB, Carlos JP, Cons NC. The prevalence and characteristics of malocclusion among senior high school students in upstate New York. *American Journal of Orthodontics*. 1965;51(6):437-45.
45. Aamodt K, Reyna-Blanco O, Sosa R, Hsieh R, De la Garza Ramos M, Martinez MG, et al. Prevalence of caries and malocclusion in an indigenous population in Chiapas, Mexico. *International Dental Journal*. 2015;65(5):249-55.
46. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. *Contemporary orthodontics*: Elsevier Health Sciences; 2006.
47. Angle EH. *Treatment of malocclusion of the teeth: Angle's system*: SS White Dental Manufacturing Company; 1907.
48. Lundström A. *Tooth size and occlusion in twins*: Karger Publishers; 1948.
49. Pancherz H, Zieber K, Hoyer B. Cephalometric characteristics of Class II Division 1 and Class II Division 2 malocclusions: a comparative study in children. *The Angle Orthodontist*. 1997;67(2):111-20.
50. Enlow DH, Hans MG. *Essentials of facial growth*. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(5):568.

51. Fisk G, Culbert M, Grainger R, Hemrend B, Moyers R. The morphology and physiology of distoclusion: A summary of our present knowledge. *American Journal of Orthodontics*. 1953;39(1):3-12.
52. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *American Journal of Orthodontics*. 1985;88(3):242-51.
53. Arvystas MG. Nonextraction treatment of severe Class II, Division 2 malocclusions: part 1. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;97(6):510-21.
54. Heide M. Class II, Division 2, A Challenge. *The Angle Orthodontist*. 1957;27(3):159-61.
55. Drelich RC. A cephalometric study of untreated Class II, Division 1 malocclusion1. *The Angle Orthodontist*. 1948;18(3):70-5.
56. Varrela J. Early developmental traits in Class II malocclusion. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1998;56(6):375-7.
57. Freitas MR, Santos MA, Freitas KM, Janson G, Freitas DS, Henriques JF. Cephalometric characterization of skeletal Class II, Division 1 malocclusion in white Brazilian subjects. *Journal of Applied Oral Science*. 2005;13(2):198-203.
58. Akarsu Güven B, Kocadereli İ. Sınıf II maloklüzyonlu Türk çocuklarda sefalometrik morfoloji. *Türk Ortodonti Dergisi*. 2010;23(2):123-35.
59. Craig CE. The skeletal patterns characteristic of Class I and Class II, Division I malocclusions in norma lateralis. *The Angle Orthodontist*. 1951;21(1):44-56.
60. Karlson AT. Craniofacial morphology in children with Angle Class II-1 malocclusion with and without deepbite. *The Angle Orthodontist*. 1994;64(6):437-46.
61. Elsasser WA, Wylie WL. The craniofacial morphology of mandibular retrusion. *American Journal of Physical Anthropology*. 1948;6(4):461-74.

62. Al-Khateeb EA, Al-Khateeb SN. Anteroposterior and vertical components of Class II Division 1 and Division 2 malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(5):859-66.
63. Lowe AA, Takada K, Taylor LM. Muscle activity during function and its correlation with craniofacial morphology in a sample of subjects with Class II, Division 1 malocclusions. *American Journal of Orthodontics*. 1983;84(3):204-11.
64. Valinoti JR. The European activator: Its basis and use. *American Journal of Orthodontics*. 1973;63(6):561-80.
65. Lau J, Hägg U. Cephalometric morphology of Chinese with Class II Division 1 malocclusion. *British Dental Journal*. 1999;186(4):188-90.
66. Ishii N, Deguchi T, Hunt NP. Craniofacial morphology of Japanese girls with Class II Division 1 malocclusion. *Journal of Orthodontics*. 2001;28(3):211-6.
67. Renfroe EW. A study of the facial patterns associated with Class I, Class II, Division 1, and Class II, Division 2 malocclusions. *The Angle Orthodontist*. 1948;18:12-5.
68. Gilmore WA. Morphology of the adult mandible in Class II, Division 1 malocclusion and in excellent occlusion. *The Angle Orthodontist*. 1950;20(3):137-46.
69. Maj G, Luzi C, Lucchese P. A cephalometric appraisal of Class II and Class III malocclusions. *The Angle Orthodontist*. 1960;30(1):26-34.
70. Carapezza LJ. Early treatment mechanics of the Class II Division 2 malocclusion. *Pediatric Dentistry*. 2000;22(1):68-70.
71. Isik F, Nalbantgil D, Sayinsu K, Arun T. A comparative study of cephalometric and arch width characteristics of Class II Division 1 and Division 2 malocclusions. *The European Journal of Orthodontics*. 2006;28(2):179-83.
72. Peck S, Peck L, Kataja M. Class II Division 2 malocclusion: a heritable pattern of small teeth in well-developed jaws. *The Angle Orthodontist*. 1998;68(1):9-20.

73. Brezniak N, Arad A, Heller M, Dinbar A, Dinte A, Wasserstein A. Pathognomonic cephalometric characteristics of Angle Class II Division 2 malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 2002;72(3):251-7.
74. Ruf S, Pancherz H, editors. When is the ideal period for Herbst therapy—early or late? *Seminars in Orthodontics*; 2003: Elsevier.
75. E Bishara S. Text book of orthodontics: Saunders; 2001.
76. Luppapanornlarp S, Johnston Jr LE. The effects of premolar-extraction: a long-term comparison of outcomes in “clear-cut” extraction and nonextraction Class II patients. *The Angle Orthodontist*. 1993;63(4):257-72.
77. Proffit WR, Fields HW, Larson BE, Sarver DM. Contemporary orthodontics. Sixth edition ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2018.
78. Burden D, Johnston C, Kennedy D, Harradine N, Stevenson M. A cephalometric study of Class II malocclusions treated with mandibular surgery. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(1):7. e1-7. e8.
79. Bishara SE. Textbook of orthodontics. Philadelphia, Pa.: Saunders; 2001.
80. Kloehn SJ. Orthodontics--force or persuasion. *The Angle Orthodontist*. 1953;23(1):56-65.
81. Nanda RS, Dandajena TC, Nanda R. Biomechanic strategies for nonextraction Class II malocclusions. *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*: Elsevier; 2005. p. 177-93.
82. Bishara SE, Ziaja RR. Functional appliances: a review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1989;95(3):250-8.
83. Baume LJ, Derichsweiler H. Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy?: An experimental study in macaca mulatta. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1961;14(3):347-62.

84. McNamara Jr JA. Functional determinants of craniofacial size and shape. *The European Journal of Orthodontics*. 1980;2(3):131-59.
85. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation. *American Journal of Orthodontics*. 1982;82(2):104-13.
86. Harvold EP, Vargervik K. Morphogenetic response to activator treatment. *American Journal of Orthodontics*. 1971;60(5):478-90.
87. Bjöek A. The principle of the Andresen method of orthodontic treatment, a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases. *American Journal of Orthodontics*. 1951;37(6):437-58.
88. Harvold E. Some biologic aspects of orthodontic treatment in the transitional dentition. *American Journal of Orthodontics*. 1963;49(1):1-14.
89. Birkebæk L, Melsen B, Terp S. A laminagraphic study of the alterations in the temporo-mandibular joint following activator treatment. *The European Journal of Orthodontics*. 1984;6(1):257-66.
90. McNamara Jr JA. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *American Journal of Orthodontics*. 1973;64(6):578-606.
91. Sessle B, Woodside D, Bourque P, Gurza S, Powell G, Voudouris J, et al. Effect of functional appliances on jaw muscle activity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;98(3):222-30.
92. Whetten LL, Johnston Jr LE. The control of condylar growth: an experimental evaluation of the role of the lateral pterygoid muscle. *American Journal of Orthodontics*. 1985;88(3):181-90.
93. Williams S, Melsen B. Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment: an implant study. *American Journal of Orthodontics*. 1982;81(4):322-6.

94. Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *Journal of Dental Research*. 1963;42(1):400-11.
95. Woodside D, Metaxas A, Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;92(3):181-98.
96. Pfeiffer J-P, Grobéty D. Simultaneous use of cervical appliance and activator: an orthopedic approach to fixed appliance therapy. *American Journal of Orthodontics*. 1972;61(4):353-73.
97. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. Ankara: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları; 2005. 161-88 p.
98. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *American Journal of Orthodontics*. 1969;55(6):566-77.
99. Moss J. Function-fact or fiction? *American Journal of Orthodontics*. 1975;67(6):625-46.
100. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *The Angle Orthodontist*. 1994;64(3):175-88.
101. Ülgen M. Ortodonti: Anomaliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları 2000. 203-5 p.
102. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 9: functional appliances to midcentury. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(6):829-33.
103. Herrens P, Haupl K. The functioning of the activator. *Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde= Revue Mensuelle Suisse D'odonto-stomatologie*. 1955;65(3):235-53.
104. Jørgensen SE. Activators in orthodontic treatment: Indications and advantages. *American Journal of Orthodontics*. 1974;65(3):260-9.

105. Ahlgren J, Laurin C. Late results of activator-treatment: a cephalometric study. *British Journal of Orthodontics*. 1976;3(3):181-7.
106. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları; 2005.
107. Freunthaller P. Cephalometric observations in Class II, Division I malocclusions treated with the activator. *The Angle Orthodontist*. 1967;37(1):18-25.
108. Graber L, Vanarsdall Jr R, Vig K, Huang G. *Orthodontics: current principles and techniques*: Elsevier Health Sciences. Philadelphia, USA. 2011.
109. Posen A. The monobloc. *The Angle Orthodontist*. 1968;38(2):121-8.
110. Clark W. The twin block technique A functional orthopedic appliance system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;93(1):1-18.
111. Dyer FM, McKeown HF, Sandler PJ. The modified twin block appliance in the treatment of Class II Division 2 malocclusions. *Journal of Orthodontics*. 2001;28(4):271-80.
112. Šidlauskas A. The effects of the Twin-block appliance treatment on the skeletal and dentolaveolar changes in Class II Division 1 malocclusion. *Medicina*. 2005;41(5):392-400.
113. Rakosi T, Graber T, Petrovic A. *Dentofacial orthopedics with functional appliances*. St Louis: Mosby. 1985.
114. Araujo AM, Buschang PH, Melo ACM. Adaptive condylar growth and mandibular remodelling changes with bionator therapy—an implant study. *The European Journal of Orthodontics*. 2004;26(5):515-22.
115. Gazzani F, Ruellas ACdO, Faltin K, Franchi L, Cozza P, Bigliazzi R, et al. 3D comparison of mandibular response to functional appliances: Balters Bionator versus Sander Bite Jumping. *BioMed Research International*. 2018;2018.

116. Rushforth C, Gordon P, Aird J. Skeletal and dental changes following the use of the Frankel functional regulator. *British Journal of Orthodontics*. 1999;26(2):127-34.
117. Rodrigues de Almeida M, Henriques JC, Rodrigues de Almeida R, Ursi W. Treatment effects produced by Fränkel appliance in patients with Class II, Division 1 malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 2002;72(5):418-25.
118. Remmer KR, Mamandras AH, Hunter WS, Way DC. Cephalometric changes associated with treatment using the activator, the Fränkel appliance, and the fixed appliance. *American Journal of Orthodontics*. 1985;88(5):363-72.
119. McNamara Jr JA, Howe RP, Dischinger TG. A comparison of the Herbst and Fränkel appliances in the treatment of Class II malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;98(2):134-44.
120. Pancherz H. Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance: a cephalometric investigation. *American Journal of Orthodontics*. 1979;76(4):423-42.
121. Pancherz H. The modern Herbst appliance. *Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances* 2nd ed, St Louis: Mosby-Yearbook. 1997:336-66.
122. Bock NC, Ruf S. Dentoskeletal changes in adult Class II Division 1 Herbst treatment—how much is left after the retention period? *European Journal of Orthodontics*. 2012;34(6):747-53.
123. Ardeshtna A, Bogdan F, Jiang S. Class II correction in orthodontic patients utilizing the Mandibular Anterior Repositioning Appliance (MARA). *The Angle Orthodontist*. 2019;89(3):404-10.
124. Pangrazio-Kulbersh V, Berger JL, Chermak DS, Kaczynski R, Simon ES, Haerian A. Treatment effects of the mandibular anterior repositioning appliance on patients with Class II malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;123(3):286-95.

125. Vogt W. The Forsus fatigue resistant device. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2006;40(6):368-58.
126. Dionne DG. Clinical Trial Report: Forsus™ Fatigue Resistant Device. *Orthod Persp*. 2002;9:11-2.
127. Gunay EA, Arun T, Nalbantgil D. Evaluation of the immediate dentofacial changes in late adolescent patients treated with the Forsus™ FRD. *European Journal of Dentistry*. 2011;5(04):423-32.
128. Jasper J, McNamara Jr JA. The correction of interarch malocclusions using a fixed force module. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(6):641-50.
129. Ritto AK, Ferreira AP. Fixed functional appliances--a classification. *The Functional Orthodontist*. 2000;17(2):12-30, 2.
130. Covell Jr DA, Trammell DW, Boero RP, West R. A cephalometric study of Class II Division 1 malocclusions treated with the Jasper Jumper appliance. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(4):311-20.
131. Savanna K, Kumar M, Ansari A, Jain A. Correction of Class II using Powerscope Appliance—A case report. *Archives of Dental and Medical Research*. 2016;2(3):120-5.
132. Kalra A, Swami V, Bhosale V. Treatment effects of" PowerScope" fixed functional appliance-a clinical study. *Folia Medica*. 2021;63(2).
133. Stromeyer EL, Caruso JM, DeVincenzo JP. A cephalometric study of the Class II correction effects of the Eureka Spring. *The Angle Orthodontist*. 2002;72(3):203-10.
134. Rothenberg J, Campbell ES, Nanda R. Class II correction with the Twin Force Bite Corrector. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2004;38(4):232-40.
135. Andresen V, Häupl K. Funktions-Kieferorthopädie: die grundlagen des" norwegischen systems". 1936.

136. Bilgiç F, Başaran G, Hamamci O. Comparison of Forsus FRD EZ and Andresen activator in the treatment of Class II, Division 1 malocclusions. *Clinical Oral Investigations*. 2015;19:445-51.
137. Courtney M, Harkness M, Herbison P. Maxillary and cranial base changes during treatment with functional appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;109(6):616-24.
138. Ruf S, Baltromejus S, Pancherz H. Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *The Angle Orthodontist*. 2001;71(1):4-11.
139. Cura N, Saraç M, Öztürk Y, Sürmeli N. Orthodontic and orthopedic effects of activator, activator-HG combination, and Bass appliances: a comparative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(1):36-45.
140. Lux CJ, Rübel J, Starke J, Conradt C, Stellzig A, Komposch G. Effects of early activator treatment in patients with Class II malocclusion evaluated by thin-plate spline analysis. *The Angle Orthodontist*. 2001;71(2):120-6.
141. Haralabakis N, Halazonetis D, Sifakakis I. Activator versus cervical headgear: superimpositional cephalometric comparison. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;123(3):296-305.
142. Wieslander L, Lagerström L. The effect of activator treatment on Class II malocclusions. *American Journal of Orthodontics*. 1979;75(1):20-6.
143. Forsberg C-M, Odenrick L. Skeletal and soft tissue response to activator treatment. *The European Journal of Orthodontics*. 1981;3(4):247-53.
144. Nelson C, Harkness M, Herbison P. Mandibular changes during functional appliance treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;104(2):153-61.
145. Looi LK, Mills J. The effect of two contrasting forms of orthodontic treatment on the facial profile. *American Journal of Orthodontics*. 1986;89(6):507-17.

146. Cozza P, De Toffol L, Colagrossi S. Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *European Journal of Orthodontics*. 2004;26(3):293-302.
147. Webster T, Harkness M, Herbison P. Associations between changes in selected facial dimensions and the outcome of orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(1):46-53.
148. Öztürk Y, Tankuter N. Class II: a comparison of activator and activator headgear combination appliances. *The European Journal of Orthodontics*. 1994;16(2):149-57.
149. Graber T, Neumann B. *Removable orthodontic appliances.*: WB Saunders Company, Philadelphia; 1984.
150. Varlık SK, Gültan A, Tümer N. Comparison of the effects of Twin Block and activator treatment on the soft tissue profile. *The European Journal of Orthodontics*. 2008;30(2):128-34.
151. Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *American Journal of Orthodontics*. 1984;85(2):125-34.
152. Ruf S, Wüsten B, Pancherz H. Temporomandibular joint effects of activator treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and clinical study. *The Angle Orthodontist*. 2002;72(6):527-40.
153. Luder HU. Effects of activator treatment—evidence for the occurrence of two different types of reaction. *The European Journal of Orthodontics*. 1981;3(3):205-22.
154. Katsavrias EG, Halazonetis DJ. Intermaxillary forces during activator treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;115(2):133-7.
155. Carmichael GJ, Banks PA, Chadwick SM. A modification to enable controlled progressive advancement of the Twin Block appliance. *British Journal of Orthodontics*. 1999;26(1):9-13.

156. Rabie A, She T, Hägg U. Functional appliance therapy accelerates and enhances condylar growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;123(1):40-8.
157. Luder H. Skeletal profile changes related to two patterns of activator effects. *American Journal of Orthodontics*. 1982;81(5):390-6.
158. Tulloch JC, Proffit WR, Phillips C. Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(6):657-67.
159. O'Brien K, Wright J, Conboy F, Sanjie Y, Mandall N, Chadwick S, et al. Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 1: dental and skeletal effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;124(3):234-43.
160. Thiruvengkatachari B, Harrison JE, Worthington HV, O'Brien KD. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013(11):Cd003452.
161. Dolce C, McGorray SP, Brazeau L, King GJ, Wheeler TT. Timing of Class II treatment: skeletal changes comparing 1-phase and 2-phase treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(4):481-9.
162. Nielsen IL. Is early treatment with functional appliances worth the effort? A discussion of the pros and cons of early interceptive treatment. *Taiwanese Journal of Orthodontics*. 2017;29(3):2.
163. Järvinen S. Incisal overjet and traumatic injuries to upper permanent incisors: A retrospective study. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1978;36(5-6):359-62.
164. Årtun J, Behbehani F, Al-Jame B, Kerosuo H. Incisor trauma in an adolescent Arab population: prevalence, severity, and occlusal risk factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;128(3):347-52.
165. Brierley CA, DiBiase A, Sandler P. Early Class II treatment. *Australian Dental Journal*. 2017;62:4-10.

166. Wheeler TT, McGorray SP, Dolce C, King GJ. The timing of Class II treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(4):S66-S70.
167. Berg R. Post-retention analysis of treatment problems and failures in 264 consecutively treated cases. *The European Journal of Orthodontics*. 1979;1(1):55-68.
168. Crawford TP. A multiple regression analysis of patient cooperation during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics*. 1974;65(4):436-7.
169. Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA, editors. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*; 2005: Elsevier.
170. Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;118(3):335-40.
171. Nishanth B, Gopinath A, Ahmed S, Patil N, Srinivas K, Chaitanya A. Cephalometric and computed tomography evaluation of dentoalveolar/soft-tissue change and alteration in condyle-glenoid fossa relationship using the PowerScope: A new fixed functional appliance for Class II correction–A clinical study. *International Journal of Orthodontic Rehabilitation*. 2017;8(2):41.
172. Malmgren O, Ömblus J, Hägg U, Pancherz H. Treatment with an orthopedic appliance system in relation to treatment intensity and growth periods A study of initial effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;91(2):143-51.
173. Petrovic A, Stutzmann J, Lavergne J. Mechanism of craniofacial growth and modus operandi of functional appliances: a cell-level and cybernetic approach to orthodontic decision making. *Craniofacial Growth Theory and Orthodontic Treatment Monograph*. 1990;23(1):13-74.
174. Gianelly AA. One-phase versus two-phase treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(5):556-9.

175. Hansen K, Pancherz H, Hägg U. Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. *The European Journal of Orthodontics*. 1991;13(6):471-81.
176. Pancherza H. Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;117(5):571-4.
177. Pancherz H, editor *The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the herbst appliance*. *Seminars in Orthodontics*; 1997: Elsevier.
178. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;115(6):607-18.
179. Ruf S, Pancherz H. Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(3):239-46.
180. Arat M, Isere H, Ozdiler E, Gürbüs F. Time factors in functional treatment of skeletal Class II. *Informationen Aus Orthodontie Und Kieferorthopadie: Mit Beiträgen Aus Der Internationalen Literatur*. 1988;20(3):363-76.
181. Konik M, Pancherz H, Hansen K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;112(1):87-91.
182. Pancherz H, Ruf S. *The Herbst appliance: research-based clinical management*: Quintessence Publishing Company; 2008.
183. Alvares JCdC, Cançado RH, Valarelli FP, Freitas KMSd, Angheben CZ. Class II malocclusion treatment with the Herbst appliance in patients after the growth peak. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2013;18:38-45.
184. Ramesh AN, Kambhampati C, Monson JR, Drew PJ. Artificial intelligence in medicine. *Ann R Coll Surg Engl*. 2004;86(5):334-8.

185. Sim I, Gorman P, Greenes RA, Haynes RB, Kaplan B, Lehmann H, et al. Clinical decision support systems for the practice of evidence-based medicine. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2001;8(6):527-34.
186. Eberhardt J, Bilchik A, Stojadinovic A. Clinical decision support systems: potential with pitfalls. *Journal of Surgical Oncology*. 2012;105(5):502-10.
187. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2015;521(7553):436-44.
188. Hung K, Montalvao C, Tanaka R, Kawai T, Bornstein MM. The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2020;49(1):20190107.
189. Kwon O, Yong TH, Kang SR, Kim JE, Huh KH, Heo MS, et al. Automatic diagnosis for cysts and tumors of both jaws on panoramic radiographs using a deep convolution neural network. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2020;49(8):20200185.
190. Khanagar SB, Naik S, Al Kheraif AA, Vishwanathaiah S, Maganur PC, Alhazmi Y, et al. Application and Performance of Artificial Intelligence Technology in Oral Cancer Diagnosis and Prediction of Prognosis: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11(6).
191. Khanagar SB, Alfouzan K, Awawdeh M, Alkadi L, Albalawi F, Alfadley A. Application and Performance of Artificial Intelligence Technology in Detection, Diagnosis and Prediction of Dental Caries (DC)-A Systematic Review. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(5).
192. Li S, Liu J, Zhou Z, Zhou Z, Wu X, Li Y, et al. Artificial intelligence for caries and periapical periodontitis detection. *Journal of Dentistry*. 2022;122:104107.
193. Mohammad-Rahimi H, Motamedian SR, Rohban MH, Krois J, Uribe SE, Mahmoudinia E, et al. Deep learning for caries detection: A systematic review. *Journal of Dentistry*. 2022;122:104115.

194. Holzinger A, Langs G, Denk H, Zatloukal K, Müller H. Causability and explainability of artificial intelligence in medicine. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 2019;9(4):e1312.
195. Carbonell JG, Michalski RS, Mitchell TM. An overview of machine learning. In: Michalski RS, Carbonell JG, Mitchell TM, editors. *Machine Learning*. San Francisco (CA): Morgan Kaufmann; 1983. p. 3-23.
196. Khanzode KCA, Sarode RD. Advantages and disadvantages of artificial intelligence and machine learning: A literature review. *International Journal of Library & Information Science (IJLIS)*. 2020;9(1):3.
197. Saravanan R, Sujatha P, editors. A state of art techniques on machine learning algorithms: a perspective of supervised learning approaches in data classification. 2018 Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS); 2018: IEEE.
198. Kim DW, Kim J, Kim T, Kim T, Kim YJ, Song IS, et al. Prediction of hand-wrist maturation stages based on cervical vertebrae images using artificial intelligence. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2021;24:68-75.
199. Lin G, Kim P-J, Baek S-H, Kim H-G, Kim S-W, Chung J-H. Early prediction of the need for orthognathic surgery in patients with repaired unilateral cleft lip and palate using machine learning and longitudinal lateral cephalometric analysis data. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2021;32(2):616-20.
200. Machado RA, de Oliveira Silva C, Martelli-Junior H, das Neves LT, Coletta RD. Machine learning in prediction of genetic risk of nonsyndromic oral clefts in the Brazilian population. *Clinical Oral Investigations*. 2021;25(3):1273-80.
201. Etemad L, Wu TH, Heiner P, Liu J, Lee S, Chao WL, et al. Machine learning from clinical data sets of a contemporary decision for orthodontic tooth extraction. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2021;24:193-200.
202. Corbella S, Srinivas S, Cabitza F. Applications of deep learning in dentistry. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2021;132(2):225-38.

203. Cai L, Gao J, Zhao D. A review of the application of deep learning in medical image classification and segmentation. *Annals of Translational Medicine*. 2020;8(11).
204. Ting DSW, Cheung CY-L, Lim G, Tan GSW, Quang ND, Gan A, et al. Development and validation of a deep learning system for diabetic retinopathy and related eye diseases using retinal images from multiethnic populations with diabetes. *The Journal of the American Medical Association*. 2017;318(22):2211-23.
205. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017;542(7639):115-8.
206. Hwang H-W, Moon J-H, Kim M-G, Donatelli RE, Lee S-J. Evaluation of automated cephalometric analysis based on the latest deep learning method. *The Angle Orthodontist*. 2021;91(3):329-35.
207. Ter Horst R, van Weert H, Loonen T, Bergé S, Vinayahalingam S, Baan F, et al. Three-dimensional virtual planning in mandibular advancement surgery: Soft tissue prediction based on deep learning. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2021;49(9):775-82.
208. Tanikawa C, Yamashiro T. Development of novel artificial intelligence systems to predict facial morphology after orthognathic surgery and orthodontic treatment in Japanese patients. *Scientific Reports*. 2021;11(1):15853.
209. Nagendran M, Chen Y, Lovejoy CA, Gordon AC, Komorowski M, Harvey H, et al. Artificial intelligence versus clinicians: systematic review of design, reporting standards, and claims of deep learning studies. *British Medical Journal*. 2020;368.
210. Zhang Y, Pei Y, Chen S, Guo Y, Ma G, Xu T, et al., editors. Volumetric registration-based cleft volume estimation of alveolar cleft grafting procedures. 2020 IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging; 2020: IEEE.
211. Kim E-G, Oh I-S, So J-E, Kang J, Le VNT, Tak M-K, et al. Estimating cervical vertebral maturation with a lateral cephalogram using the convolutional neural network. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(22):5400.

212. Mishra BK, Kumar R. Natural language processing in artificial intelligence: CRC Press; 2020.
213. Pethani F, Dunn AG. Natural language processing for clinical notes in dentistry: A systematic review. *Journal of Biomedical Informatics*. 2023;138:104282.
214. Zhang Y, Bogard B, Zhang C. Development of Natural Language Processing Algorithm for Dental Charting. *SN Computer Science*. 2021;2(4):309.
215. Xu Y, Wang Y, Yuan J, Cheng Q, Wang X, Carson PL. Medical breast ultrasound image segmentation by machine learning. *Ultrasonics*. 2019;91:1-9.
216. Heinrich A, Güttler FV, Schenkl S, Wagner R, Teichgräber UKM. Automatic human identification based on dental X-ray radiographs using computer vision. *Scientific Reports*. 2020;10(1):3801.
217. Tandon D, Rajawat J, Banerjee M. Present and future of artificial intelligence in dentistry. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2020;10(4):391-6.
218. Tanaka K, Werners B. An introduction to fuzzy logic for practical applications: Springer; 1997.
219. Mago VK, Mago A, Sharma P, Mago J. Fuzzy logic based expert system for the treatment of mobile tooth. *Software Tools and Algorithms for Biological Systems: Springer*; 2011. p. 607-14.
220. Herrera LJ, Pulgar R, Santana J, Cardona JC, Guillén A, Rojas I, et al. Prediction of color change after tooth bleaching using fuzzy logic for Vita Classical shades identification. *Applied Optics*. 2010;49(3):422-9.
221. Brickley MR, Shepherd JP, Armstrong RA. Neural networks: a new technique for development of decision support systems in dentistry. *Journal of Dentistry*. 1998;26(4):305-9.
222. Evgeniou T, Pontil M. Support vector machines: Theory and applications. *Advanced Course on Artificial Intelligence: Springer*; 1999. p. 249-57.

223. Golabbakhsh M, Abnavi F, Kadkhodaei Elyaderani M, Derakhshandeh F, Khanlar F, Rong P, et al. Automatic identification of hypernasality in normal and cleft lip and palate patients with acoustic analysis of speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2017;141(2):929-35.
224. Kavitha MS, Asano A, Taguchi A, Kurita T, Sanada M. Diagnosis of osteoporosis from dental panoramic radiographs using the support vector machine method in a computer-aided system. *BMC Medical Imaging*. 2012;12(1):1-11.
225. Chiang H-J, Tseng C-C, Torng C-C. A retrospective analysis of prognostic indicators in dental implant therapy using the C5.0 decision tree algorithm. *Journal of Dental Sciences*. 2013;8(3):248-55.
226. Mitchell TM. *Machine learning*; McGraw-hill New York; 2007.
227. Navada A, Ansari AN, Patil S, Sonkamble BA, editors. Overview of use of decision tree algorithms in machine learning. 2011 IEEE Control and System Graduate Research Colloquium; 2011: IEEE.
228. Bişkin Çetin S, Cebeci F, Eray O, Bilge U, Coşkun M. A Computer-Based Decision Support System for Emergency Department Triage. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*. 2022;40(11):735-9.
229. Ertosun MG, Özkan Ö, Darbaş Ş, Özel D, Bilge U, Sayin Ekinci N, et al. The relationship between COVID-19 and HLA in kidney transplant recipients, an evaluation of predictive and prognostic factors. *Clinical Transplantation*. 2022;36(2):e14525.
230. Yapar D, Yapar A, Tokgöz MA, Bilge U. Decision tree-based data mining approach for the evaluation of survival in primary malignant bone tumors: A surveillance, epidemiology and end results database study. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2023;31(2):10225536231189780.
231. Cassidy Jr DW, Herbosa EG, Rotskoff KS, Johnston Jr LE. A comparison of surgery and orthodontics in “borderline” adults with Class II, Division 1 malocclusions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;104(5):455-70.

232. Kinzinger G, Frye L, Diedrich P. Class II Treatment in Adults: Comparing Camouflage Orthodontics, Dentofacial Orthopedics and Orthognathic Surgery—A Cephalometric Study to Evaluate Various Therapeutic Effects*. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2009;70(1).
233. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist*. 1982;52(2):88-112.
234. Lamparski DG, Nanda SK. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. *Craniofacial Growth Series*. 2002;39:171-84.
235. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;107(1):58-66.
236. Szemraj A, Wojtaszek-Słomińska A, Racka-Pilszak B. Is the cervical vertebral maturation (CVM) method effective enough to replace the hand-wrist maturation (HWM) method in determining skeletal maturation?—A systematic review. *European Journal of Radiology*. 2018;102:125-8.
237. Cangialosi TJ, Vives VJ. Another look at skeletal maturation using hand wrist and cervical vertebrae evaluation. *Open Journal of Orthopedics*. 2018;8(01):1.
238. Ma X, Fang B, Dai Q, Xia Y, Mao L, Jiang L. Temporomandibular joint changes after activator appliance therapy: a prospective magnetic resonance imaging study. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2013;24(4):1184-9.
239. Baltromejus S, Ruf S, Pancherz H. Effective temporomandibular joint growth and chin position changes: Activator versus Herbst treatment. A cephalometric roentgenographic study. *The European Journal of Orthodontics*. 2002;24(6):627-37.
240. Albayrak GE. Sınıf II anomalilerde aktivator ve sabit fonksiyonel apareylerin kraniyofasiyal sistem üzerindeki etkilerinin sefalometrik ve manyetik rezonans görüntüleme ile incelenmesi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Tez Danışmanı: Doç. Dr. Elçin Esenlik); 2015.

241. Joho J, Darendeliler M. Correction of Class II/1 malocclusions with the help of a magnetic field. *Mechanical and Biological Basics in Orthodontic Therapy*: Hütlig, Heidelberg; 1991. p. 185-98.
242. Cureton SL, Regennitter FJ, Yancey JM. Clinical versus quantitative assessment of headgear compliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;104(3):277-84.
243. Schäfer K, Ludwig B, Meyer-Gutknecht H, Schott TC. Quantifying patient adherence during active orthodontic treatment with removable appliances using microelectronic wear-time documentation. *European Journal of Orthodontics*. 2015;37(1):73-80.
244. Bartsch A, Witt E, Sahm G, Schneider S. Correlates of objective patient compliance with removable appliance wear. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;104(4):378-86.
245. Clemmer EJ, Hayes EW. Patient cooperation in wearing orthodontic headgear. *American Journal of Orthodontics*. 1979;75(5):517-24.
246. Aelbers CF, Dermaut L. Orthopedics in orthodontics: Part I, fiction or reality a—review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(5):513-9.
247. Lawrence TN, Ellis III E, McNamara Jr JA. The frequency and distribution of skeletal and dental components in Class II orthognathic surgery patients. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1985;43(1):24-34.
248. Mihalik CA, Proffit WR, Phillips C. Long-term follow-up of Class II adults treated with orthodontic camouflage: a comparison with orthognathic surgery outcomes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;123(3):266-78.
249. von Bremen J, Bock N, Ruf S. Is Herbst-Multibracket appliance treatment more efficient in adolescents than in adults? A dental cast study. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(1):173-7.

250. Bhatia AS, Shah RB, Singh A, Paul R. Evaluating period of accelerated skeletal maturation in Gujarati children between ages 8+ and 14+ years. *Journal of Indian Orthodontic Society*. 2012;46(4_suppl1):250-3.
251. Brandão M, Pinho HS, Urias D. Clinical and quantitative assessment of headgear compliance: a pilot study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(2):239-44.
252. Björk A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *The European Journal of Orthodontics*. 1983;5(1):1-46.
253. Björk A. Cranial base development: a follow-up x-ray study of the individual variation in growth occurring between the ages of 12 and 20 years and its relation to brain case and face development. *American Journal of Orthodontics*. 1955;41(3):198-225.
254. Arat M, Köklü A, Özdiler E, Rübendüz M, Erdogan B. Craniofacial growth and skeletal maturation: a mixed longitudinal study. *The European Journal of Orthodontics*. 2001;23(4):355-61.
255. Solow B. The dentoalveolar compensatory mechanism: background and clinical implications. *British Journal of Orthodontics*. 1980;7(3):145-61.
256. Nalbantgil D, Arun T, Sayinsu K, Işık F. Skeletal, dental and soft-tissue changes induced by the Jasper Jumper appliance in late adolescence. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(3):426-36.
257. Tümer N, Gültan AS. Comparison of the effects of monoblock and twin-block appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(4):460-8.
258. Özbilek S. Mandibular geriliğe bağlı Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu hastalarda monoblok apareyi ile iskeletsel ankraj destekli Sınıf II elastik uygulamasının etiketlerinin karşılaştırılması. Antalya: Akdeniz Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi (Tez Danışmanı: Doç. Dr. Elçin Esenlik); 2018.

259. Dikmen F, Bolat E. Sınıf II Bölüm 1 ve Sınıf II Bölüm 2 olgularda uygulanan monoblok ve twin blok apareylerinin etkilerinin karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2020;11(3):311-21.
260. Büyüktürk B. Twin blok ve modifiye twin blok apareylerinin kraniyofasiyal sistem üzerindeki etkilerinin radyolojik ve elektromiyografik olarak karşılaştırılması. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Elçin Esenlik); 2012.
261. Karacay S, Akin E, Olmez H, Gurton AU, Sagdic D. Forsus nitinol flat spring and Jasper jumper corrections of Class II Division 1 malocclusions. The Angle Orthodontist. 2006;76(4):666-72.
262. Dağsuyu YDDİM, Baydaş B. Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde fonksiyonel ortopedik tedavi etkilerinin aksiyografik ve sefalometrik yöntemlerle incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2011;2011(3):196-212.
263. Jakobsson S-O, Paulin G. The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class II: 1 cases. A roentgenocephalometric study. The European Journal of Orthodontics. 1990;12(2):174-84.
264. DeVincenzo JP, Winn MW. Orthopedic and orthodontic effects resulting from the use of a functional appliance with different amounts of protrusive activation. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1989;96(3):181-90.
265. Ruf S, Pancherz H. Orthognathic surgery and dentofacial orthopedics in adult Class II Division 1 treatment: mandibular sagittal split osteotomy versus Herbst appliance. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2004;126(2):140-52.
266. Lee R, Kyi C, Mack G. A controlled clinical trial of the effects of the Twin Block and Dynamax appliances on the hard and soft tissues. The European Journal of Orthodontics. 2007;29(3):272-82.

267. Paulsen HU, Karle A, Bakke M, Herskind A. CT-scanning and radiographic analysis of temporomandibular joints and cephalometric analysis in a case of Herbst treatment in late puberty. *The European Journal of Orthodontics*. 1995;17(3):165-75.
268. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *The Angle Orthodontist*. 1966;36(1):44-54.
269. Hansson T, Öberg T, Carlsson GE, Kopp S. Thickness of the soft tissue layers and the articular disk in the temporomandibular joint. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1977;35(1-3):77-83.
270. Luder H, Schroeder H. Light and electron microscopic morphology of the temporomandibular joint in growing and mature crab-eating monkeys (*Macaca fascicularis*): the condylar calcified cartilage. *Anatomy and Embryology*. 1992;185:189-99.
271. Mills J. The effect of functional appliances on the skeletal pattern. *British Journal of Orthodontics*. 1991;18(4):267-75.
272. McNamara Jr JA, Bookstein FL, Shaughnessy TG. Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on Class II patients. *American Journal of Orthodontics*. 1985;88(2):91-110.
273. Aras A, Ada E, Saracoğlu H, Gezer NS, Aras I. Comparison of treatments with the Forsus fatigue resistant device in relation to skeletal maturity: a cephalometric and magnetic resonance imaging study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(5):616-25.
274. Mills CM, McCulloch KJ. Treatment effects of the twin block appliance: a cephalometric study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998;114(1):15-24.
275. Pancherz H, Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation: An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *American Journal of Orthodontics*. 1985;88(4):273-87.

276. Cacciatore G, Alvetro L, Defraia E, Ghislanzoni LTH, Franchi L. Active-treatment effects of the Forsus fatigue resistant device during comprehensive Class II correction in growing patients. *The Korean Journal of Orthodontics*. 2014;44(3):136-42.
277. Ruf S, Pancherz H. The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: a cephalometric roentgenographic study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(2):225-9.
278. Uzuner DF, Darendeliler N, Yucel E. Combined fixed-functional treatment of skeletal Class II malocclusions with the EVAA appliance: a preliminary study. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2014;75(4):275-86.
279. Jakobsson SO. Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II, Division 1 malocclusions. *American Journal of Orthodontics*. 1967;53(6):446-57.
280. Steinhardt J, Borchers N, Schleiff C. Vertical changes in the lateral teleroentgenographic image after functional orthodontic therapy. *Fortschritte der Kieferorthopädie*. 1990;51(5):284-92.
281. Burhan AS, Nawaya FR. Dentoskeletal effects of the Bite-Jumping Appliance and the Twin-Block Appliance in the treatment of skeletal Class II malocclusion: a randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*. 2015;37(3):330-7.
282. DeVincenzo JP. Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1991;99(3):241-57.
283. De Almeida MR, Henriques JFC, Ursi W. Comparative study of the Fränkel (FR-2) and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;121(5):458-66.
284. Esenlik E AM, Albayrak GE. Sınıf II Maloklüzyonlu Bireylerde Yumuşak Doku Özelliklerinin Fasiyal Estetiğe Etkisi. *Türkiye Klinikleri J Orthod- Special Topics*. 2016;2(1):70-80.

285. Hambleton RS. The soft-tissue covering of the skeletal face as related to orthodontic problems. *American journal of orthodontics*. 1964;50(6):405-20.
286. Lange DW, Kalra V, Broadbent Jr BH, Powers M, Nelson S. Changes in soft tissue profile following treatment with the bionator. *The Angle Orthodontist*. 1995;65(6):423-30.
287. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;103(4):299-312.
288. Burstone CJ. The integumental profile. *American Journal of Orthodontics*. 1958;44:1-25.
289. Lehman Jr JA. Soft-tissue manifestations of aesthetic defects of the jaws: diagnosis and treatment. *Clinics in Plastic Surgery*. 1987;14(4):767-83.
290. Bergman RT. Cephalometric soft tissue facial analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(4):373-89.
291. Celebi AA, Tan E, Gelgor IE, Colak T, Ayyildiz E. Comparison of soft tissue cephalometric norms between Turkish and European-American adults. *The Scientific World Journal*. 2013;2013.
292. Patel H, Moseley H, Noar J. Cephalometric determinants of successful functional appliance therapy. *The Angle Orthodontist*. 2002;72(5):410-7.
293. Arnett GW, Jelic JS, Kim J, Cummings DR, Beress A, Worley Jr CM, et al. Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(3):239-53.
294. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning—part II. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;103(5):395-411.
295. Bergman RT, Waschak J, Borzabadi-Farahani A, Murphy NC. Longitudinal study of cephalometric soft tissue profile traits between the ages of 6 and 18 years. *The Angle Orthodontist*. 2014;84(1):48-55.

EKLER

EK-1 ETİK KURUL KARARI

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
2022

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu	
	AÇIK ADRESİ:	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı, Masatlıyazı Dışkapı Dışkapı T. Kur. No: 41 05 Kampüsü ANTALYA	
	TELEFON	0 (212) 219 69 61	
	FAKS	0 (212) 219 69 03	
	E-POSTA	etik@akdenizuni.edu.tr	
	ETİK KURUL KODU	2012-KAEK-20	
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI		Prof.Dr.Elçin ESENLIK	
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Geç Dönem Monoblok Uygulamalarında Başarı Kriterlerinin Yapay Zeka Yöntemi ile Değerlendirilmesi	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:KAEK- 742	Tarih: 07.10.2022	
	Yukarıda bilgileri verilen çalışmanın yapılmasında bilimsel ve etik açısından sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.		

EK-2 TAAHHÜTNAME

Bu tez çalışması ile ilgili olan tüm radyografi, fotoğraf, hasta modelleri, görüntüler ve diğer bütün materyallerin ve bu materyallerden elde edilen ham veya analiz edilmiş tüm verilerin tez danışmanının bilgi ve onayı olmaksızın ulusal veya uluslararası hiçbir platformda 3. kişi ve/veya kurumlarla paylaşılmayacağını, yayın ve sunularda kullanılmayacağını; kullanılması halinde telif haklarının ve etik kuralların ihlali sebebiyle yasal sürecin başlatılabileceğini kabul ettiğimi beyan ve taahhüt ederim.

Tarih:

Ad- Soyad:

İmza:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Kaan	Uyruğu	T.C.
Soyadı	ÖNER	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Nevzat Ayaz Fen Lisesi	
Lisans/Yüksek Lisans	Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	
Uzmanlık	Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı	

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Arş. Gör.	Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı	

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	TIPDİL	