



**POWERSCOPE 2 APAREYİNİN
KONDİL İLE MANDİBULAR KONUM VE MORFOLOJİ
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN KİBT İLE
İNCELENMESİ**

Hasan Basri BİRCAN

Ortodonti Ana Bilim Dalı

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA**

Doktora Tezi-2025



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

**POWERSCOPE 2 APAREYİNİN
KONDİL İLE MANDİBULAR KONUM VE MORFOLOJİ
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN KİBT İLE
İNCELENMESİ**

Hasan Basri BİRCAN

**Ortodonti Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA**

ERZURUM

2025

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Maloklüzyonların Tanımı ve Sınıflandırılması.....	4
2.2. Maloklüzyonların Etiyolojisi	5
2.2.1. Genetik Etkiler	5
2.2.2. Çevresel Faktörler.....	5
2.2.3. Spesifik Nedenler.....	6
2.3. Sınıf II Maloklüzyonlar	6
2.3.1. Sınıf II Divizyon 1 Maloklüzyonlar.....	7
2.3.2. Sınıf II Divizyon 2 Maloklüzyonlar.....	7
2.4. Sınıf II Maloklüzyonların Epidemiyolojisi.....	7
2.5. Sınıf II Maloklüzyonların İskeletsel Özellikleri	8
2.6. Sınıf II Maloklüzyonların Tedavisinde Kullanılan Yöntemler.....	9
2.6.1. Kamuflaj Tedavisi.....	9
2.6.2. Ortognatik Cerrahi	10
2.6.3. Fonksiyonel Apareyler.....	10
2.6.3.1. Hareketli Fonksiyonel Apareyler	14

2.6.3.2. Sabit Fonksiyonel Apareyler	16
2.7. Temporomandibular Eklem Anatomisi	24
2.7.1. Eklem Anatomisi	24
2.7.1.1. Mandibular Kemik.....	24
2.7.1.2. Temporal Kemik.....	25
2.7.1.3. Artiküler Disk	25
2.7.1.4. Fibröz Kapsül.....	26
2.7.1.5. Retrodiskal Doku	26
2.7.2. Temporomandibular Eklem Ligamentleri	27
2.7.2.1. Kollateral Ligament (Diskal Ligament).....	27
2.7.2.2. Kapsüler Ligament.....	27
2.7.2.3. Temporomandibular Ligament	27
2.7.2.4. Yardımcı Bağlar.....	28
2.7.3. Temporomandibular Eklem Kas Yapıları.....	28
2.7.3.1. Masseter Kas.....	28
2.7.3.2. Temporal Kas.....	29
2.7.3.3. Medial Pterygoid Kas	29
2.7.3.4. Lateral Pterygoid Kas	29
2.7.4. Eklem Sıvısı.....	30
2.8. Temporomandibular Eklem Radyolojik Tanı Yöntemleri.....	30
2.8.1. Transkranial Radyografi	30
2.8.2. Panoramik Radyografi	30
2.8.3. Lateral Sefalometrik Radyografi	31
2.8.4. Artrografi	31
2.8.5. Ultrasonografi	32

2.8.6. Manyetik Rezonans Görüntüleme	32
2.8.7. Konvansiyonel Tomografi	33
2.8.8. Bilgisayarlı Tomografi.....	33
2.8.9. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)	34
3. MATERYAL VE METOT.....	35
3.1. PowerScope 2 Apareyinin Hastalara Uygulanması	36
3.2. KIBT Görüntülerinin Alınması.....	43
3.2.1. Kullanılan Referans Noktaları	43
3.2.2. Kullanılan Referans Düzlemler	46
3.2.3. Kullanılan Sefalometrik Düzlemler	49
3.3. Çalışmamızda Kullanılan Ölçümler.....	50
3.3.1. Kondil Hacminin Ölçülmesi	50
3.3.2. Kondil Pozisyonu ile İlgili Ölçümler.....	51
3.3.3. Eklem Aralıkları ile İlgili Ölçümler.....	55
3.3.4. Kondil ve Çevre Yapılar ile İlgili Ölçümler	58
3.3.5. Mandibular Morfoloji İle İlgili Ölçümler	63
3.3.5.1. Mandibular Morfoloji İle İlgili Açısal Ölçümler	63
3.3.5.2. Mandibular Morfoloji ile İlgili Boyutsal Ölçümler	64
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	65
3.5. Metot Hatasının Değerlendirilmesi.....	66
4. BULGULAR.....	67
4.1. Demografik Bulgular	67
4.2. Metot Hatası Analizi Sonuçları.....	67
4.3. İncelenen Parametrelere Ait Tanımlayıcı Veriler	69
4.4. Sağ ve Sol Kondil Bölgelerine Ait Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	72

4.5. Sağ Kondil Bölgesinde Meydana Gelen Değişimler	74
4.6. Sol Kondil Bölgesinde Meydana Gelen Değişimler.....	75
4.7. Mandibular Konum ve Morfolojide Meydana Gelen Değişimler	76
5. TARTIŞMA.....	77
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR	101
EKLER	140
EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	140
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	141
EK-3. TEZ ADI DEĞİŞİKLİĞİ BİLDİRİM FORMU	145

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, bu uzun süreçte akademik hayatımın yanında sosyal hayatımda da birçok konuda yardımını aldığım hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA'ya en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez kapsamında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM, Prof. Dr. İsmail CEYLAN, Prof. Dr. İbrahim YAVUZ ve Dr. Öğr. Üyesi Doğan DURNA'ya;

Mesleki gelişimimde önemli katkıları bulunan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Nihat KILIÇ ve Doç. Dr. Ali KİKİ'ye;

Doktora eğitimim sürecinde birlikte çalışırken keyif aldığım anabilim dalımızdaki asistan arkadaşlarıma ve personelimize;

Bana hayatı öğretirken sevgilerini ve arkadaşlıklarını esirgemeyen ve kendileriyle gurur duyduğum sevgili aileme,

Bu çalışmayı TDK-2022-10345 BAP proje numarası ile destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne, her türlü sorunuzda yanımızda olan Sağlık Bilimleri Enstitüsü personeline, çalışmalarım sırasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hasan Basri BİRCAN

ÖZET

PowerScope 2 Apareyinin Kondil ile Mandibular Konum ve Morfoloji Üzerine Olan Etkilerinin KIBT ile İncelenmesi

Amaç: Bu tez çalışmasının amacı, pubertal büyüme dönemi sona ermiş olan iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip 14-17 yaş aralığındaki hastalarda PowerScope 2 apareyinin kondil ile mandibular konum ve morfoloji üzerine etkisini, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerinin analizi yoluyla incelemektir.

Materyal ve Metot: Alt çene geriliğine bağlı iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip, yaşları 14-17 arasında değişen (ortalama: 15 yıl 10 ay) 30 hastaya PowerScope 2 apareyi uygulanmıştır. Aparey uygulanmadan önce (T0) ve 6 aylık aparey kullanımından sonra (T1) KIBT görüntüleri alınmıştır. Ölçümlerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Bağımlı iki grup karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için bağımlı örneklem *t*-testi (Paired sample *t*-test), normal dağılım göstermeyen veriler için ise Wilcoxon testi kullanılmıştır. Bağımsız iki grup karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için *t*-testi (Independent sample *t*-testi), normal dağılım göstermeyen veriler için ise Mann Whitney *U*-testi ile istatistiksel analiz yapılmıştır.

Bulgular: T0 dönemindeki sağ ve sol kondiler bölgelere ait ölçümler karşılaştırıldığında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. PowerScope 2 apareyinin etkisiyle her iki kondil hacminde, sağ kondil yüksekliğinde ve sol artiküler eminens yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar görülmüştür. Mandibular morfoloji ile ilgili ölçümler incelendiğinde; korpus uzunluğu, arka yüz yüksekliği ve B-Y düzlemi ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı artarken, PD-MD ve OD-MD ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar görülmüştür.

Sonuç: PowerScope 2 apareyinin kooperasyon sorunu ve estetik kaygı problemi olan pubertal büyüme dönemi sona ermiş hastalarda, alt çene geriliğine bağlı Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde alternatif olarak uygulanabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: KIBT, kondil, mandibula, PowerScope 2

ABSTRACT

Evaluation of the Effects of PowerScope 2 Appliance on Condylar and Mandibular Position and Morphology Using CBCT

Aim: The aim of this thesis study is to investigate the effects of the PowerScope 2 appliance on condyle, mandibular position, and morphology in patients aged 14-17 years with skeletal Class II malocclusion who have completed the pubertal growth period through the analysis of cone-beam computed tomography (CBCT) images.

Material and method: The PowerScope 2 appliance was applied to 30 patients aged between 14 to 17 years (mean: 15 years 10 months) with skeletal Class II malocclusion due to mandibular retrognathia. CBCT images were obtained before the application of appliance (T0) and after 6 months of appliance use (T1). The Shapiro-Wilk test was used to assess whether the measurements followed a normal distribution or not. For the comparison of two dependent groups, the paired sample t-test was conducted for data with a normal distribution, while the Wilcoxon test was used for data without a normal distribution. Regarding the comparison of two independent groups, statistical analysis was performed using the independent sample t-test for data with a normal distribution, and the Mann-Whitney U-test for data without a normal distribution.

Results: When the measurements of the right and left condylar regions at the T0 stage were compared, no statistically significant differences were observed in any parameter. As a result of the effect of the PowerScope 2 appliance, statistically significant increases were found in both condylar volumes, right condylar height, and left articular eminence height. When the measurements regarding the mandibular morphology were examined, significant increases were observed in corpus length, posterior facial height, and B-Y plane measurements, while statistically significant decreases were noted in PD-MD and OD-MD measurements.

Conclusion: The PowerScope 2 appliance is predicted to be an alternative treatment option for Class II malocclusions caused by mandibular retrognathia in patients who have completed the pubertal growth period and who present compliance issues and aesthetic concerns.

Key Words: CBCT, Condyle, mandible, PowerScope 2

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
Mm	: Milimetre
Mm³	: Milimetre küp
TME	: Temporomandibular Eklem
°	: Derece
%	: Yüzde
MARA	: Mandibular Anterior Reposition Apareyi
Ni-Ti	: Nikel titanyum
SS	: Paslanmaz çelik
FMA	: Functional Mandibular Advancer
TFBC	: Twin Force Bite Corrector

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. PowerScope 2 apareyi, aktivasyon halkaları ve anahtarı	22
Şekil 3.1. A) PowerScope 2 apareyi materyalleri B) PowerScope 2 apareyi cepheden görünüş C) Ağız içi sağdan görünüş D) Ağız içi soldan görünüş.....	38
Şekil 3.2. PowerScope 2 apareyi bileşenler.....	39
Şekil 3.3. PowerScope 2 apareyi uygulamadan önce alınan ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar	40
Şekil 3.4. PowerScope 2 apareyi uygulandıktan 3 ay sonra alınan ağız içi fotoğraflar .	41
Şekil 3.5. PowerScope 2 apareyi uygulandıktan 6 ay sonra alınan ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar	42
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan referans noktaları	45
Şekil 3.7. 17.Kondil dış kutbu, 18.Kondil merkezi, 19.Kondil iç kutbu	46
Şekil 3.8. Aksiyal, koronal ve sagital düzlemlerin farklı açılardan görünüşü.....	47
Şekil 3.8. Aksiyal, koronal ve sagital düzlemlerin farklı açılardan görünüşü (Devamı)	48
Şekil 3.9. Sefalometrik Düzlemler	50
Şekil 3.10. Mandibular notch'un üzerinde kalan kondil kısmı.....	51
Şekil 3.11. Kondil hacminin ölçümü	51
Şekil 3.12. Aksiyal kondiler pozisyonun ölçülmesi	52
Şekil 3.13. Aksiyal kondiler açının ölçülmesi	52
Şekil 3.14. Kondil başının aksiyal kesitte belirlediği ilk görüntü	53
Şekil 3.15. Koronal kondiler pozisyon	54
Şekil 3.16. Koronal kondiler açısı	54
Şekil 3.17. Sagital kondiler pozisyon	55
Şekil 3.18. Sagital kondiler açısı	55

Şekil 3.19. Üst eklem aralığı	56
Şekil 3.20. Ön eklem aralığı	56
Şekil 3.21. Arka eklem aralığı	57
Şekil 3.22. Medial ve lateral eklem aralığı	58
Şekil 3.23. Kondiler genişlik	59
Şekil 3.24. Kondiler uzunluk	59
Şekil 3.25. Artiküler fossa genişliği	60
Şekil 3.26. Artiküler fossa yüksekliği	61
Şekil 3.27. Artiküler eminens yüksekliği	61
Şekil 3.28. Artiküler eminens eğimi	62
Şekil 3.29. Kondil yüksekliği	63
Şekil 3.30. İskeletsel açısal ölçümler.....	64
Şekil 3.31. Mandibular morfoloji ile ilgili boyutsal ölçümler	65

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Hastaların kronolojik yaş dağılımları	67
Tablo 4.2. Sağ kondil bölgesine ait ölçümlerin güvenilirlik katsayıları	67
Tablo 4.3. Sol kondil bölgesine ait ölçümlerin güvenilirlik katsayıları	68
Tablo 4.4. Mandibular konum ve morfolojiye ait ölçümlerin güvenilirlik katsayıları ..	68
Tablo 4.5. T0 dönemi sağ kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler	69
Tablo 4.6. T1 dönemi sağ kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler	70
Tablo 4.7. T0 dönemi sol kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler	70
Tablo 4.8. T1 dönemi sol kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler	71
Tablo 4.9. T0 dönemi mandibular konum ve morfolojiye ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler	71
Tablo 4.10. T1 dönemi mandibular konum ve morfolojiye ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler	72
Tablo 4.11. Sağ ve sol kondil bölgelerine ilişkin T0 parametrelerinin karşılaştırılmasına ait bulgular	73
Tablo 4.12. Sağ kondiler bölgeye ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerine ait ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	74
Tablo 4.13. Sol kondiler bölgeye ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerine ait ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	75

Tablo 4.14. Mandibular konum ve morfolojiye ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerinde alınan ölçümlerinin karşılaştırılmasına yönelik bulgular..... 76



1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre maloklüzyonlar; diş çürükleri ve periodontal hastalıkların ardından en sık rastlanan üçüncü ağız ve diş sağlığı problemidir (Wang ve ark., 2020). Maloklüzyon, dişlerin aynı ark içinde diğer dişlerle ve/veya karşıt arkta bulunan dişlerle olan normal ilişkisinden sapma ile karakterize gelişimsel bir durumdur (Baskaradoss ve ark., 2022). Kraniyofasiyal büyüme ve gelişim süreçlerini inceleyen ortodontinin başlıca hedefleri maloklüzyon adı verilen dentofasiyal anomalilerin önlenmesi, durdurulması ve düzeltilmesidir (Sivaraj, 2013). Dengeli bir yüz profili ve kabul edilebilir bir oklüzyon sağlamak ortodontinin diğer önemli amaçlarındandır (Chaudhry ve ark., 2015).

Sınıf II maloklüzyonlar, ortodontik vakaların yaklaşık üçte birinde görülen yaygın anomalilerdendir (Radwan ve ark., 2023). Ülkemizde görülme sıklığı %24-48 olarak değişen Sınıf II maloklüzyonlar, mandibular retrüzyon, maksiller protrüzyon veya her iki durumun birlikte görüldüğü iskeletsel ve dentoalveolar özelliklerle karakterizedir (McNamara, 1981; Nur ve ark., 2014; Sayin ve Türkkahraman, 2004).

Alt çenenin geride konumlanmasıyla oluşan Sınıf II maloklüzyonlarda tedavi seçenekleri adölesan dönemde fonksiyonel apareyler iken büyüme potansiyeli olmayan bireylerde ortognatik cerrahi olarak değişmektedir. Cerrahi tedavi yaklaşımını kabul etmeyen sınır vakalarda kamuflaj tedavisi alternatif olarak düşünülmektedir (Pancherza, 2000; Yılmaz ve Çakmak, 2019).

Hareketli veya sabit fonksiyonel apareyler, çeneler arasındaki ilişkiyi düzenlemek amacıyla mandibular büyümeyi aktive ederek alt çenenin geride konumlanmasına bağlı Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır (Baeshen ve ark., 2022; Franci ve ark., 2000).

Hareketli fonksiyonel apareylerin hasta kooperasyonu gerektirmesi, konuşma ve yutkunma güçlüğü oluşturmaları ve estetik sorunlar gibi bazı dezavantajları bulunduğundan sabit fonksiyonel apareyler, hastalar ve ortodontistler tarafından günden güne tercih edilme sıklığı artmaktadır (Chaudhry ve ark., 2015). Bu apareyler, hareketli fonksiyonel apareylerin sadece pubertal dönemde etkili olması, kesikli kuvvet uygulaması gibi sınırlamalarının önüne geçerek başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

PowerScope 2 apareyi, hasta kooperasyonuna ihtiyaç duyulmadan sürekli kuvvet uygulaması ve pubertal veya post-pubertal dönemdeki hastalarda etkili bir şekilde kullanılmasıyla sabit fonksiyonel apareyler arasında ön plana çıkmaktadır. Kolay uygulanabilirliği, çene hareketlerine izin veren esnek mekanizması ve hasta konforunu artıran ergonomik tasarımı PowerScope 2 apareyini ortodonti pratiğinde tercih edilen bir seçenek haline getirmiştir. Bununla birlikte PowerScope 2 apareyi, nikel-titanyum yay içeren teleskopik yapısıyla mandibulanın sürekli önde konumlanmasını dolayısıyla TME ve çevre dokularda biyolojik adaptasyonu stimüle etmektedir.

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), düşük radyasyon maruziyeti ile yüksek çözünürlüğü bir arada bulunduran üç boyutlu bir tekniktir (Scarfe ve Farman, 2008). Günümüzde KIBT görüntüleri, ortodontik tanı ve tedavi planlamasında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknoloji geleneksel iki boyutlu görüntüleme yöntemlerine kıyasla daha hassas ve detaylı bilgiler sunarak (Kapila ve Nervina, 2015) özellikle kemiksel yapıların yüksek doğrulukta değerlendirilmesine imkan tanımaktadır (Arai ve ark., 1999). Aynı zamanda konvansiyonel BT'ye kıyasla daha düşük dozda radyasyon kullanarak hasta sağlığını gözetmektedir (Ludlow ve ark., 2006).

Yapılan literatür taramasında PowerScope 2 apareyinin iskeletsel ve dentoalveolar yapılar üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çok sayıda araştırma (Agrawal ve Shashikala, 2023; Antony ve ark., 2018; Arora ve ark., 2018; Halapanavar ve ark., 2024;

Kalra ve ark., 2021; Malhotra ve ark., 2018; Middha ve ark., 2023; Pawar ve ark., 2023; Singaraju ve ark., 2019) olmasına rağmen aynı apareyin büyüme dönemi sona ermiş bireylerde uygulanmasıyla TME ve mandibular morfoloji üzerine etkinliğinin incelendiği kapsamlı bir çalışma bulunamamıştır.

Çalışmamızın amacı, alt çenenin geride konumlanmasına bağlı iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip, büyüme dönemi sona ermiş olan hastalarda PowerScope 2 apareyinin kondil ile mandibular konum ve morfoloji üzerine olan etkilerini KIBT kayıtları üzerinde yapılan ölçümlerle incelemektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Maloklüzyonların Tanımı ve Sınıflandırılması

İdeal oklüzyon, dişlerin alt ve üst çenede optimal pozisyonlarda konumlanarak doğru bir kapanış sağladığı durumu ifade eder. Maloklüzyon ise, dişlerin ideal oklüzyon durumundan sapması olarak tanımlanmaktadır (Barber, 2019, s.2). Edward Angle 1899 yılında maloklüzyonları sagittal yönde tanımlayan ilk sınıflandırmayı yapmıştır (Angle, 1899).

Angle, normal oklüzyon olarak adlandırdığı tanımlamasında; üst birinci molar dişin meziobukkal tüberkülünün alt birinci molar dişin bukkal oluşuyla oklüzyona gelmesi gerektiğini belirtmektedir (Proffit, 2019, s.2).

Bu tanımlamaya göre Angel dişsel maloklüzyonları şu şekilde sınıflamıştır:

Sınıf I maloklüzyonlarda, mandibular birinci molar dişler maksiller birinci molar dişlere göre normal konumdadır fakat transpoze dişler, rotasyonlar, çapraşıklık vb. sebeplerle dişler ark üzerinde düzgün sıralanamamıştır. Sınıf II maloklüzyonlar, alt birinci molar dişlerin üst birinci molar dişlerine göre daha distalde konumlanması olarak tanımlanmaktadır. Sınıf III maloklüzyonlar ise alt birinci molar dişlerin üst birinci molar dişlerine göre daha mezialde konumlanması olarak ifade edilmektedir (Proffit, 2019, s.2).

Angle sınıflandırması; üst birinci molar dişi sabit kabul etmesi, maloklüzyonları sadece sagittal yönde değerlendirmesi ve dişlerin profil ile olan ilişkisini göz ardı etmesi gibi bazı sınırlılıklar içermektedir (Ackerman ve Proffit, 1969; Bae ve ark., 2017). Buna rağmen, Angle sınıflandırması, diş hekimleri arasında kolay bir tanımlama yöntemi olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Sınıf II maloklüzyonlar dişsel, iskeletsel ve/veya fonksiyonel olarak görülebilmektedirler (Bishara, 2006).

2.2. Maloklüzyonların Etiyolojisi

Maloklüzyonların etiyolojisinde, genetik etkiler, çevresel faktörler ve spesifik nedenler rol oynamaktadır (Proffit, 2019, s.107). Maloklüzyonların tedavisinde etyolojik faktör ortadan kaldırılmadıkça tedavinin tam olarak başarılı olması mümkün değildir (Smith, 1939).

2.2.1. Genetik Etkiler

Birçok anomalinin genetikle ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Genetik olarak heterojen yapıdaki toplumlarda homojen yapıda olanlara göre daha yüksek oranlarda maloklüzyon görülmektedir. Bazı gelişimsel diş anomalilerinin aile bireyleri arasında benzerlik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca çenelerin büyüme ve gelişiminde de genetiğin rolü bulunmaktadır (Cobourne ve DiBiase, 2010, s.8,9).

Ebeveynlerle çocukları karşılaştırıldığında kraniofasial yapılarda benzerlik olduğu görülmüştür. Margolis ve ark. 68 aile arasında yapmış oldukları sefalometrik bir çalışmada kraniofasial yapılarda benzerlik olduğunu bildirmişlerdir.

Fernex ve ark. (1967) yaptıkları çalışmada erkek çocukların ebeveynlerine kız çocuklarından daha fazla benzerlik gösterdiğini bulmuşlardır.

Litton ve ark. (1970) kardeşler arasında benzer maloklüzyonların görüldüğünü ve büyük kardeşlerin muayenesinin, aile içi maloklüzyonların erken tedavisi açısından önemli olabileceğini bildirmişlerdir.

Kraus ve ark. (1959) tek yumurta ikizleriyle yapmış oldukları bir çalışmada lateral sefalogramları karşılaştırarak morfolojide genetiğin rolünü incelemişlerdir ve bu sefalogramlar arasında mükemmel bir uyum olduğunu belirtmişlerdir.

2.2.2. Çevresel Faktörler

Dişlerin gelişiminde, istirahat halindeki yumuşak dokuların basıncı önemli bir rol oynamaktadır (Cobourne ve DiBiase, 2010, s.9). Hayvanlar üzerinde yapılan incelemede

anatomik formla fizyolojik fonksiyon arasında bir bağ olduğu görülmüştür (Proffit, 2019, s.124). Dişler, bir tarafta dudak ve yanak diğer tarafta ise dil kaslarının dengesiyle ağız içindeki yerlerini almaktadırlar. Parmak emme alışkanlığı, dudak yetersizliği ve fonksiyon sırasında alt dudağın üst dişlerin arkasında yer alması gibi sebeplerle yumuşak dokular arasındaki basınç dengesi bozulabilmekte ve bu durum overjetin artmasıyla sonuçlanabilmektedir (Cobourne ve DiBiase, 2010, s.9). Ağız içi ve ağız dışı kaslar arasındaki basınç dengesi kesici dişlerin eğim ve pozisyonunu etkileyebilmektedir (Mossey, 1999). Bunların yanı sıra, çürük nedeniyle erken süt dişi kaybı, birinci molar dişlerin öne doğru kaymasına ve buna bağlı olarak yer kaybı ve çapraşıklık oluşumuna sebebiyet verebilmektedir (Littlewood ve Mitchell, 2019, s.12).

2.2.3. Spesifik Nedenler

Gebelik döneminde alınan ve teratojen olarak adlandırılan maddeler, bazı spesifik sorunlara sebebiyet verebilmektedir. Bu bağlamda, Zika virüsü mikrosefaliye sebep olan bir teratojendir. Ayrıca, annenin yüksek miktarda etanole maruz kalması durumunda, gebeliğin üçüncü haftasında beyin nöral plakalarının etkilenmesi sonucu fetal alkol sendromu ortaya çıkmaktadır. İlaça bağlı olarak nöral krest defektleriyle beraber oluşabilecek genetik değişiklikler de maloklüzyonlara sebep olabilmektedir. Doğum öncesi dönemde gelişmekte olan yüz bölgelerine baskı yapılması veya doğum sırasında travma etkisi oluşturabilecek şekilde forseps kullanımı da maloklüzyon sebeplerindendir (Proffit, 2019, s.108-114).

2.3. Sınıf II Maloklüzyonlar

Sınıf II maloklüzyonlar alt birinci molar dişlerin üst birinci molar dişlere göre daha distalde konumlanması olarak tanımlanmaktadır. Angle, maksiller santral kesici dişlerin eksen eğimine bağlı olarak iki tip Sınıf II maloklüzyon tanımlamıştır (Angle, 1907).

2.3.1. Sınıf II Divizyon 1 Maloklüzyonlar

Üst kesici dişlerin labiale eğimli olmasıyla karakterizedir (Tümer ve Gültan, 1999). Anomalide overjet miktarının artmasının yanında nispeten daralmış maksiller bir ark da görülebilmektedir (Bishara, 2006).

2.3.2. Sınıf II Divizyon 2 Maloklüzyonlar

Maksillar santral kesici dişlerin retroklinasyonu ve derin kapanış ile karakterize bir durumdur (Pancherz ve Zieber, 1998). Bu maloklüzyon tipinde overjet azalmaktadır (Tümer ve Gültan, 1999). Maksillar lateral dişler retrüze, normal veya procline olabilmektedir. Spee eğrisi de belirginleşmiştir (Littlewood ve Mitchell, 2019, s.126).

Sınıf II divizyon 1 ve Sınıf II divizyon 2 maloklüzyonları değerlendiren bazı çalışmalarda, kanin-kanin arası genişliğin Sınıf II divizyon 2 maloklüzyonlarda azaldığı belirtilmektedir (Buschang ve ark., 1994; Moorrees ve ark.,1969; Walkow ve Peck, 2002).

2.4. Sınıf II Maloklüzyonların Epidemiyolojisi

Proffit ve ark. (1998) 8-11 yaş arasındaki Amerikalı çocukların yaklaşık %15'inde Sınıf II maloklüzyonun görüldüğünü bildirmişlerdir. Dünya çapında, daimi dişlenme dönemindeki bireylerin %19-25'i Sınıf II maloklüzyon özelliklerini göstermektedir. Avrupa Bölgesinde ise bu oran %33-37 arasında değişmektedir. Amerika'da, Sınıf II maloklüzyonlar yetişkin nüfusun %15-23'ünde, çocuk nüfusun ise %27'sinde görülmektedir (Alhammadi ve ark., 2018; Lombardo ve ark., 2019; Stomatologic, 2020).

Thilander ve ark. (2001) kronolojik yaşı 5-17 aralığında olan Kolombiyalı çocukların %20.8'inde Sınıf II anomali görüldüğünü rapor etmişlerdir. 7-15 yaş aralığına sahip Litvanyalı çocuklar üzerinde yapılan başka bir araştırmada ise Sınıf II anomali görülme oranı %27.7 olarak bildirilmiştir (Šidlauskas ve Lopatienė, 2009).

Türkiye’de popülasyonunun %24’ünde Sınıf II maloklüzyon görüldüğü rapor edilmiştir (Sayin ve Türkkahraman, 2004). Nur ve ark.’nın (2014) yapmış oldukları çalışmaya göre Türkiye’de sınıf II anomali görülme sıklığı %48.4 olarak bulunmuştur. Erciyas ve Taşpınar (2001) Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalına tedavi amacıyla başvuru yapan ve kronolojik yaşları 10-20 arasında değişen 1785 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada, Sınıf II anomalilerin %54 oranında görüldüğünü belirtmişlerdir.

2.5. Sınıf II Maloklüzyonların İskeletsel Özellikleri

Sınıf II maloklüzyonlar maksiller gelişim fazlalığı, mandibular gelişim yetersizliği ya da bunların kombinasyonu şeklinde görülebilmektedir (Li ve ark., 2016).

Pancherz ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, Sınıf II divizyon 1 ve Sınıf II divizyon 2 maloklüzyonların her ikisinde de mandibular gelişim yetersizliği görüldüğü belirtilmiştir.

Yapılan başka çalışmalarda mandibular retrüzyon kaynaklı Sınıf II maloklüzyon oluşma ihtimalinin oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (McNamara, 1981; Pancherz ve ark., 1997).

İskeletsel Sınıf II maloklüzyon özellikleri gösteren bireylerde, azalmış, normal veya artmış alt yüz yüksekliği görülebilmektedir. Ortodontistler Sınıf II maloklüzyonlarda tedavi planlaması yaparken alt yüz yüksekliğini göz önünde bulundurmaktadırlar (Bishara, 2006).

Dolikosefal yüz gelişimi gösteren Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde, temporomandibular eklem (TME) problemlerinin görülme riskinin arttığı ve bu bireylerde hava yolunun daraldığı bildirilmiştir (Young, 2022).

Ortodontik tanı ve tedavi planlamasında çeşitli açısal ve boyutsal ölçümlere dayalı sefalometrik analizler önemli bir rol oynamaktadır (Büyükçavuş ve Kale, 2019).

İskeletsel sagittal ilişkiler, maksilla ve mandibulanın birbirine göre konumu esas alınarak değerlendirilir. Steiner analizinde olduğu gibi bazı sefalometrik analizler, kraniyal referans noktalarını kullanarak çenelerin kraniyuma göre konumunu incelerken Wits analizi kraniyumdan bağımsız olarak çenelerin birbirine göre konumunu karşılaştırarak değerlendirir (McCown, 2021, s.11).

Sagittal yön uyumsuzluğu olan Sınıf II maloklüzyonlarda, maksilla ve mandibula arasındaki iskeletsel ilişki ANB açısı ve Wits Analizi gibi sefalometrik ölçümlerle tespit edilmektedir (Bishara, 2006). Steiner'a göre SNA ve SNB açısının ideal değerleri sırasıyla 82 ve 80 derecedir (Steiner, 1953). Bu açı değerlerine göre problemin hangi çeneden kaynaklandığı belirlenmektedir. ANB açısının 5 dereceden büyük olması iskeletsel Sınıf II ilişkisi işaret etmektedir (Ülgen, 1999, s.112).

2.6. Sınıf II Maloklüzyonların Tedavisinde Kullanılan Yöntemler

Yüz estetiği, hastalarda meydana getirdiği psikolojik etkiler açısından büyük bir öneme sahiptir. Estetik sonuçların ideal olmaması, hastaların benlik gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Albino ve ark., 1990). Konveks bir görünüm bireylerin sosyal kaygılarını artırmaktadır. Bu nedenle Sınıf II maloklüzyonların tedavisi oldukça önem arz etmektedir. Sınıf II maloklüzyonların tedavi alternatifleri bireyin yaşına, tedaviye ilgisine, maloklüzyonun şiddetine ve ekonomik durumuna bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Bishara, 2006; Kalra ve ark., 2021). Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde kullanılan yöntemler kamufraj tedavisi, ortognatik cerrahi ve fonksiyonel tedaviler olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

2.6.1. Kamufraj Tedavisi

Büyümesi sona eren ve ortognatik cerrahi düşünülmeyen hastalarda uygulan bir tedavi yöntemidir (Yılmaz ve Çakmak, 2019). Ortodontik kamufraj tedavisi, iskeletsel düzeyde anomaliye sahip hastalarda mevcut olan uyumsuzluğu dişsel düzeltmelerle

maskelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla çekim yapılması gerekiyorsa genellikle üst birinci küçük azı dişleri tercih edilmektedir (Raposo ve ark., 2018). Premolar dişlerin çekimiyle elde edilen boşluğun kesici dişlerin geriye alınmasıyla protrüzyon düzeltilmektedir. Overjet miktarının çok fazla olması kamuflaj tedavisinin başarı şansını düşürmektedir. Bu sebeple kamuflaj tedavilerinde overjetin 10 mm'den fazla olmamasına dikkat edilmelidir (Yılmaz ve Çakmak, 2019).

2.6.2. Ortognatik Cerrahi

Büyüme potansiyeli sona ermiş ve kamuflaj tedavisine uygun olmayan hastalarda uygulanmaktadır. Kamuflaj tedavisinde öncelikli olarak oklüzal ilişki düzeltilirken ortognatik cerrahide oklüzal ilişkinin yanında hasta profilinin düzeltilmesi de mümkün olmaktadır. Bu sebeple estetik kaygısı yüksek olan hastalarda ortognatik cerrahi tedavisi daha çok tercih edilmektedir (Yılmaz ve Çakmak, 2019). Ortognatik cerrahide amaç altta yatan iskeletsel Sınıf II deformiteyi düzeltmektir. Cerrahi hastaların çoğunda mandibular retrognatiyi düzeltmek amacıyla yalnızca mandibular ilerletme ameliyatları yeterli olmaktadır. Bununla birlikte, bazı hastalarda üst çenenin yeniden konumlandırılması veya bimaxiller cerrahi tedavileri de gerekli olmaktadır. Tek çenede yapılan cerrahi işlemler daha stabil kabul edilirken, maksiller ve mandibular cerrahi kombinasyonları sadece rijit fiksasyon yolu ile stabil olmaktadır (Raposo ve ark., 2018).

Raposo ve ark. (2018) yaptıkları bir meta-analiz çalışmasında ortognatik cerrahinin kamuflaj tedavisine kıyasla overjeti düzeltmede daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

2.6.3. Fonksiyonel Apareyler

Norman W. Kingsley tarafından 1880 yılında geliştirilen ısırma plağı (Kingsley, 1880) önemli ölçüde dento-fasiyal değişiklikler elde edilmesini sağlayan fonksiyonel apareylerin ilk örneği olarak kabul edilmektedir. Ortodonti kariyerinde özellikle sabit

ortodontik tedaviyi benimseyen Edward Angle Sınıf II maloklüzyonu düzeltmek amacıyla mandibulayı öne doğru konumlandıran modifiye fonksiyonel bir aparey geliştirmiştir (Fleming ve Lee, 2016, s.10).

Wilhelm Roux 1883 yılında yunusların kuyrukları üzerinde yapmış olduğu çalışmasında, kemik gelişiminin beslenme ve fonksiyonel uyarıcılar olmak üzere iki faktöre bağlı olduğunu öne sürmektedir (Sofitha ve Iqbal, 2019). Fonksiyonel ortopedi yöntemleri, çenelerin konumsal ilişkisini değiştirerek maloklüzyonu tedavi etme amacıyla ilk kez Pierre Robin tarafından uygulanmıştır (Wahl, 2006).

Robin glossoptozisli çocukları tedavi etmek amacıyla Kingsley'in geliştirdiği apareyin modifiye bir şekli olan Monoblok apareyini kullanmıştır (Robin, 1934). Bu aparey Sınıf II maloklüzyonların tedavisi amacıyla Viggo Andresen tarafından tanıtılan apareyin öncüsüdür. Andresen, sabit ortodontik tedavi sonrası yapmış olduğu pekiştirme apareyini, hastasına 3 ay boyunca uygulamış ve bu süre sonunda Sınıf II maloklüzyonun düzeldiğini fark etmiştir. Daha sonra Karl Häupl ile beraber apareyi geliştirilmiştir (Andresen ve Häupl, 1936).

Alfred Rogers maloklüzyonların gelişmesi ve tedavisinde yüz kaslarının rolünü araştırmıştır. Kas stimülasyonunun dento-fasiyal deformite ve maloklüzyonların tedavisindeki önemini vurgulamıştır (Fleming ve Lee, 2016, s.10).

Fonksiyonel apareyler, kuvvetleri bazal kemiğe ileterek mandibulanın fonksiyonu ve pozisyonu üzerinde etkili olan kaslara yeni bir düzen kazandırmak amacıyla tasarlanan apareylerdir (Alawadhi ve ark., 2016). Fonksiyon esnasında oluşan kuvvetler aracılığıyla etki gösteren fonksiyonel apareylere, çene kemiklerinde oluşturdukları etkiden dolayı fonksiyonel çene ortopedisi terimi de kullanılmaktadır (Bajaj ve ark., 2019). Mandibular retrüzyon kaynaklı Sınıf II maloklüzyonlar, genellikle ortopedik kuvvetleri mandibular yapılara ileterek etki gösteren fonksiyonel apareylerle tedavi edilmektedirler. Bu

apareyler glenoid fossa ve mandibular kondillerin yeniden şekillenmesini sağlayarak çeneleri etkilemektedir (Baeshen ve ark., 2022).

Fonksiyonel apareylerin kullanımı için en ideal dönem pubertal büyüme atılımının başladığı ve tepe noktaya ulaştığı döneme kadar olan hızlı büyüme sürecidir (Fleming ve Lee, 2016, s. 28). Mandibular iskeletsel maturasyonun değerlendirilmesinde, diş gelişimi ve erüpsiyonu, menarş, göğüs gelişimi, ses değişiklikleri, el-bilek kemikleri ve servikal vertebralardaki maturasyonlar gibi farklı göstergeler kullanılabilir (Franchi ve ark., 2000). Puberta döneminde mandibular gelişimle servikal vertebra gelişimi arasında güvenilir bir bağ vardır (Franchi ve ark., 2000; O'Reilly ve Yanniello, 1988).

6 adet servikal vertebra maturasyon aşaması tanımlamıştır. Bunlardan 3. ve 4. aşamalar pubertal büyüme atılımının tepe noktasıdır (Franchi ve ark., 2000). Pubertal büyüme atılımı kronolojik olarak kızlarda ortalama 10-13, erkeklerde ise 11-14 yaşları aralığında gerçekleşmektedir (Fleming ve Lee, 2016, s.28). Büyüme atılımında sona yaklaşıldığında fonksiyonel apareylerin etkisi de azalmaktadır (Fleming ve Lee, 2016, s.28).

Mandibular retrognati kaynaklı Sınıf II anomalilerde fonksiyonel apareyler, kondiler kıkırdakta büyümeyi uyarak mandibulanın öne doğru büyümesine katkıda bulunmaktadır (Franchi ve ark., 2000).

Michigan-Ann Arbor Üniversitesi ve Toronto Üniversitesi'nde yapılan hayvan deneylerinde, günde 24 saat kullanılan fonksiyonel apareylerin etkisiyle glenoid fossada büyük miktarda aşağı ve öne doğru yer değiştirme olduğu tespit edilmiştir (Woodside, 1998). Voudouris ve ark.'nın (2003) yaptıkları çalışmada, fonksiyonel apareylere bağlı temporomandibular bölgedeki değişikliklerin sadece lateral pterigoid kas hiperaktivitesine bağlı olmadığı, bu değişikliklerin en iyi "Büyüme Göreliliği Teorisi" ile açıklanabileceği belirtilmiştir. Bu teoride; glenoid fossanın, ortopedik mandibular

ilerletme tedavisinde kondiler büyümei destekleyen bir yapı olduğu vurgulanmıştır. Başlangıçta, bu yer değiştirme glenoid fossadaki fibrokartilajinöz zarı etkileyerek lokal olarak kemik oluşumunu tetiklemektedir. Bu durumu, kassal olmayan viskoelastik dokuların gerilmesi takip etmektedir. Son olarak glenoid fossadaki retrodiskal doku bağlantılarından biraz uzakta yeni kemik oluşumu gerçekteşmektedir. Glenoid fossa ve yer değiştirmiş kondil; viskoelastik dokularla anatomik ve fonksiyonel olarak bağlantılı olan artiküler disk, fibröz kapsül ve sinovyumdan etkilenir. Bu nedenle kondiler büyüme viskoelastik doku kuvvetlerinin tesiri altındadır. TME kesitlerinin mikroskopik incelenmesi, retrodiskal dokuların kondil başının fibrokartilajinöz tabakasına bağ dokusuyla tutunduğunu göstermiştir. Kondili 3 boyutlu olarak saran bu fibrokartilaj yapı epifizlerde bulunmaz. Retrodiskal dokular ile kondil arasında; fibröz kapsül, sinovyal sıvı ile posterior ve anterior olmak üzere kollateral yumuşak doku bağlantıları bulunmaktadır. Kondil başına yapışan bu yapılar, glenoid fossa ile kondil arasında bağlantı kurmak için artiküler disk ve fibrokartilajı kullanır. Ortopedik mandibular ilerletme sırasında, kondilin fibrokartilajını besleyen gerilmiş retrodiskal dokulara kan damarları yoluyla besin ve diğer biyodinamik faktörlerin akışı olur. Bu faktörlerin dışarı atılması kondillerin yer değiştirmesi ve fossada yeniden konumlanması sırasında gerçekteşir. Sonuç olarak retrodiskal dokularda metabolik pompa benzeri bir faaliyet görölür (Voudouris ve Kuftinec, 2000).

Fonksiyonel apareylerin yetersiz olduğu bazı durumlar vardır. Bunlar:

1. Hasta uyumu değişkenlik göstermektedir.
2. Bazı klinisyenler fonksiyonel apareylerin sadece gece kullanılmasını savunurken, bazıları gece-gündüz kullanılmasını önermektedir. Uzun süreli kullanımı gerektiği durumlarda en azından başlangıçta tam zamanlı kullanımı tavsiye edilmektedir.

3. Ortodontik tedavi sırasında yapılan bu uygulama mandibular büyümenin yeterli olduğu algısı oluşturabilmektedir. Tedavi sonrası büyümenin azaldığı dönemde oklüzyonun tekrar bozulmasıyla bu yanılğı ortaya çıkmaktadır.
4. Mandibular büyüme dalgalı bir seyir izleyebilmektedir. Mandibular büyümede ani hızlanma ve yavaşlama dönemlerinin olduğu bilinmektedir. Fonksiyonel apareyler bu büyümenin durgun olduğu bir dönemde uygulanırsa, önemli ortopedik değışiklikler elde edilemeyebilir.
5. Mandibulada tedaviyle elde edilmesi beklenen büyüme miktarının mevcut olan büyüme potansiyelinden daha fazla olması uygulanan tedavinin başarısız olduğu algısını oluşturabilmektedir. Bu sebeple doğru teşhis oldukça önem arz etmektedir.
6. Artmış alt ön yüz yüksekliğı ile karakterize vakalarda geleneksel fonksiyonel apareylerin kullanması sakıncalıdır. Bu tür vakalarda bukkal segmentlerin erüpsiyonu için akriliğın aşındırılması, alt yüz yüksekliğinde ve mandibulanın saat yönü rotasyonunda daha fazla artışa sebep olmaktadır. Bunun sonucunda ön açık kapanış gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkabilmektedir (Woodside, 1998).

Fonksiyonel apareyler hareketli ve sabit fonksiyonel apareyler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Barton ve ark., 1997).

2.6.3.1. Hareketli Fonksiyonel Apareyler

Büyüme döneminde kaslarda denge sağlayarak çeneler arası ilişkinin düzeltilmesinde kullanılan apareylerdir (Woźniak ve ark., 2015). Mandibular büyümeyi stimüle eden bu apareylerde (Santamaría-Villegas ve ark., 2017) hasta uyumu oldukça önemlidir (Chaudhry ve ark., 2015). Hareketli fonksiyonel apareyler mukozada tahrişe neden olmaları ve dil alanını küçültmeleri gibi dezavantajlara sahiptirler. Ayrıca,

konusma ve yutkunma güçlüğü ile estetik problemlere neden olduklarından hastalar tarafından rahatlıkla kabul edilememektedirler (Chaudhry ve ark., 2015). Hareketli fonksiyonel apearelere aktivatör, Bionatör, Frankel ve Twin-Blok gibi apeareler örnek verilebilir.

Aktivatör Apeareyi

İlk olarak Andresan tarafından pekiştirme apeareyi olarak kullanılan aktivatör, monoblok bir yapı şeklindedir. Önceleri kauçuktan yapılan bu apeare daha sonra akrilikten elde edilmiştir. Mandibulayı aşağı ve önde konumlandırır. Hastaya apeareyi ilk hafta 1-8 saat, 2. hafta 12-14 saat kullanması şeklinde talimat verilir. Hasta ikinci haftanın sonunda kontrole çağrılarak apeare üzerinde gerekli düzenlemeler yapılır. 6-8 haftalık periyotlarla randevular verilir. Hastanın bu apeareyi kullanım süresi yaklaşık 9-12 ay kadardır (Bakhtiari ve Sadry, 2019).

Bionatör Apeareyi

1956 yılında Balters tarafından geliştirilen ve mandibular büyümenin yetersiz olduğu maloklüzyonların tedavisinde de kullanılan Bionatör apeareyi (Balters, 1956), fonksiyonu yönüyle aktivatöre benzemekle birlikte palatinal kısımdaki coffin spring elemanı ile aktivatörden farklılık göstermektedir (Alawadhi ve ark., 2016; Bakhtiari ve Sadry, 2019). Balters'a göre dilin fonksiyonel alanı orofasiyal gelişim için gereklidir. Dil ile ağız çevresindeki kaslar arasındaki denge, diş arklarının ve interküspidasyonun şeklinden sorumludur. Dilin işlevindeki herhangi bir bozukluk deformasyonlara yol açabilmektedir. Bu nedenle Balters diş diziliminde dilin önemli bir role sahip olduğunu söylemektedir (Alawadhi ve ark., 2016). Aktivatöre göre daha küçük hacimli olması bu apeareyin avantajı olarak gösterilmektedir (Bakhtiari ve Sadry, 2019).

Frankel Apareyi

Rolf Frankel tarafından geliştirilen doku destekli bu aparey ile oklüzal uyum ve yüz görünümünde değişiklik elde edilmesi amaçlanmaktadır. Erken ve karışık daimi dişlenme döneminde kullanılan Frankel apareyleri ağız çevresinde bulunan kasların oluşturduğu basınçları dentoalveolar bölgeden uzak tutarak etki göstermektedir (Bakhtiari ve Sadry, 2019). Dört çeşidi bulunan bu apareylerden Frankel I hafif overjeti olan Sınıf II maloklüzyonlarda kullanılmaktadır. Frankel II apareyi aşırı overjete veya derin overbite'a sahip hastalarda tercih edilirken Frankel III apareyi Sınıf III maloklüzyonlarda, Frankel IV apareyi ise ön açık kapanışın düzeltilmesinde kullanılmaktadır (Fleming ve Lee, 2016, s.12).

Twin-Blok

William Clark tarafından geliştirilen Twin-Blok apareyi 45° açığa sahip alt ve üst ısırma bloklarından oluşmaktadır. Bu blokların birbirine kenetlenmesiyle mandibula fonksiyonel olarak yer değiştirmektedir (Clark, 1982). Hastalar tarafından tolere edilebilir sağlam bir apareydir (DiBiase ve ark., 2015).

2.6.3.2. Sabit Fonksiyonel Apareyler

Fonksiyonel apareylerin etkili olabilmesi için apareyin uzun süreli kullanımı gerektiğinden hasta uyumu oldukça önemlidir (DiBiase ve ark., 2015). Hasta uyumu ihtiyacını azaltan sabit fonksiyonel apareyler hareketli fonksiyonel apareylere kıyasla daha kalıcı kondil-fossa değişiklikleri oluşturması sebebiyle hekimler tarafından daha çok tercih edilmektedir (Dahiya ve ark., 2022). Çok sayıda sabit fonksiyonel aparey geliştirilmiştir (Kalra ve ark., 2021). Sabit fonksiyonel apareyler ilk olarak Emil HERBST tarafından tanıtılmıştır (Arici ve ark., 2008). Tanıtıldığı ilk dönemlerde fazla bilinmeyen sabit fonksiyonel apareyler 1970'lerin sonlarında Hans Pancherz tarafından yeniden popülerite kazanarak dünyada en yaygın kullanılan ve araştırılan fonksiyonel

apareylerden biri haline gelmiştir. Pancherz, teleskopik sistemden oluşan bu apareyi genellikle maksillada birinci molar dişin ortodontik bandına, mandibulada ise birinci küçük azı dişinin ortodontik bandına lehimlemiştir. Aparey 24 saat boyunca aktiftir ve mandibulayı önde konumlandırmayı sağlamaktadır (Pancherz, 1985). Rijit yapısı ve hijyenik olmaması gibi bazı dezavantajlarına rağmen günümüzde tercih edilen apareylerdendir (Arıcı ve ark., 2008). Sınıf II maloklüzyonlarda kullanılan tüm sabit fonksiyonel apareyler; mandibulanın ilerletilmesi, maksiller büyümenin sınırlandırılması, mandibular anterior dişlerin yelpaze şeklinde açılması ve maksiller anterior dişlerin retroklinasyonunu içeren iskeletsel ve dental değişikliklerin kombinasyonu ile deformiteyi düzeltmektedir (Ckauan ve ark., 2021; Hemanth ark., 2023). Sabit fonksiyonel apareylerde tedavi süresi en az 6-9 ay olmalıdır (Ckauan ve ark., 2021).

Sabit Fonksiyonel Apareyin Endikasyonları

- Mandibular retrüzyon kaynaklı iskeletsel Sınıf II anomalilerde,
- Maksiller retrüzyon kaynaklı iskeletsel Sınıf III anomalilerde,
- Hareketli fonksiyonel apareylerin kullanılamayacağı post-adölesan dönemdeki hastalarda kalan rezidüel büyümeden faydalanmak için,
- Apareyin tek taraflı kullanılarak fonksiyonel orta hattın düzeltilmesinde,
- Sınıf II ve Sınıf III hastalarda cerrahi sonrası kas stabilizasyonu amacıyla,
- TME bozukluğu olan yetişkin hastalarda anterior repozisyon splinti olarak,
- Yetişkin hastalarda dişsel Sınıf II molar ilişkisinin düzeltilmesi ve ankrajı artırmak amacıyla kullanılabilir (Prateek ve Sandhya, 2017).

Kontrendikasyonları

- Periodontal problemleri olan hastalarda,
- Mandibular ön bölgede ince dişeti olan hastalarda,
- Belirgin diş eti gülümsemesi olan hastalarda,

- Open bite eğilimi olan hastalarda kullanılması kontrendikedir (Moro ve ark., 2018).

Fonksiyonel Apareylerin Dentoalveolar ve İskeletsel Etkileri

Fonksiyonel apareyler Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde %60-70 oranında dentoalveolar, %30-%40 oranında ise iskeletsel etki oluşturmaktadır (Bishara ve Ziaja, 1989).

Dentoalveolar Etkiler

Fonksiyonel apareylerin kullanımı sonucunda uygulanma dönemine bakılmaksızın genellikle dentoalveolar etkiler görülmektedir (Bishara ve Ziaja, 1989).

Bu dentoalveolar etkiler:

- IMPA açısında artma,
- Overjet miktarında azalma,
- Maksiller molar dişlerde intrüzyon ve distalizasyon,
- Mandibular dişlerde mezializasyon,
- Alt kesici dişlerde proklinasyon
- Maksiller dentisyonda distal hareket,
- Üst molar dişlerde distal tipping,
- Üst kesici dişlerde retroklinasyon olarak belirtilmektedir (Bilgiç ve ark., 2011; Kesavan ve Kulkarni, 2024).

İskeletsel Etkiler

Birçok çalışma önemli iskeletsel etkilerin çoğunlukla pubertal büyüme döneminde olan hastalarda gerçekleştiğini göstermektedir. Post-pubertal dönemde olan hastalarda, fonksiyonel apareylerin maksiller büyümeyi sınırlayıcı etkisinin çok az olduğu belirtilmektedir (Nalbantgil ve ark., 2005). Malhotra ve ark. (2018) post-pubertal dönemdeki hastalarda yaptıkları bir çalışmada PowerScope apareyinin maxilla üzerine

iskeletsel bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Post-pubertal dönemdeki hastaları içeren başka bir çalışmada fonksiyonel apareylerin herhangi bir iskeletsel etkisinin olmadığı gösterilmektedir (Oztoprak ve ark., 2012). Pubertal büyüme atılım dönemindeki hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, pogonion noktasında öne doğru hareket, mandibular uzunlukta önemli bir artış ve maksiller büyümede kısıtlama olduğu gösterilmiştir (Küçükkeleş ve ark., 2007). Ayrıca yumuşak doku pogonion noktasının öne doğru hareketiyle yüz profilinde olumlu etkiler oluşabilmektedir (Antony ve ark., 2018).

Sabit fonksiyonel apareyler rijit, esnek ve hibrit apareyler olarak sınıflandırılmaktadır (Hemanth ve ark., 2023)

Rijit Sabit Fonksiyonel Apareyler

Herbst apareyi, Mandibular Anterior Reposition Apareyi (MARA) ve AdvanSync 2 apareyi rijit sabit fonksiyonel apareylere örnek olarak gösterilebilir. Bu apareyler ağız içine yerleştirildikten sonra mandibulayı 7 gün 24 saat boyunca ileri pozisyonda tutarak hastanın maksimum interküspidasyonda ısırmasına izin vermemektedir (Toshniwal ve ark., 2021). Kırılmaya karşı dirençli olup esnek sabit fonksiyonel apareylere göre daha fazla iskeletsel etki oluşturmaktadırlar (Al Hamdany ve ark., 2023). Mandibulanın lateral hareketlerini kısıtlayan bu apareylerden en yaygın olarak kullanılanı Herbst ve MARA apareyleridir (Kumawat ve Goyal., 2022).

Esnek sabit fonksiyonel apareyler

İntermaksiller sarmal yay veya sabit bir yaydan oluşan bu apareyler mandibulanın lateral hareketlerine imkân tanımaktadır. Esnek sabit fonksiyonel apareylerde uygulanan kuvvet miktarı değiştirilebilmektedir (Moro ve ark., 2018). Kırılma potansiyeli yüksek olan bu apareylere Jasper Jumper ve Jasper Vector gibi apareyler örnek verilebilir (Al Hamdany ve ark., 2023).

Hibrid sabit fonksiyonel apareyler

Hibrid fonksiyonel apareyler, sert ve esnek fonksiyonel apareylerin bir kombinasyonudur (Madhav ve ark., 2023). Yapısında bulunan açık yaylar ile bu apareyler 150- 260 g arasında kuvvet uygulamaktadırlar (Moro ve ark., 2018). Elastiklerin ve ağız dışı kuvvetlerin yerini alması, yerleştirme kolaylığı, hasta iş birliği ihtiyacını azaltması, lateral hareketlere imkân tanınması ve kırılma ihtimalinin düşük olması önemli avantajları arasında sayılabilmektedir (Madhav ve ark., 2023). Hibrid sabit fonksiyonel apareylere Eureka Spring (Ahuja ve ark., 2016), Forsus ve Twin Force Bite Corrector (TFBC) gibi apareyler örnek olarak verilebilir (Prateek ve Sandhya, 2017). Çalışmamızda kullandığımız PowerScope 2 apareyi de hibrid sabit fonksiyonel apareyler grubundadır.

Forsus

Sınıf II anomali vakalarında kullanılan bu aparey William Bill Vogt tarafından geliştirilmiştir (Varghese ve ark., 2021). Forsus apareyi yay, klips ve itme çubuğu olmak üzere üç parçadan oluşmaktadır (Moro ve ark., 2018; Varghese ve ark., 2021). Paslanmaz çelikten üretilen yay kısmı yorulmaya dayanıklıdır ve yaklaşık 220 g kuvvet uygulamaktadır. Klips, yayı maksiller molar tüpe sabitlemek ve stabilite sağlamak için kullanılan bir parçadır. İtme çubuğu ise apareyi alt çeneye bağlayan kısımdır (Moro ve ark., 2018) ve kanin veya birinci küçük azı dişinin distaline bağlanır (Varghese ve ark., 2021).

Twin Force Bite Corrector

2004 yılında piyasaya sürülen TFBC, mandibulayı önde konumlandıran hibrit apareylerdendir. Sabit mekaniklerle birlikte kullanılabilmesi, tedavi süresini kısaltması ve hasta uyumuna ihtiyaç duymaması apareyin en önemli avantajlarından (Yamazaki ve ark., 2014). Her iki tarafta da iki adet teleskopik piston düzeneği bulunan Twin Force apareyi lateral çene hareketlerine imkân tanımakta ve yaklaşık 210 g kuvvet

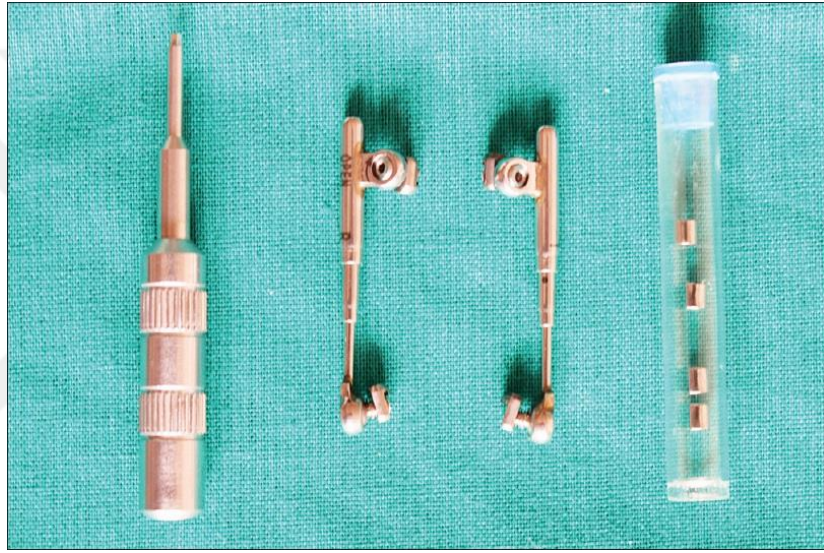
uygulamaktadır. Maksiller molar dişlerin mesialine, mandibular kanin dişlerin distaline yerleştirilmektedir (Rothenberg ve ark., 2004). Küçük ve standart olmak üzere iki boyutta üretilen bu apareyin seçimi üst molar ve alt kanin dişler arası mesafe ölçülerek yapılır (Yamazaki ve ark., 2014). Hareketli fonksiyonel bir aparey ile karşılaştırıldığında, Twin Force apareyi daha kısa tedavi süresine sahiptir (Dalci ve ark., 2014).

PowerScope 2

PowerScope apareyi Dr. Andy Hayes tarafından geliştirilmiştir (Wasey ve ark., 2020). Piyasaya sürülen en yeni sabit fonksiyonel apareylerden biridir (Savanna ve ark., 2016). PowerScope apareyi tek boyutta ve tek parça halinde üretilmektedir (Gorantla ve ark., 2019) ve her hasta için uyumlanabileceği belirtilmektedir (Al Hamdany ve ark., 2023). Herbst apareyine benzer teleskopik bir mekanizmadan oluşmaktadır (Gorantla ve ark., 2019). Bu aparey; uygulama kolaylığı, hasta başında geçirilen zamanın kısa olması ve minimal düzeyde yapılan ayarlamalarla hem ortodontistler hem de hastalar için avantaj sağlamaktadır. 2014'te tanıtılmasından bugüne kadar üç kez modifiye edilen apareyin günümüzde en güncel hali olan PowerScope 2 versiyonu kullanılmaktadır. PowerScope 2 apareyi, üç parçalı teleskopik bir sistemden oluşmaktadır. Üzerinde bulundurduğu nikel-titanyum yay 260 g'lık bir kuvvet sağlamaktadır. Paslanmaz çelik tele doğrudan bağlanmalarını sağlayan parçaları sayesinde hızlı ve basit kuruluma izin vermektedir. Bağlantı parçaları ve altıgen vidalar apareyin uç kısımlarında bulunmaktadır. Vida, altıgen anahtar yardımıyla bağlantı parçası ile sıkıştırıldığında 0.020×0.026 inç boyutunda bir boşluk oluşmaktadır (Al Hamdany ve ark., 2023). Bu boşluğa en uygun ark teli seçilerek istenmeyen hareketler ve yumuşak doku yaralanmalarının önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla yatay yönde 0.025 inç paslanmaz çelik dikdörtgen ark telleri kullanılabilir (Bajaj ve ark., 2019). Bu aparey her iki uç kısmındaki

bilye sayesinde çene hareketlerine daha fazla izin vererek hasta konforunu artırmaktadır (Gorantla ve ark., 2019).

Aparey aktivasyonunun kontrolünü sağlamak amacıyla sağ ve sol itme çubuklarında işaret çizgileri bulunmaktadır. Bu çizgilerin açığa çıkması apareyin aktif olmadığını göstermektedir. Aktivasyon halkaları kullanılarak aparey yeniden aktif hale getirilmektedir (Paulose ve ark., 2016). Bu sayede mandibula sürekli önde konumlandırılarak büyümesi aktive edilmektedir (D'Antò ve ark., 2015)



Şekil 2.1. PowerScope 2 apareyi, aktivasyon halkaları ve anahtarı

PowerScope 2 apareyinin avantajları:

- Uygulanabilirliğinin kolay olması,
- Headgear tüpü veya özel bir bant gerektirmemesi,
- Yuvarlatılmış kenarları ve doku dostu tasarımıyla hasta konforunu en üst seviyeye taşıması,
- Çene hareketlerine izin vermesi,
- Apareyin küçük hacmi ile daha estetik bir görünüm sağlaması,
- Kolay temizlenebilmesi ve daha hijyenik olması,
- Laboratuvar aşaması gerektirmemesi,

- Tek parça olması sayesinde apareyin dağılma riski ortadan kaldırılarak hastanın acilen kliniğe gelme gereksiniminin önlenmesidir (Savanna ve ark., 2016; Paulose ve ark., 2016).

PowerScope 2 apareyinin bileşenleri şunlardır:

- Bağlantı parçaları (vida bağlantı parçaları ile sıkıştırıldığında ark telinin yerleşeceği dördüncü yüzeyi oluşturur)
- Teleskopik mekanizma (18 mm boyutunda)
- Teleskopik sistemin her iki ucunda altıgen soketli vidalar
- 260 g kuvvet üreten Ni-Ti yay.
- Aktivasyon halkaları (1 mm, 2 mm veya 3 mm boyutlarında)
- Altıgen başlı anahtar (Wasey ve ark., 2020)

PowerScope 2 apareyinin endikasyonları:

- Maksiller protrüzyonu olan Sınıf II vakalarda,
- Çekimli tedavilerden sonra kalan Sınıf II'nin düzeltilmesinde,
- Çekimsiz Sınıf II divizyon 1 vakalarında,
- Üst molar dişlerin distalizasyonundan sonra ankraj amaçlı,
- Alt birinci molar dişlerin çekildiği veya alt ikinci premolar diş eksikliği olan vakalarda boşluğun arka dişlerin mezial hareketi ile kapatılmasında ankraj olarak,
- Alt çene geriliğine sahip erişkin hastalarda dentoalveolar ilerletme sağlayarak overjetini elimine etmek için,
- Üst ön veya alt arka dişler için yapılması planlanan implantlara yer hazırlamak amacıyla kullanılmaktadır.

PowerScope 2 apareyinin kontrendikasyonları:

- Nikele karşı alerjik reaksiyon durumu olan hastalarda,
- Periodontal problemleri olan hastalarda,

- Daimi dişlenmenin tamamlanmadığı hastalarda kontrendikedir (Moro, 2016).

2.7. Temporomandibular Eklem Anatomisi

TME anatomisi, iskeletsel olarak temporal kemik ve mandibulanın yanı sıra yoğun fibröz yapıdaki artiküler disk, bağlar ve çok sayıda kas yapısından oluşmaktadır (Milorio ve ark., 2004, s.933). TME vücuttaki en karmaşık eklemlerden biridir. Tek bir düzlemde menteşe hareketi sağlamak ve bu nedenle ginglymoid bir eklem olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, kayma hareketleri de sağladığı için artrodial bir eklem olarak sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle ginglymoarthrodial eklem olarak kabul edilmektedir (Okeson, 2019, s.5). Fibröz bağ dokusu eklem kapsülünün innervasyonu ve vaskularizasyonunda önemli rol oynamaktadır. TME sinovyal bir eklemdir ve iç tarafı sinovyal membranla kaplıdır. Sinovyal membran sinovyal sıvının salgılanmasını sağlar. Sinovyal sıvı ise damardan yoksun eklem kısımlarının besin ve metabolik ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Milorio ve ark., 2004, s.934).

2.7.1. Eklem Anatomisi

2.7.1.1. Mandibular Kemik

Kafatasındaki herhangi bir kemikle direkt bağlantısı bulunmayan mandibula, kondillerin eklem yüzeyi aracılığıyla temporal kemikle eklemleşen U şeklinde bir kemiktir (Milorio ve ark., 2004, s.934; Okeson, 2019, s.4,5).

Sağ ve sol kondiller aralarında yaklaşık 145°-160° arasında değişen bir açı oluşturmaktadırlar (Milorio ve ark., 2004, s.934). Mandibular kondil mediolateral yönde yaklaşık 15-20 mm ve anteroposterior yönde 8-10 mm arasında değişen boyutlardadır. (Alomar ve ark., 2007, s.171). Kondil mediolateral yönden incelendiğinde yuvarlak bir görünümdeyken anteroposterior yönden bakıldığında daha konveks bir görüntüye sahiptir. Kondilin medialinde ve eklem yüzeyinin hemen altında, lateral pterigoid kasın

yapıştığı bölgede fovea pterigoidea adı verilen belirgin bir çukur bulunur (Milorio ve ark., 2004, s.934).

2.7.1.2. Temporal Kemik

Mandibular kondilin eklem yaptığı yer temporal kemiğin skuamoz kısmıdır. Mandibular fossa olarak adlandırılan bu kısım aynı zamanda artiküler fossa ya da glenoid fossa olarak da bilinmektedir. Mandibular fossanın posteriorunda, mediolateral olarak uzanan skuamotimpanik fissür bulunmaktadır. Fissürün hemen anteriorunda artiküler eminens adı verilen konveks bir kemik çıkıntısı yer almaktadır. Artiküler eminensin konveksitesi oldukça değişkendir ve şekli mandibulanın öne doğru hareketi sırasında kondilin izleyeceği yolu belirlemede önemlidir. Artiküler fossanın posterior kısmı incedir ve gelen kuvvetlere karşı dayanıksız bir yapıdayken fossanın hemen önünde bulunan artiküler eminens kalın bir yapıdadır ve gelen kuvvetlere karşı dayanıklıdır (Okeson, 2019, s.5).

2.7.1.3. Artiküler Disk

Artiküler disk TME'nin en önemli anatomik yapısıdır. Mandibular kondil ile eklem temporal kemik bileşeni arasında yer alan bikonkav fibrokartilajinöz bir yapıdadır (Alomar ve ark., 2007, s.175). Yoğun fibröz bağ dokusundan oluşan bu yapı çoğunlukla kan damarları ve sinir liflerinden yoksundur (Milorio ve ark., 2004, s.935). Artiküler diskin sadece uç kısımları hafif innerve olmaktadır (Okeson, 2019, s.5). Eklem diski kabaca oval, yeterince sert ve fibröz bir plaka şeklindedir. Hem menteşe hareketini hem de temporal ve mandibular eklem kemikleri arasındaki kayma hareketini sağlayan artiküler disk, eklem boşluğunu alt ve üst olmak üzere-iki bölüme ayırmaktadır. Kondilin kayma hareketleri üst kısımda gerçekleşirken menteşe hareketleri ise alt kısımda gerçekleşmektedir (Alomar ve ark., 2007, s.175).

Disk sagital düzlemde kalınlığına göre üç bölgeye ayrılmaktadır. Orta bölge en ince kısımdır ve 1 mm kalınlığındadır. Arka bölge en kalın kısım olup 3 mm kalınlığındadır. Ön bölge ise 2 mm kalınlığındadır (Alomar ve ark., 2007, s.175; Okeson, 2019, s.5). Kondilin eklem yüzeyi diskin orta bölgesinde yer alır ve daha kalın olan ön ve arka bölgelerle sınırlanmaktadır (Okeson, 2019, s.5). Eklem diski kapsüler ligamente anterior, posterior, medial ve lateral olarak bağlanmaktadır. Lateral pterygoid kasın bazı lifleri fonksiyon sırasında disk ile kondil arasındaki stabilizasyonu sağlamaktadır (Milorio ve ark., 2004, s.936).

Esneklik ve uyum sağlama yeteneğine sahip olan disk, eklemde yıkıcı kuvvetler veya yapısal değişiklikler meydana gelmedikçe morfolojisini korumaktadır. Aksi halde diskin morfolojisi irreversibl olarak değişebilmektedir. Eklem diski posteriorda yüksek oranda vaskülarize ve innerve olan, retrodiskal doku olarak adlandırılan gevşek bir bağ dokusuna bağlanmaktadır (Okeson, 2019, s.6).

2.7.1.4. Fibröz Kapsül

Eklemi tamamen çevreleyen ve ince bir doku kılıfı olarak bilinen (Alomar ve ark., 2007, s.176) fibröz kapsül; yoğun, fibrötik yapıda bir bağ dokusu olup artiküler diski sarmaktadır. Fibröz kapsül yukarıda ve önde artiküler tüberküle, arkada skuamotimpanik fissüre ve aşağıda kondil boynuna bağlanmaktadır (Helland, 1980; Wilkie ve Al-Ani, 2022).

2.7.1.5. Retrodiskal Doku

Kondil ve diskin posteriorunda bulunan retrodiskal doku eklemde intraartiküler bir kısımdır (Alomar ve ark., 2007, s.176). Sinovyal sıvı üretiminde rol oynayan bu yapı yüksek oranda damar ve sinir içermektedir. Elastik lif içeren retrodiskal dokunun üst kısmı superior retrodiskal lamina olarak adlandırılır ve aşırı translasyonel hareketlerde diskin hareketlerini sınırlandırıcı etkiye sahiptir. Kollajen liflerden oluşan, ancak elastik

lif içermeyen ve inferior retrodiskal lamina olarak adlandırılan alt yapı, eklem diskini kondilin eklem yüzeylerinin posterior kenarına bağlamaktadır (Miloró ve ark., 2004, s.936).

2.7.2. Temporomandibular Eklem Ligamentleri

2.7.2.1. Kollateral Ligament (Diskal Ligament)

Kollateral bağın geniş dış kısmı yelpaze şeklindedir. Artiküler eminensin dış yüzeyine ve zigomatik arkın arka kısmına yapışmaktadır (Alomar ve ark., 2007, s.177). TME' nin menteşe hareketinden sorumludur. Kollateral bağlar medial ve lateral olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Okeson, 2019, s.10).

Bu bağlar diski kondilin medial ve lateral kutuplarına bağlamaktadır. İşlevi diskin kondilden uzaklaşmasını önleyip kondil ve diskin eşzamanlı hareketini sağlamaktır (Miloró ve ark., 2004, s.936). Vaskülarizasyona ve innervasyona sahip olan bu bağlardaki gerilme ağrıyla sebep olmaktadır (Okeson, 2019, s.10).

2.7.2.2. Kapsüler Ligament

TME'yi çevreleyip kuşatan kapsüler ligament yukarıda glenoid fossa ve artiküler eminens boyunca temporal kemiğe, aşağıda kondil boynuna bağlanmaktadır (Okeson, 2019, s.10). Kapsüler ligament, eklem bölgesini lateral, medial ve inferior kuvvetlere karşı dirençli hale getirirken, eklemi çevreleyerek sinovyal sıvının bütünlüğünü korumaktadır (Miloró ve ark., 2004, s.936). Innervasyonu iyi olan bu ligament eklem pozisyonu ve hareketiyle ilgili proprioseptif feedback sağlamaktadır (Okeson, 2019, s.10).

2.7.2.3. Temporomandibular Ligament

İki farklı işlevsel kısmı bulunan bu ligament TME'nin lateralinde yer almaktadır. (Miloró ve ark., 2004, s.936,937). Dış oblik kısım; artiküler eminens ve zigomatik prosesin dış tarafından başlar, posteroinferior yönde ilerleyerek kondil boyununun dış

yüzeyine uzanmaktadır (Okeson, 2019, s.11). Kondilin translasyonel ve rotasyonel hareketlerinde aşağı doğru yönelimini sınırlandırmaktadır. İç horizontal kısım artiküler eminensin dış yüzeyinden başlayarak yatay yönde geriye doğru uzanmakta ve kondilin laterale, diskin posterior kısmına bağlanmaktadır (Milorio ve ark., 2004, s.937). Kondilin ve diskin posteriora aşırı yer değişimini önlemektedir. Bu sayede retrodiskal dokuları korumaktadır (Okeson, 2019, s.11).

2.7.2.4. Yardımcı Bağlar

Sphenomandibular Bağ

TME'nin yardımcı bağlarından biri olan sphenomandibular bağ, sfenoid kemik çıkıntısından başlayarak, mandibulada ramusun medial yüzündeki lingula denilen kısma kadar uzanmaktadır. (Okeson, 2019, s.11). Çene hareketleri sırasında pasiftir (Alomar ve ark., 2007, s.178) ve bu sebeple mandibular hareketler üzerinde sınırlandırıcı bir etkisi yoktur (Okeson, 2019, s.11).

Stylomandibular Bağ

Bir diğer yardımcı bağ olan stylomandibular bağ styloid prosten başlayarak mandibular ramusun posterioruna doğru öne ve aşağı yönde uzanmaktadır (Okeson, 2019, s.12). Ağız kapalıyken herhangi bir fonksiyonda bulunmayan bu bağ aşırı protruziv hareketlerde gerilerek mandibular hareketleri sınırlandırmaktadır (Alomar, 2007, s.179; Okeson, 2019, s.12).

2.7.3. Temporomandibular Eklemin Kas Yapıları

2.7.3.1. Masseter Kas

Zigomatik arkten başlayarak mandibular ramusun alt sınırının lateral kısmına uzanan dikdörtgen şeklindeki masseter kası, çeneyi kapatan kaslardandır. Çenenin en güçlü kasıdır (Alomar, 2007, s.179; Okeson, 2019, s.12). Derin ve yüzeysel olmak üzere

iki kısma ayrılmaktadır. Derin kısmı dikey liflerden oluşurken yüzeyel kısmı aşağı ve hafif geriye doğru uzanan liflerden oluşmaktadır (Okeson, 2019, s.12).

2.7.3.2. Temporal Kas

Kafatasının lateral yüzeyinde temporal fossadan orijin alan (Durna, 2011) temporal kas, mandibulayı kapatan kaslardandır (Okeson, 2019, s.13). Üç bölümden oluşan (Durna, 2011) temporal kasın ön kısmının kasılması çenenin dikey yönde yükselmesini, orta kısmının kasılması çenenin geri yönde hareket etmesini, arka kısmının kasılması ise çenenin hafif yükselerek retrüze olmasını sağlamaktadır (Okeson, 2019, s.13).

2.7.3.3. Medial Pterygoid Kas

Çeneyi kapatan kaslardan biri olan medial pterygoid kas, masseter kasa paralel bir seyir izlemektedir. (Alomar ve ark., 2007, s.180). Pterygod fossadan başlayan bu kas angulus mandibulanın medialinde sonlanmaktadır (Durna, 2011).

2.7.3.4. Lateral Pterygoid Kas

Lateral pterygoid kas inferior ve superior olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Lateral pterygoid plağın lateral kısmından başlayan inferior lateral pterygoid kas, yukarı ve dışa doğru uzanarak kondil boynuna yapışmaktadır. Her iki inferior lateral pterygoid kas eşzamanlı olarak kasıldığında kondil artiküler eminens boyunca aşağı öne doğru hareket ederek mandibulayı açmaktadır. Tek taraflı olarak çalıştığında ise mandibulanın kontralateral hareketleri meydana gelmektedir (Milorio ve ark., 2004, s.939; Okeson, 2019, s.14).

Sfenoid kemiğin büyük kanadının infratemporal yüzeyinden başlayan superior lateral pterygoid kasın lifleri aşağıya, arkaya ve dışa doğru uzanarak pterygoid foveanın üst kısmına, eklem kapsülüne, eklem diskinin ve kondilin medial kısmına yapışır. Çenenin kapatılmasında, retrüzyon ve ipsilateral hareketlerde görev alır (Milorio ve ark.,

2004, s.939). Ağız kapatılırken kondil ile eklem diski arasındaki dengeyi sağlamaktadır (Alomar ve ark., 2007, s.181).

2.7.4. Eklem Sıvısı

Plazma ve sinoviyositlerden oluşan eklem sıvısı, alt eklem boşluğuna göre üst eklem boşluğunda daha fazla miktarda bulunmaktadır (Alomar ve ark., 2007, s.181). Eklem sıvısı fonksiyonel hareketler sırasında eklem yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi azaltmaktadır. Vaskülarizasyonu bulunmayan eklem yüzeylerinin metabolik ihtiyaçlarını karşılamakta ve artık maddelerin eklemde uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır (Durna, 2011).

2.8. Temporomandibular Eklemde Radyolojik Tanı Yöntemleri

2.8.1. Transkraniyal Radyografi

TME radyografisinde yaygın olarak transkraniyal projeksiyon kullanılmaktadır (Hansson ve Petersson, 1978). Bu görüntüleme yönteminde TME'nin sagittal düzlemdeki görüntüsü elde edilmektedir. Transkraniyal projeksiyon daha çok eklemdeki önemli kemik değişikliklerinin belirlenmesinde, kondil kırıklarında, eklem aralıklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (White ve Pharoah, 2014, s.543). Ancak tek başına kullanıldığında osteofit, erozyon, düzleşme ve skleroz gibi kemik dokudaki yapısal değişikliklerin tespiti tam olarak yapılamamaktadır (Hansson ve Petersson, 1978). Bu nedenle birkaç tamamlayıcı görüntüleme yöntemiyle beraber kullanılmalıdır (White ve Pharoah, 2014, s.545).

2.8.2. Panoramik Radyografi

Diş hekimliğinin tüm alanlarında kullanılabilen panoramik radyografiler (Dağ ve ark., 2011) alt ve üst çene, dişler, sağ ve sol TME bölgesi ve maksiller sinüsler hakkında bilgi veren radyografik görüntüleme yöntemlerindedir (Şanıvar ve ark., 2015). Çenelerde diş kaynaklı olan veya olmayan tüm görüntüleri sunabilmesi ve dişlerin tümü hakkında

bilgi vermesi nedeniyle oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Dağ ve ark., 2011). Tedavi planlamasında veya operasyon sonrası değerlendirmelerde kullanılabilir (Tsapaki, 2017).

Panoramik radyografinin kullanıldığı yerler:

TME, her iki maksiller sinüs ve styloid proseside içeren stomatognatik sistemin muayenesinde,

Fonksiyonel/patolojik oluşumların ve stomagnatik sistem üzerine olan etkilerinin belirlenmesinde,

Yapılan tedavi planlamasında bir belge niteliği olarak kullanılmaktadır (Watanabe ve ark., 2017).

2.8.3. Lateral Sefalometrik Radyografi

Sefalometrik analiz; kraniyofasiyal komplekste diş ve iskelet ilişkilerini analiz ederek tanı, tedavi planlaması ve büyüme analizi yapabilmek amacıyla ortodontistler tarafından tercih edilen yöntemdir (Yun ve ark., 2022). Bu yöntem; kafa kaidesi referans alınarak alt ve üst çenenin sagittal, vertikal ve transversal ilişkilerinin yanı sıra, çenelerin birbiriyle olan konumu ile dişlerin hem birbirlerine hem de çene kaidesine göre konumları hakkında kapsamlı bilgi sağlamaktadır (Akçam ve Novruzov, 2011).

Standart bir sefalometrik analiz, iki boyutlu (2D) lateral sefalogramlar veya üç boyutlu (3D) KIBT görüntüleri üzerinde gerçekleştirilmektedir. Hem 2D hem de 3D sefalometrik analizler için anatomik noktalar manuel olarak işaretlenmektedir (Hendrickx ve ark., 2024).

2.8.4. Artrografi

Bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme tekniklerinin gelişimi öncesinde eklem diski ve kıkırdağın görüntülenmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Akdeniz, 2000; Tvrdy, 2007). Lokal anestezi eşliğinde TME bölgesine kontrast madde

enjeksiyonu uygulanarak yapılmaktadır (Şanıvar ve ark., 2015). Disk perforasyonlarının ve eklem içi yapışıklıkların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Tvrđy, 2007).

2.8.5. Ultrasonografi

Ağız, çene ve yüz bölgesindeki hastalıkların teşhisinde kullanılabilen ultrasonografiler (Narang, 2022) yüksek frekanstaki ses dalgalarının farklı yoğunluklardaki yumuşak dokular arasından geçmesiyle elde edilen bir görüntüleme tekniğidir (Akdeniz, 2000; Şanıvar ve ark., 2015). Herhangi bir radyoaktif madde kullanılmadığı için pek çok kez alınabilen görüntülerle hasta takibi yapılabilir (Akdeniz, 2000). Bu yöntemin en temel dezavantajı, su oranı düşük olan dokuların görüntülenmesindeki zorluktur. Bunun yanı sıra; maliyet, klostrofobi olan hastalar, harekete bağlı oluşan artefaktlar, ulaşılabilirliğinin kolay olmaması ve uzun muayene süresi diğer önemli dezavantajları arasında yer almaktadır (Reda ve ark., 2021).

2.8.6. Manyetik Rezonans Görüntüleme

İyonize radyasyon dozu bulunmayan ve yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlayan bir yöntemdir. TME'nin sert ve yumuşak dokularını görüntülemeye kullanılabilecek en iyi metotlardan biridir. Bilgisayarlı tomografi ve artrografik görüntülerle karşılaştırıldığında dejeneratif eklem değişikliklerini ve disk dislokasyonunu görüntülemeye daha başarılıdır (Tvrđy, 2007).

Bu yöntemin avantajları;

- İyonize radyasyonun olmaması
- Eklem-disk konum ilişkisini ağız açık ve kapalı konumda verebilmesi
- Kemik-hava artefaktı oluşturmaması
- Uzayın her üç düzleminde kesitsel düzlemler sunabilmesi (Akdeniz, 2000; Şanıvar ve ark., 2015).

Dezavantajları;

- Görüntü alınması için gereken zamanın fazla olması
- Kemik dansitesi ve kalsifikasyon miktarını bilgisayarlı tomografi kadar iyi verememesi
- Disk perforasyonunu artrografi kadar iyi gösterememesi
- Üzerinde metal bulundurmak zorunda olan hastaların görüntülerinin alınamaması
- Klostrofobisi olan hastalara uygulanamaması (Akdeniz, 2000; Şanıvar ve ark., 2015).

2.8.7. Konvansiyonel Tomografi

Süperpozisyon oluşumunun önüne geçerek istenilen vücut bölgesinin en iyi radyolojik görüntüsünün elde edilmesini sağlamaktadır (Akdeniz, 2000; Şanıvar ve ark., 2015) Sert doku görüntülemeye başarılı olan bu teknikte yumuşak doku değerlendirilmesinin yetersiz olması önemli bir dezavantajdır (Şanıvar ve ark., 2015).

Dış hekimliğinde konvansiyonel tomografi kullanım alanları:

- TME bölgesinin görüntülenmesi,
- İmplant planlanan bölgenin incelenmesi,
- Gömülü dişlerin çevre yapılarla olan ilişkisinin değerlendirilmesi,
- Kanal tedavisi uygulama öncesinde kök kanal seyirlerinin belirlenmesi (Akdeniz, 2000).

2.8.8. Bilgisayarlı Tomografi

Hounsfield tarafından 1974 yılında icat edilen bilgisayarlı tomografi (Pasler, 2013, s.122), 1980'li yılların sonlarına doğru TME bozukluklarının teşhisi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Tvrđy, 2007). İncelenecek bölgeye uygun olarak tüpten çıkan x ışınlarından elde edilen görüntüler bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Bu sayede

konvansiyonel tomografilere kıyasla kontrast oranları daha iyi görüntüler elde edilmektedir (Akdeniz, 2000). 1 mm'den 13 mm'ye kadar değişebilen kalınlıklarda elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamında kaydedilebilme avantajı bulunmaktadır (Şanıvar ve ark., 2015).

2.8.9. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Kraniofasiyal kompleksin kapsamlı görüntülerinin elde edilmesi ortodontide oldukça önemlidir. İki boyutlu görüntülemelerin magnifikasyon, süperpozisyon ve distorsiyon gibi önemli sınırlayıcı unsurları bulunmaktadır (Agrawal ve ark., 2013). 1998'den itibaren diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanan KIBT ortodonti alanında üç boyutlu veri elde edilmesinde önemli bir kaynak haline gelmiştir. Tam kraniofasiyal tarama gereksinimlerinde, KIBT ile alınan radyasyon dozu, geleneksel radyografik yöntemlerin kombinasyonu ile elde edilen doz ile benzerdir. Bununla birlikte geleneksel BT'ye kıyasla daha kısa sürede görüntüleme sağlamaktadır (Kaviani ve ark., 2014)

KIBT'in ortodontide kullanım alanları:

- Ortodontik teşhis ve tedavi planlaması,
- Gömük dişlerin lokalizasyonu,
- Dudak damak yarığı bulunan hastalarda yarık bölgesinin incelenmesi,
- Ankraj amacıyla uygulanması planlanan mini vida bölgelerinin tespiti,
- Hızlı üst çene genişletmesinde alveolar kemik kalınlığının değerlendirilmesi,
- Hava yolu açıklığının değerlendirilmesi,
- Ortognatik cerrahi planlamaları,
- Kök rezorpsiyonlarının tespitinde kullanılmaktadır (Kapila ve Nervina, 2015; Makdissi, 2013; Nervina, 2012).

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın materyali, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalına başvuran ve sabit fonksiyonel aparey tedavisine ihtiyaç duyan iskeletsel Sınıf II anomaliye sahip 30 hastanın aparey uygulamasından önce (T0) ve aparey uygulandıktan 6 ay sonra (T1) alınan toplam 60 adet KIBT kayıtlarından oluşmaktadır.

Çalışmamızın etik kurallara uygunluğu Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 30.12.2021 tarih ve B.30.2.ATA.0.01.00/18 sayılı kararı ile kabul edilmiştir (Ek-2). Bu tez çalışması Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin TDK-2022-10345 proje numarası ile desteklenmiştir.

Hastaların ebeveynlerine tedavi öncesinde yapılacak işlemler hakkında gerekli bilgilendirmeler yapılmış olup bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır (Ek-3).

Çalışma grubumuz kronolojik yaş ortalaması 15.87 ± 1.19 olan 20 kız ve 10 erkek toplam 30 bireyden oluşmaktadır.

Bireylerin çalışmamıza dahil edilme kriterleri;

- 5 mm veya daha fazla overjete sahip olması,
- 14-17 yaş aralığında olması,
- Mandibular retrognatiye bağlı ANB açısının 5 derece ve üzerinde olması,
- TME'de herhangi bir rahatsızlık ve patolojinin bulunmaması,
- Konjenital veya sonradan kazanılmış herhangi bir kraniofasiyal anomaliye sahip olmaması,
- Kemik metabolizmasına etki edebilecek herhangi bir ilaç kullanmaması,
- Alveolar kemik kaybı ve periodontal problemlerin olmaması,
- Sistemik bir hastalığın olmamasıdır.

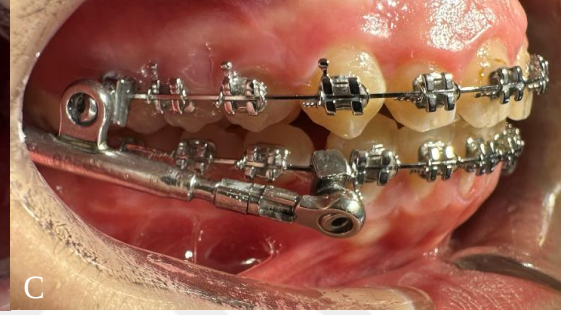
3.1. PowerScope 2 Apareyinin Hastalara Uygulanması

Çalışmamızın dahil edilme kriterlerine uyan hastalarda alt ve üst çenede 0.018 x 0.025 inç slot genişliğinde Roth braket sistemi kullanılarak sabit ortodontik tedaviye başlanmıştır. İlk seans 0.012 inç Ni-Ti tel uygulanan hastalara sırasıyla 0.014 inç, 0.016 inç, 0.016 x 0.016 inç, 0.016 x 0.022 inç Ni-Ti ark teli kullanılarak seviyeleme aşaması tamamlanmıştır. Daha sonra 0.016 x 0.022 inç SS ark telleri uygulanıp dişler arasındaki diastemalar kapatılarak, devamında 0.017 x 0.025 inç kalınlığında SS ark telleri braketlere ligatüre edilmiştir. Ankrajın güçlendirilmesi amacıyla molar tüplerinin distalinde kalan ark teline cinched-back bükümü yapılmıştır. Sabit fonksiyonel aparey uygulaması ve apareyin etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılacak KIBT kayıtları için 1 ay sonrasına randevu oluşturulmuştur.

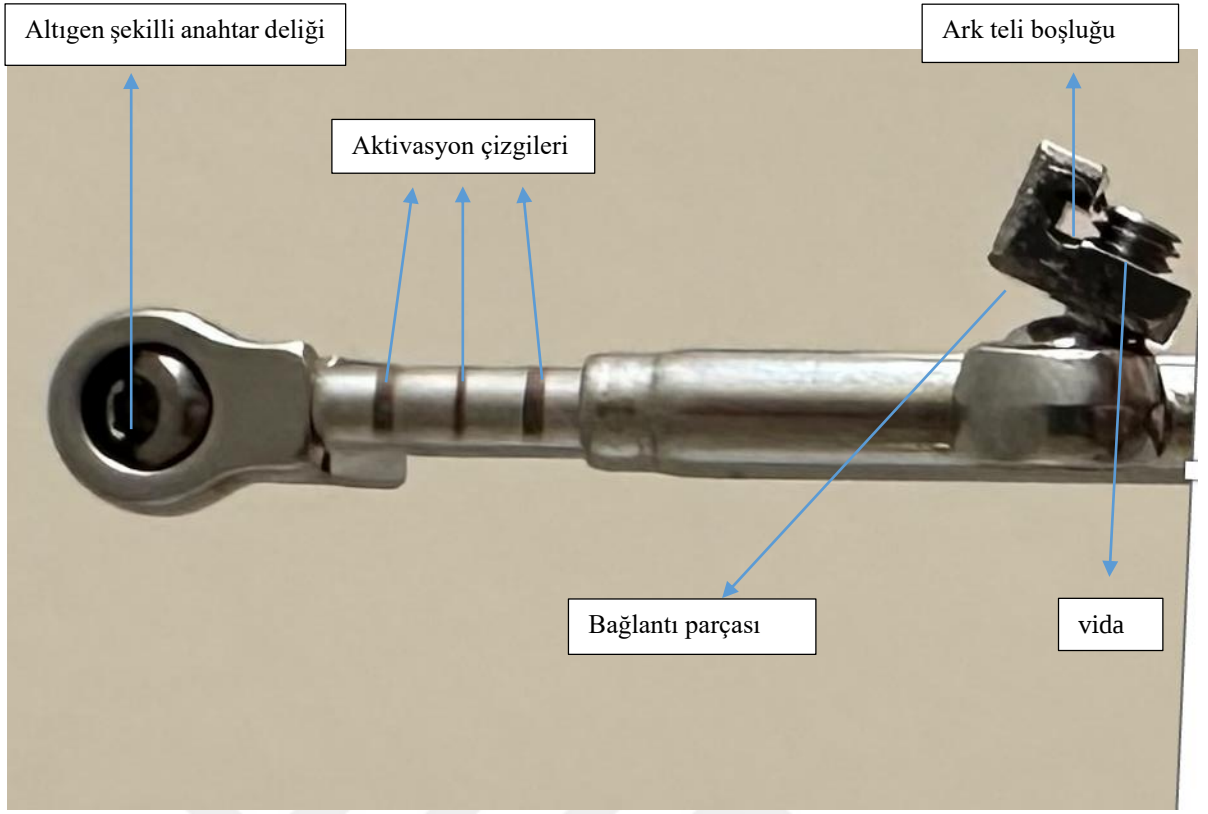
Ortalama 9-12 ay sabit ortodontik tedavi uygulanmış olan hastalardan sabit fonksiyonel aparey aşamasına geçilmeden önce ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar ile KIBT kayıtları alınmıştır. Hastalardan alınan el-bilek filmlerinin Greulich-Pyle atlasına göre değerlendirilmeleri yapılmış (Ww, 1959) ve pubertal büyümenin hangi aşamada olduğu incelenmiştir.

Çalışmamızda sabit fonksiyonel aparey olarak American Orthodontics firması tarafından piyasaya sürülen, dayanıklı teleskopik mekanizmaya sahip PowerScope 2 apareyi tercih edilmiştir. Mandibular yan hareketlere olan toleransı, geniş hareket aralığı ve hasta konforu sağlayan tasarımı ile bu aparey, standart bir boyutta ve tek parça halinde üretilmektedir. Yapısında bulunan Ni-Ti yaylar sayesinde 260 g kuvvet uygulamaktadır ve üzerinde kuvvet kontrolünün sağlanabileceği 2 mm aralıklarla oluşturulmuş 3 adet aktivasyon çizgisi bulunmaktadır (Moro, 2016). Apareyin bünyesinde barındırdığı yaylardaki kuvvetin tamamını uygulayabilmesi için maksimum interkuspidasyonda bu aktivasyon çizgilerinin görülmemesi gerekmektedir. Çalışmamızda kullandığımız

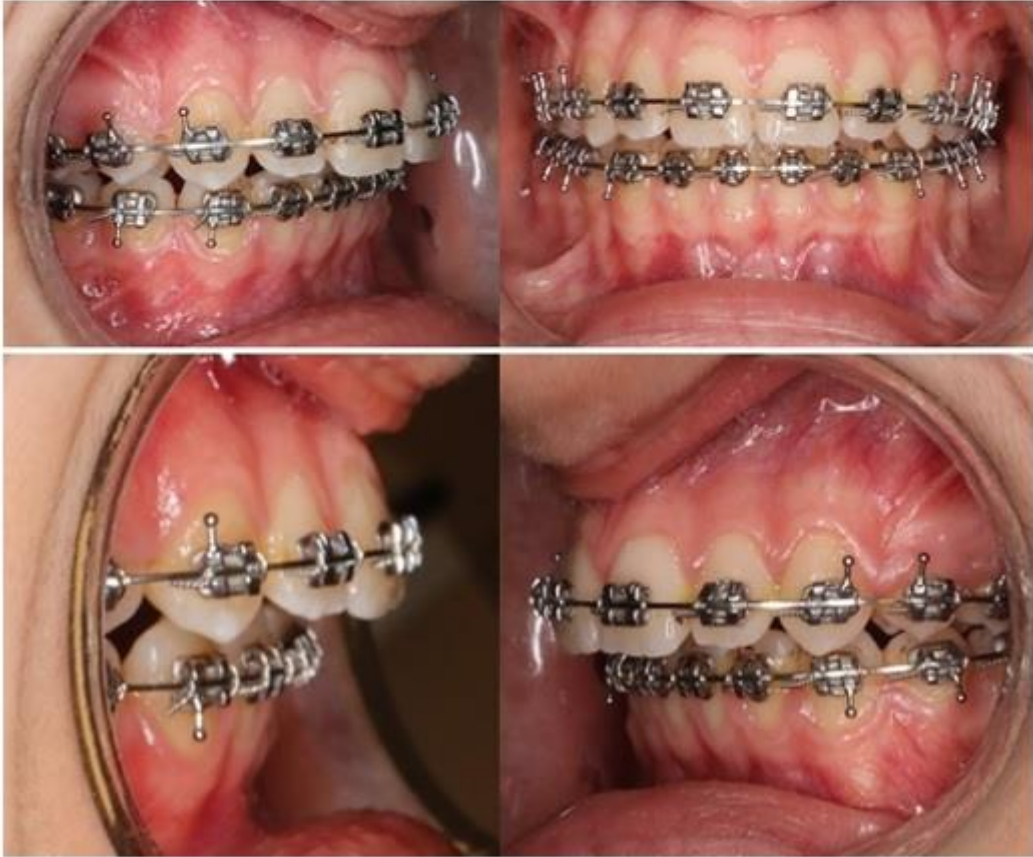
PowerScope 2 apareyi; altıgen şeklinde mıknatıslı bir uygulama anahtarı yardımıyla, bu anahtara uygun yuvaya sahip vidaları, üst 1. molar dişin mezialindeki ve alt kanin dişin distalindeki ark telinin bağlantı parçalarına sıkıştırarak uygulanmıştır (Şekil 3.1). Uygulama sonrası hastaya açma-kapama ile lateral çene hareketleri yaptırılmış ve apareyin ağız içi hareketleri gözlenmiştir. Hastalara ve ebeveynlerine adaptasyon sürecinde apareye bağlı yumuşak doku yaralanmaları olabileceği konusunda bilgilendirme yapılmıştır. Bireyler esneme gibi ani ağız açma-kapama hareketlerinden ve sert gıda tüketiminden kaçınması gerektiği konusunda uyarılmıştır. Rutin kontroller için hastalara her ay düzenli olarak randevu verilerek takipleri sağlanmıştır. Hastaya tedavinin seyri sırasında sabit fonksiyonel aparey veya braketlerle ilgili oluşabilecek herhangi bir istenmeyen durumda, tedavinin aksamaması için randevu tarihini beklemeden seans yapılması gerektiği söylenmiştir. İkinci seanstan itibaren apareyin kuvvet kontrolü yapılmış, kuvvetin azaldığı tespit edildiğinde 1 mm, 2 mm veya 3 mm genişliğindeki aktivasyon halkalarının yardımıyla ideal overjet (2 mm) elde edilinceye kadar aparey aktive edilmiştir. Bu işleme 6 aylık süre tamamlanıncaya kadar devam edilmiş ve bu sürenin sonunda PowerScope 2 apareyi mıknatıslı anahtar yardımıyla çıkarılmıştır. Aynı seans hastanın ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları ile KIBT kayıtları tekrarlanmıştır.



Şekil 3.1. A) PowerScope 2 apareyi materyalleri B) PowerScope 2 apareyi cepheden görünüş C) Ağız içi sağdan görünüş D) Ağız içi soldan görünüş



Şekil 3.2. PowerScope 2 apareyi bileşenler



Şekil 3.3. PowerScope 2 apareyi uygulamadan önce alınan ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar



Şekil 3.4. PowerScope 2 apareyi uygulandıktan 3 ay sonra alınan ağız içi fotoğraflar



Şekil 3.5. PowerScope 2 apareyi uygulandıktan 6 ay sonra alınan ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar

3.2. KIBT Görüntülerinin Alınması

Hastalara ait KIBT görüntüleri DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında alınmıştır.

DICOM görüntüleri aşağıda özellikleri belirtilen cihazdan alınmıştır:

- Model: NewTomVGi ivo
- Yazılım: NNT Viewer
- Hasta Pozisyonu: Ayakta
- Görüntüleme alanı: 15*12cm
- Tahmini Efektif Doz: 15*12 FOV (194uSv)
- Voksel boyut: 0.30
- KIBT dedektör: Amorf silikon flat panel

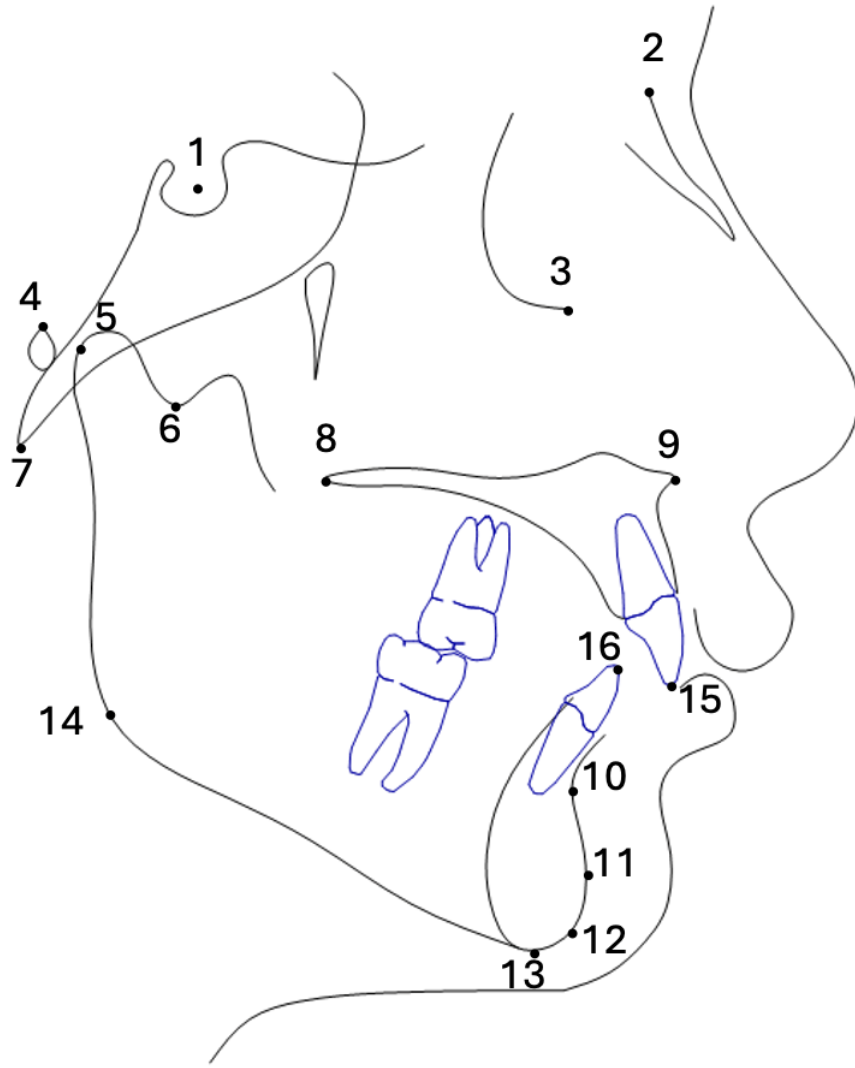
DICOM verileri, 3 boyutlu görüntü elde edebilmek amacıyla Dolphin Imaging Version 11.95 yazılımına (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif) aktarılmıştır. Elde edilen görüntüler Frankfurt düzlemi yere paralel olacak şekilde oryante edilmiş ve referans noktaları belirlenerek sagittal, koronal ve aksiyal kesitlerde ilgili ölçümler yapılmıştır.

3.2.1. Kullanılan Referans Noktaları

Çalışmamızda kullanılan noktalar literatürdeki kaynaklardan referans alınmıştır (şekil 3.6 ve 3.7) (Abdulqader ve ark., 2020; Alhammadi ve ark., 2023; Elfeky ve ark., 2018; Ghodasra ve Brizuela, 2023; Pancherz, 1979; Scheideman ve ark., 1980; Upadhyay ve ark., 2012; Ülgen, 1999, s. 53-56).

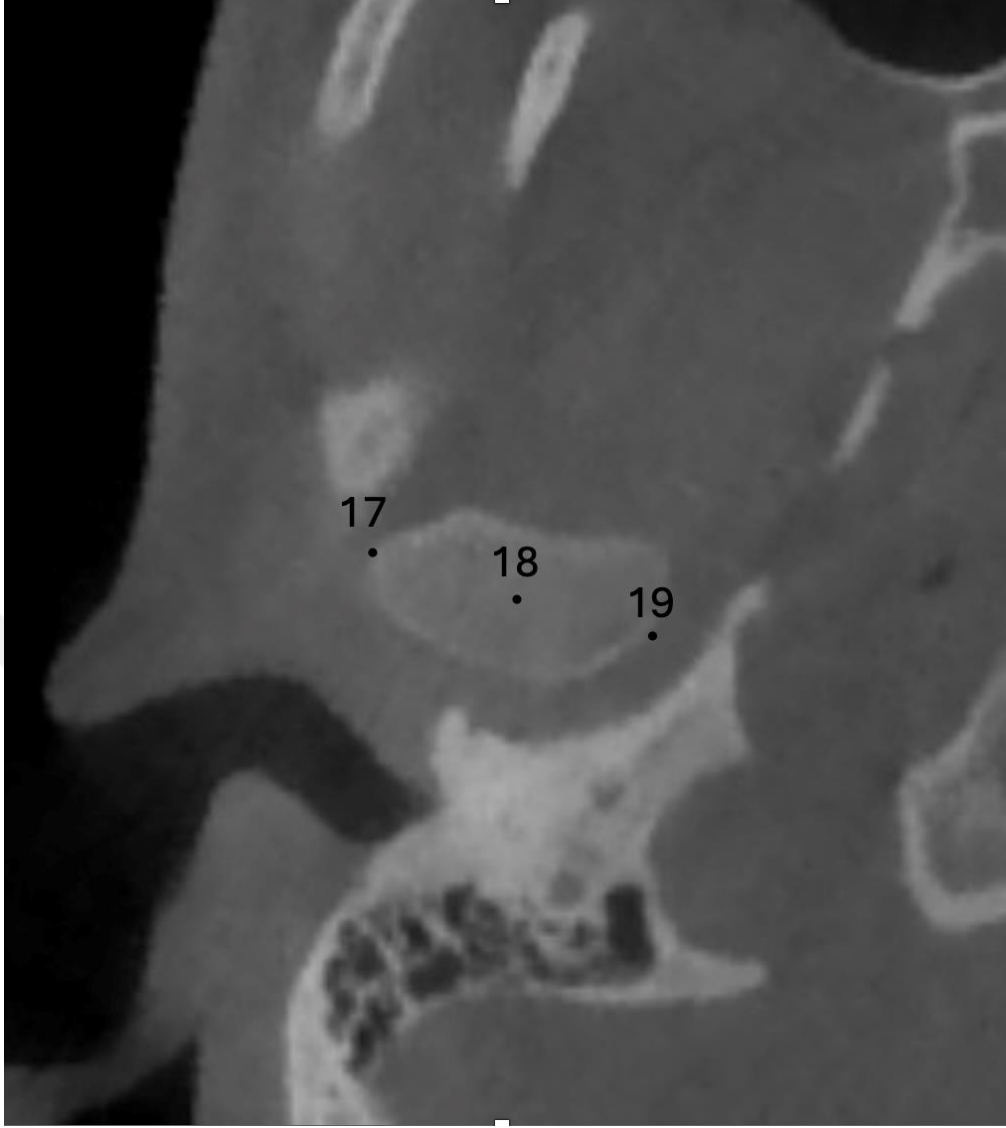
1. Sella (S): Sella Turcica'nın geometrik merkezini gösteren noktadır.
2. Nasion (N): Frontonasal suturanın midsagittal düzlemdeki en ileri noktasıdır.
3. Orbitale (Or): Göz çukurunun en alt noktasıdır.
4. Porion (Po): Meatus akustikus eksternusun en üst noktasıdır.
5. Condylion (Co): Kondilin en üst ve arka noktasıdır.

6. Mandibular Notch: Mandibulanın kondil ve koronoid çıkıntıları arasında oluşan konkavitenin en derin noktasıdır.
7. Basion (Ba): Foramen magnumun ön kenarının en aşağı noktasıdır.
8. Spina Nasalis Posterior (PNS): Lateral sefalometrik radyografide sert damağın en arka noktasıdır.
9. Spina Nasalis Anterior (ANS): Anterior nasal spinanın en ön uç noktasıdır.
10. B Noktası (B): Alt çene ön bölgede alveolar kemik konkavitesinin en derin noktasıdır.
11. Pogonion (Pg): Mandibular simfiz dış konturunun en ileri noktasıdır.
12. Gnathion (Gn): Mandibular simfiz dış konturunun en ileri ve en alt noktasıdır.
13. Menton (Me): Mandibular simfiz dış konturunun en alt orta noktasıdır.
14. Gonion (Go): Ramusun arka kenarına ve mandibulanın alt kenarına teğet çizilen doğruların oluşturduğu açının açıortayının mandibuladayı kestiği noktadır.
15. Üst kesici noktası (U1): Üst en ileri orta keser dişin kesici kenarıdır.
16. Alt kesici noktası (L1): Alt en ileri orta keser dişin kesici kenarıdır.
17. Kondil Dış Kutbu: Aksiyal kesitteki kondil başının en dış noktasıdır.
18. Kondil Merkezi: Kondilin dış ve iç kutuplarını birleştiren doğrunun aksiyal kesitteki orta noktasıdır.
19. Kondil İç Kutbu: Aksiyal kesitteki kondil başının en iç noktasıdır.



Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan referans noktaları

- 1.Sella, 2.Nasion, 3.Orbita, 4.Porion, 5.Condylion, 6.Mandibular notch, 7.Basion, 8.Posterior nasal spina, 9.Anterior nasal spina, 10.B noktası, 11.Pogonion, 12.Gnathion, 13.Menton, 14.Gonion, 15.Üst kesici noktası, 16.Alt kesici noktası



Şekil 3.7. 17.Kondil dış kutbu, 18.Kondil merkezi, 19.Kondil iç kutbu

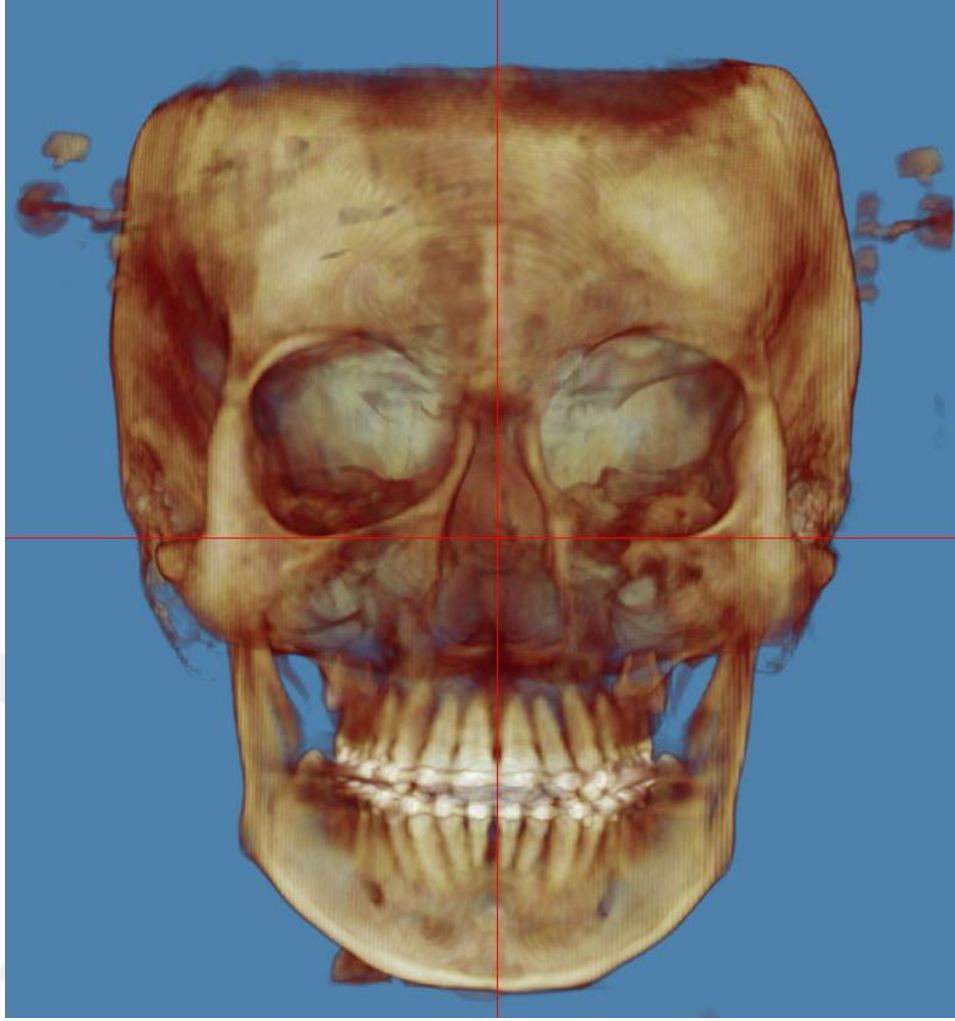
3.2.2. Kullanılan Referans Düzlemler

Başın oryantasyonunu sağlamak için Dolphin programında “Orientation” sekmesi seçilerek referans düzlemler belirlenmiştir (Şekil 3.8) (Kim ve ark., 2015).

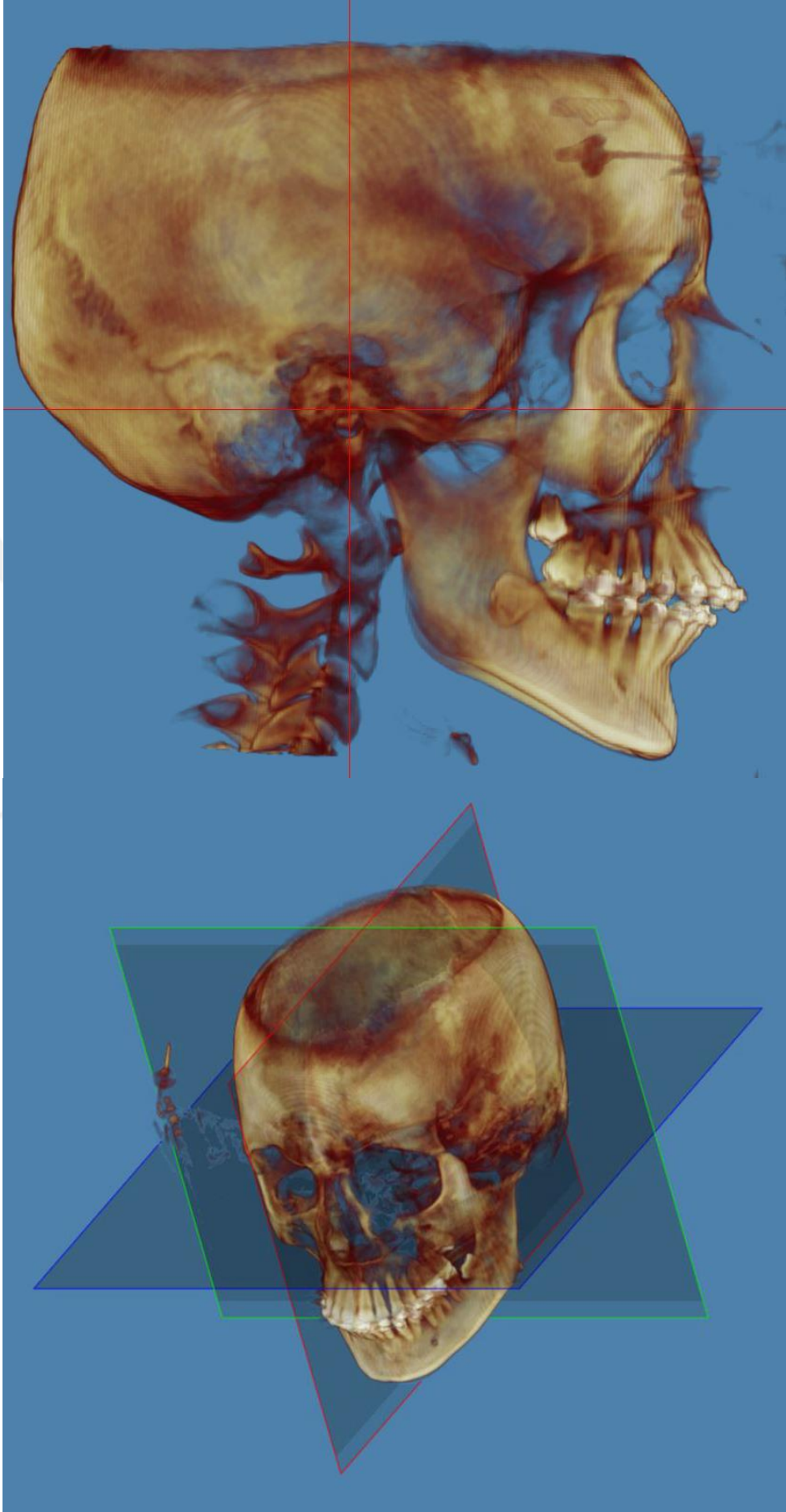
Aksiyal düzlem: Sağ, sol porion ve sağ, sol orbitale noktalarından geçen düzlemdir.

Koronal düzlem: Sağ ve sol porion noktalarından geçen ve aksiyal düzleme dik olan düzlemdir.

Sagittal düzlem: Nasion ve basion noktalarından geçen ve aksiyal düzleme dik olan düzlemdir.



Şekil 3.8. Aksiyal, koronal ve sagital düzlemlerin farklı açılardan görünüşü



Şekil 3.8. Aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerin farklı açılardan görünüşü (Devamı)

3.2.3. Kullanılan Sefalometrik Düzlemler

Çalışmamızda kullanılan sefalometrik düzlemler literatürde bulunan kaynaklardan referans alınmıştır (Şekil 3.9) (Aras ve ark., 2011; Ghodasra ve Brizuela, 2023; Korkmaz ve ark., 2023; Ülgen, 1999, s.56-58).

Sella-Nasion Düzlemi (SN): Sella ile Nasion noktalarından geçen doğrunun oluşturduğu düzlemdir.

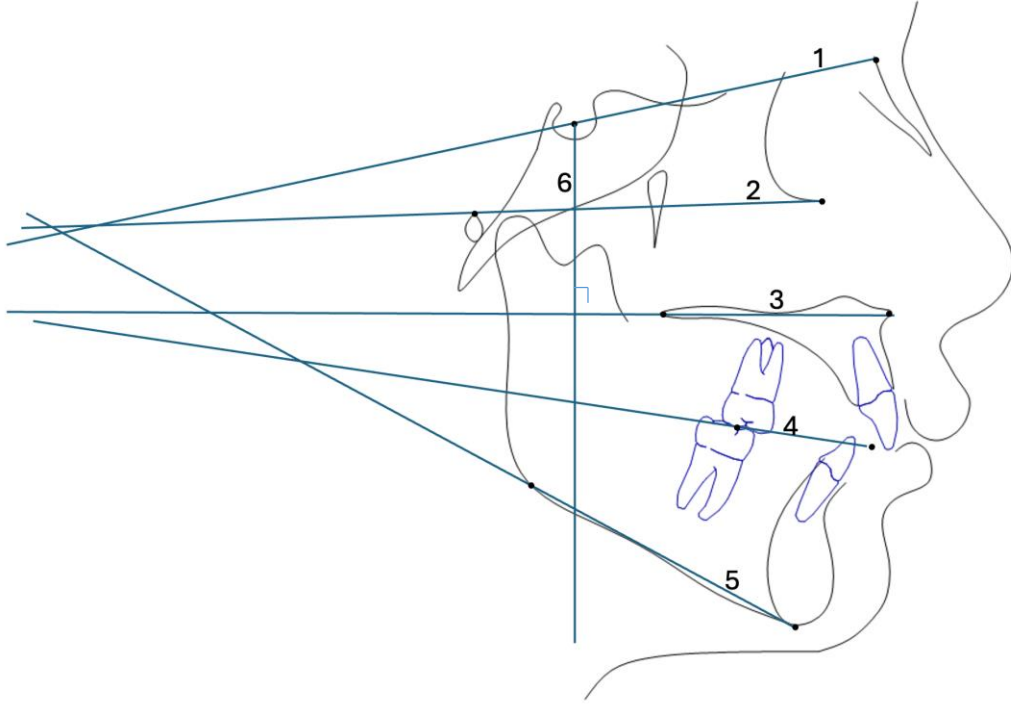
Frankfort Düzlemi (Horizontal Düzlem): Sağ ve sol olmak üzere her iki orbita ve porion noktalarından geçen düzlemdir.

Palatal Düzlem (PD): Anterior ve posterior nasal spina noktalarından geçen düzlemdir.

Oklüzal Düzlem (OD): Alt ve üst kesici dişlerin insizal kenarları arasında oluşan doğru parçasının orta noktası ile arka dişlerin oklüzal yüzey tüberküllerine temas eden yatay düzlemdir.

Mandibular Düzlem (MD): Gonion ile Menton noktalarından geçen düzlemdir.

Vertikal Düzlem (Y düzlemi): Sella noktasından Frankfort düzlemine dik olarak çizilen düzlemdir.



Şekil 3.9. Sefalometrik Düzlemler

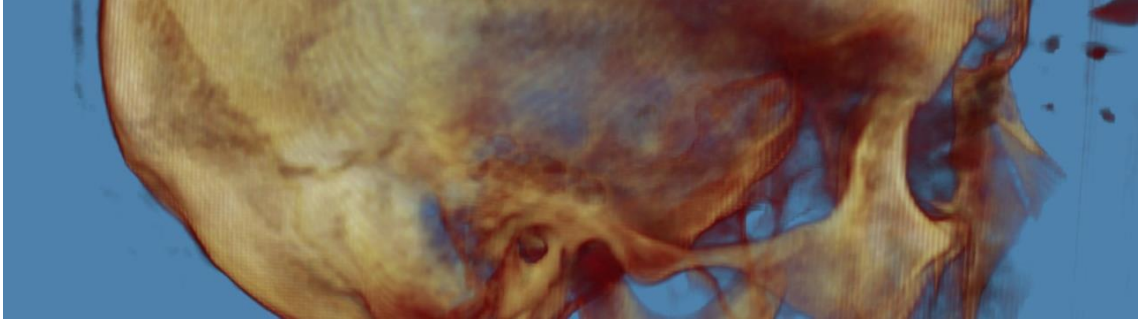
(1.Sella-Nasion düzlemi, 2.Frankfurt düzlemi, 3.Palatal düzlem, 4.Okluzal düzlem 5.Mandibular düzlem, 6.Y düzlemi)

3.3. Çalışmamızda Kullanılan Ölçümler

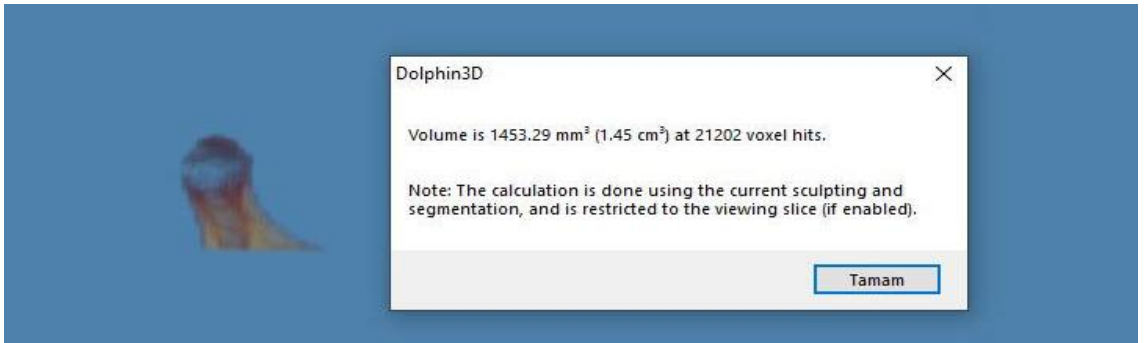
3.3.1. Kondil Hacminin Ölçülmesi

Kondil hacminin ölçülmesi için Dolphin yazılımında “Sculpting Tool” sekmesi seçilmiştir. Kondil, mandibular notch noktası referans alınarak Frankfurt düzlemine paralel olacak şekilde diğer kafa kemiklerinden izole edilmiştir ve izole edilen kondil kemiğinin hacmi ölçülmüştür (Da Silva ve ark., 2018).

Kondil hacmi (sağ-sol): Frankfurt düzlemine paralel ve mandibular notch noktasından geçen düzlemin üzerinde kalan kondil kısmıdır. “mm³” cinsinden ifade edilir. (Şekil 3.10, 3.11).



Şekil 3.10. Mandibular notch'un üzerinde kalan kondil kısmı



Şekil 3.11. Kondil hacminin ölçümü

3.3.2. Kondil Pozisyonu ile İlgili Ölçümler

Aksiyal kondiler pozisyonu belirleyen ölçümlerde kondil başının en geniş olduğu aksiyal kesit kullanılmıştır (Kim ve ark., 2015).

Aksiyal kondiler pozisyon (sağ-sol): Kondil merkezinin aksiyal kesitte sagittal düzleme olan dik mesafesidir (mm) (Şekil 3.12).

Aksiyal kondiler açı (sağ-sol): Kondilin iç ve dış kutbundan geçen doğrunun koronal düzlemle yapmış olduğu açıdır (Şekil 3.13).



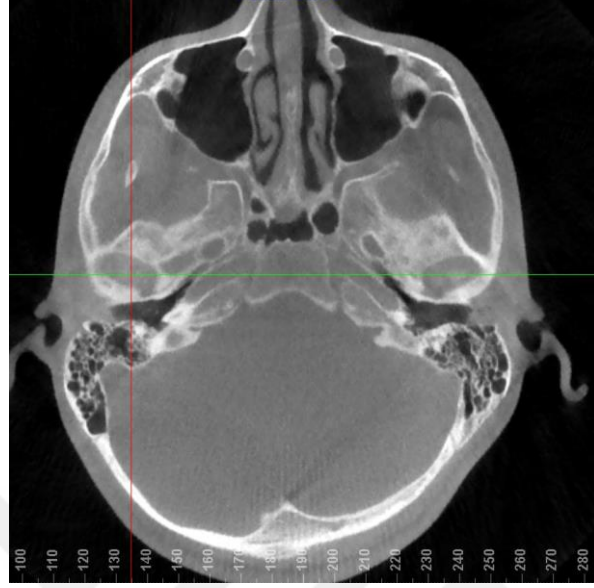
Şekil 3.12. Aksiyal kondiler pozisyonun ölçülmesi



Şekil 3.13. Aksiyal kondiler açının ölçülmesi

Koronal ve sagittal kondiler pozisyon ve açı ölçümlerinde kondil başının aksiyal kesitte belirdiği ilk görüntü kullanılmıştır (Şekil 3.14). Bu görüntünün koronal ve sagittal kesitleri oluşturularak referans düzlemler yardımıyla açısal ve boyutsal ölçümler

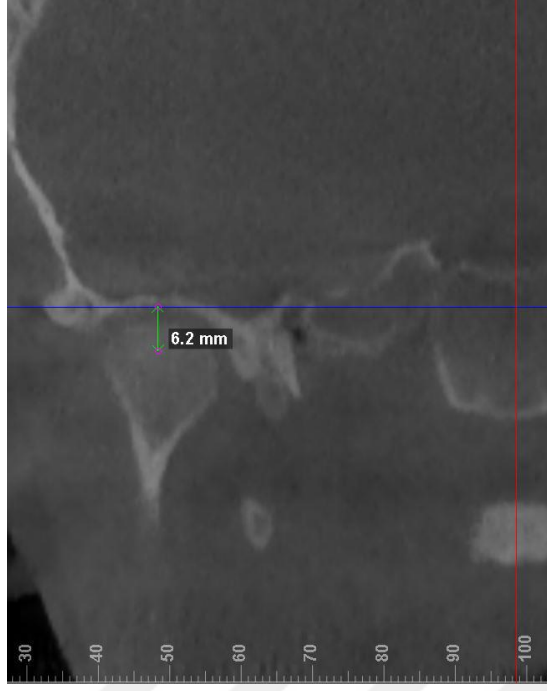
yapılmıştır. Ölçümleri yapmak için Dolphin yazılımında “Digitize” sekmesi kullanılmıştır.



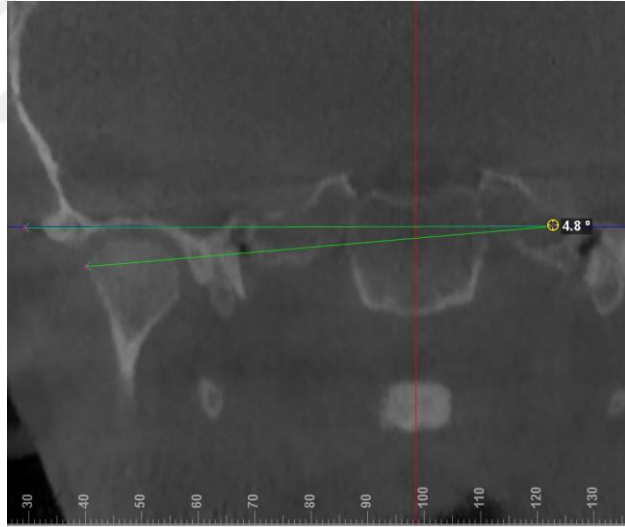
Şekil 3.14. Kondil başının aksiyal kesitte belirdiği ilk görüntü

Koronal kondiler pozisyon: Koronal kesitte görüntülenen kondil merkezinin aksiyal düzleme olan dik mesafesidir (mm) (Şekil 3.15).

Koronal kondiler açısı: Koronal kesitte, kondil başının medial ve lateraldeki en çıkıntılı noktalarından geçen doğrunun aksiyal düzlemle yapmış olduğu açıdır (Şekil 3.16).



Şekil 3.15. Koronal kondiler pozisyon



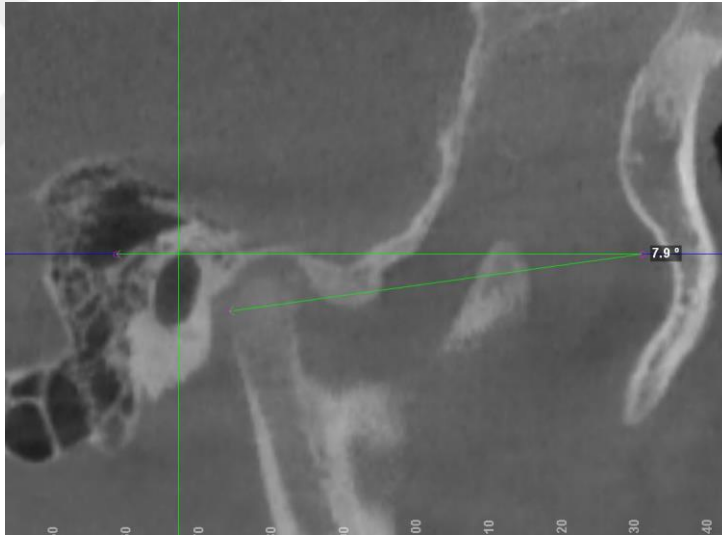
Şekil 3.16. Koronal kondiler açısı

Sagittal kondiler pozisyon: Sagittal kesitte kondil merkezinin koronal düzleme olan dik mesafesidir (mm) (Şekil 3.17).

Sagittal kondiler açısı: Sagittal kesitte, kondil başının en çıkıntılı noktalarından geçen doğrunun aksiyal düzlemle yapmış olduğu açıdır (Şekil 3.18).



Şekil 3.17. Sagital kondiler pozisyon

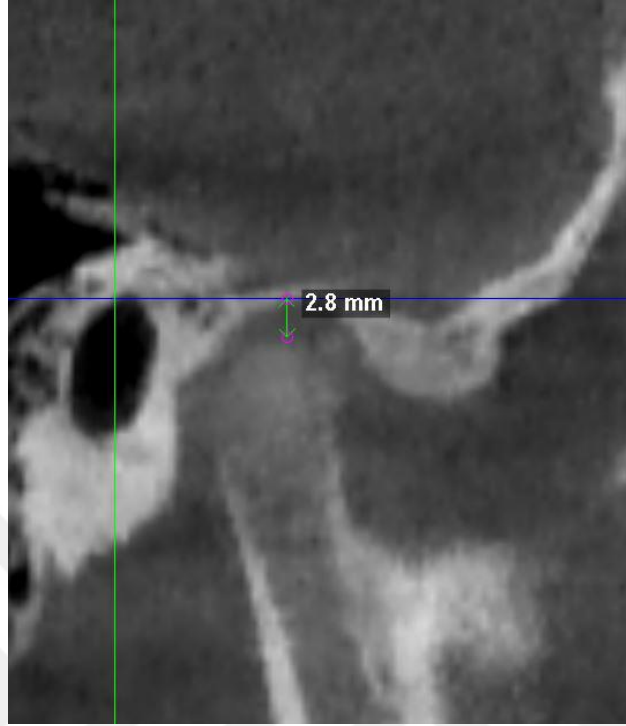


Şekil 3.18. Sagital kondiler açısı

3.3.3. Eklem Aralıkları ile İlgili Ölçümler

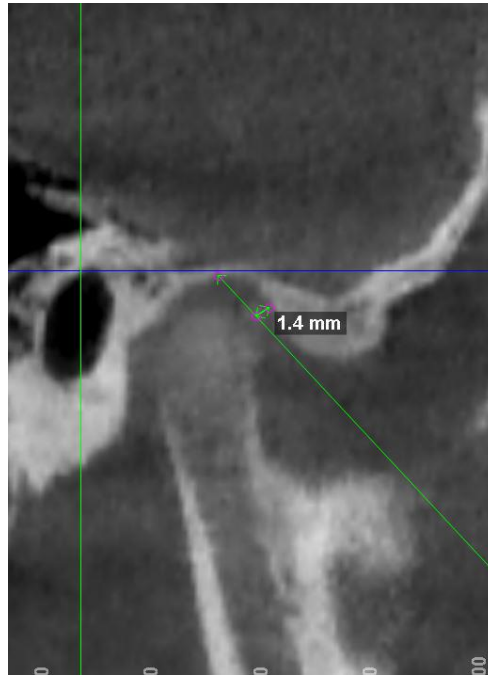
Aksiyal kesitte kondil başının belirdiği ilk tomografik görüntü kullanılmıştır. Belirlenen bu görüntünün koronal ve sagittal düzlemdeki kesitlerine geçiş yapılarak sagittal kesitte üst, ön ve arka; koronal kesitte medial ve lateral eklem aralıklarının ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Alhammadi ve ark., 2023; Al-koshab ve ark., 2015).

Üst eklem aralığı: Kondilin en tepe noktasından artiküler fossanın en üst noktasına olan dik mesafedir (Şekil 3.19).



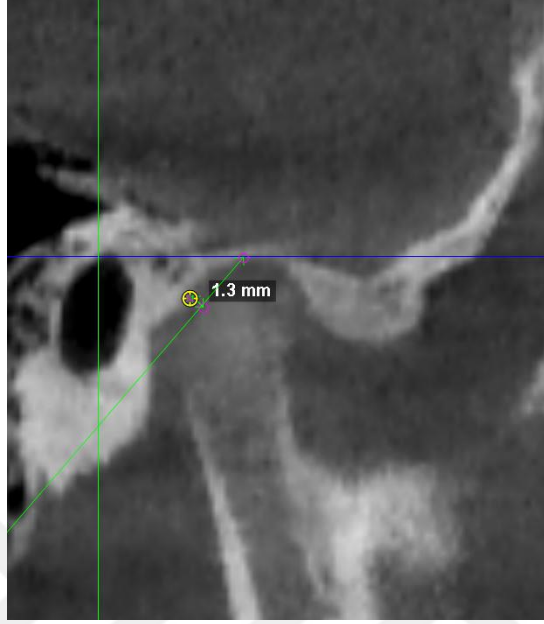
Şekil 3.19. Üst eklem aralığı

Ön eklem aralığı: Artiküler fossanın en üst noktasından kondilin ön kenarına çizilen teğetin kestiği nokta ile fossa duvarı arasındaki dik mesafedir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Ön eklem aralığı

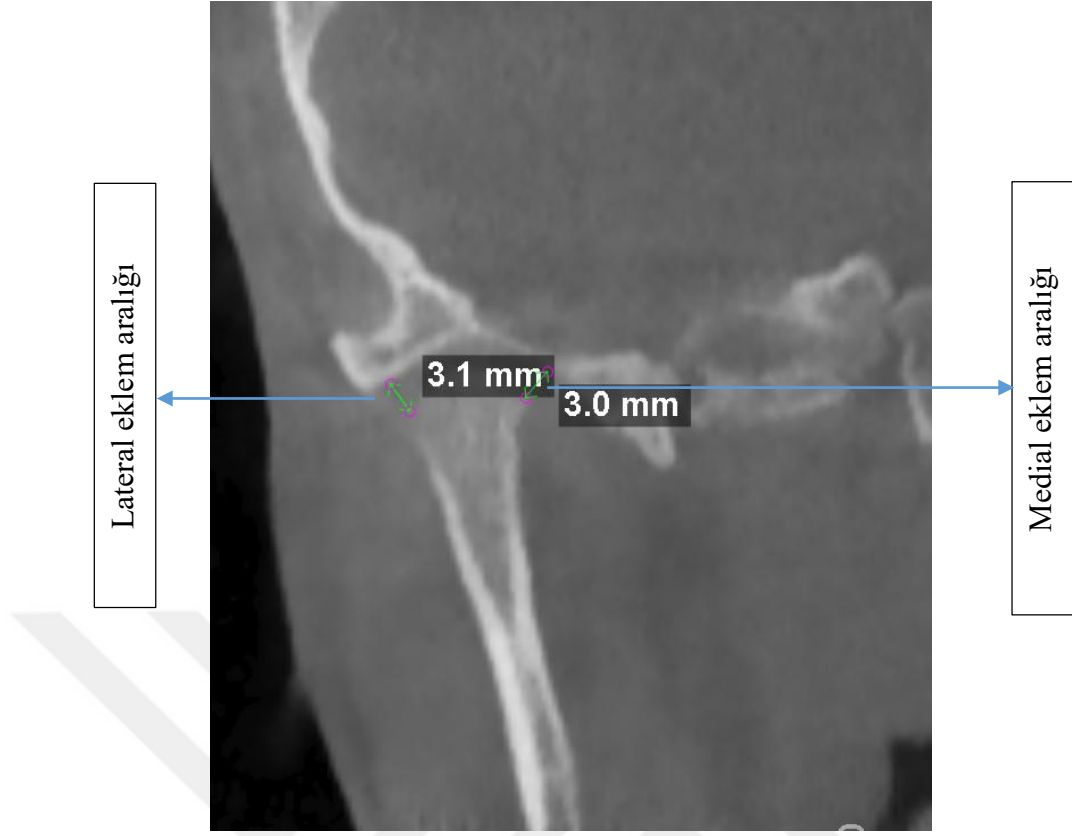
Arka eklem aralığı: Artiküler fossanın en üst noktasından kondilin arka kenarına çizilen teğetin kestiği nokta ile fossa duvarı arasındaki dik mesafedir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Arka eklem aralığı

Medial eklem aralığı: Kondil başının medialde en belirgin noktası ile artiküler fossanın medial duvarının en lateral noktası arasındaki dik mesafedir (Şekil 3.22).

Lateral eklem aralığı: Kondil başının lateralde en belirgin noktası ile artiküler fossanın lateral duvarının en medial noktası arasındaki dik mesafedir (Şekil 3.22).

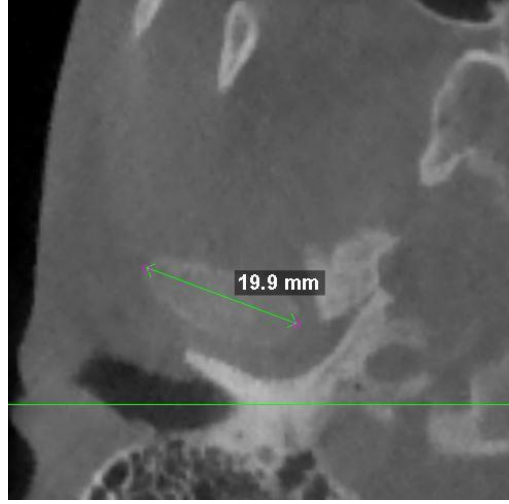


Şekil 3.22. Medial ve lateral eklem aralığı

3.3.4. Kondil ve Çevre Yapılar ile İlgili Ölçümler

Kondiler genişlik ve uzunluk ölçümleri aksiyal kesitte kondilin en geniş olduğu görüntü üzerinde yapılmıştır.

Kondiler genişlik: Aksiyal kesitte kondilin medial ve lateral en belirgin noktaları arasındaki mesafedir (Şekil 3.23) (Almashraqi ve ark., 2020).



Şekil 3.23. Kondiler genişlik

Kondiler uzunluk: Aksiyal kesitte kondilin anterior ve posterior en belirgin noktaları arasındaki mesafedir (Şekil 3.24) (Almashraqi ve ark., 2020).



Şekil 3.24. Kondiler uzunluk

Artiküler fossa genişliği ve yüksekliği, artiküler eminens yüksekliği ve eğimi ölçümleri için aksiyal kesitte kondil başının ilk belirlediği görüntünün sagittal düzlemdeki kesitleri kullanılmıştır.

Artiküler fossa genişliği: Sagital kesitte artiküler fossa ön duvarının en anteroinferior noktasıyla fossanın posterior duvarının en posteroinferior noktası arasındaki mesafedir (Şekil 3.25) (Zhang ve ark., 2024).



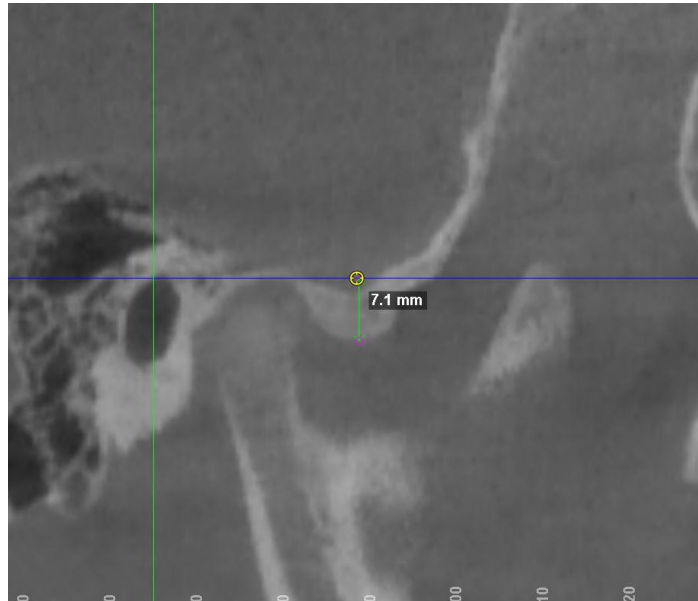
Şekil 3.25. Artiküler fossa genişliği

Artiküler fossa yüksekliği: Sagital kesitte artiküler fossanın en derin noktasının; artiküler fossa ön duvarının en anteroinferior noktasıyla posterior duvarının en posteroinferior noktası arasında oluşan düzleme dik uzaklığıdır (Şekil 3.26) (Zhang ve ark., 2024).



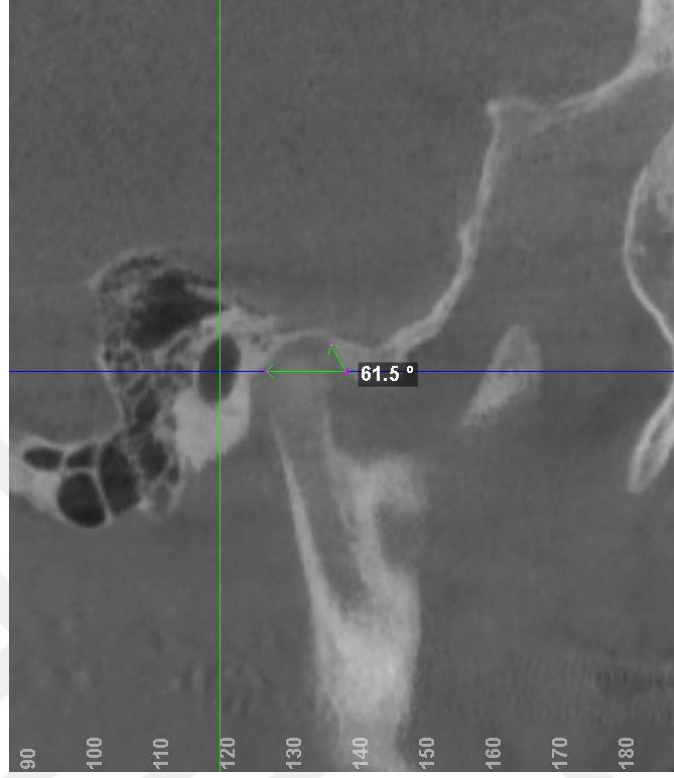
Şekil 3.26. Artiküler fossa yüksekliği

Artiküler eminens yüksekliği: Sagittal kesitte artiküler eminensin en alt noktası ile artiküler fossanın en üst noktası arasındaki dik mesafedir (Şekil 3.27) (Sümbüllü ve ark., 2012).



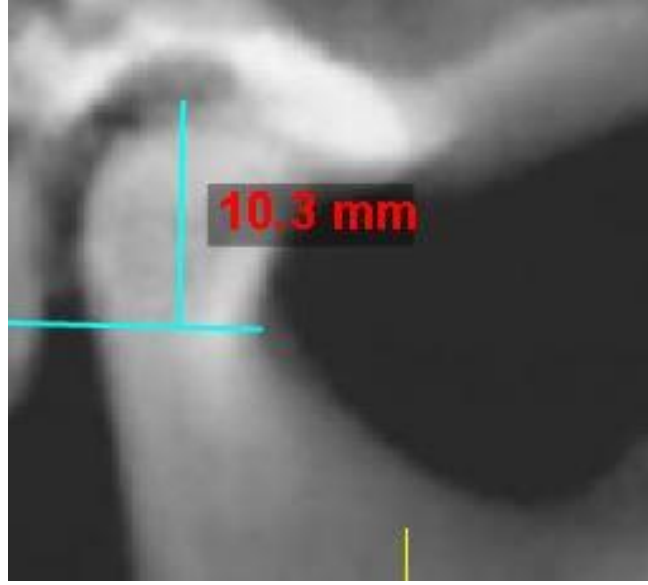
Şekil 3.27. Artiküler eminens yüksekliği

Artiküler eminens eğimi: Artiküler eminensin posterior duvarına teğet geçen düzlem ile Frankfurt düzlemi arasında oluşan açıdır (Şekil 3.28) (Sümbüllü ve ark., 2012).



Şekil 3.28. Artiküler eminens eğimi

Kondil yüksekliği: Sagittal kesitte kondil başının tepe noktasıyla daralmış kondiler boyun noktalarından geçen düzlem arasında oluşan dik uzaklıktır (Şekil 3.29). Dolphin yazılımında “Build X-Rays” sekmesi ve devamında “Tmj” sekmesi seçilerek kondil başı ve boynunu içeren izole bir görüntü elde edilmiştir. Kondil yüksekliği elde edilen bu görüntü üzerinden ölçülmüştür (Alhammadi, 2023).



Şekil 3.29. Kondil yüksekliği

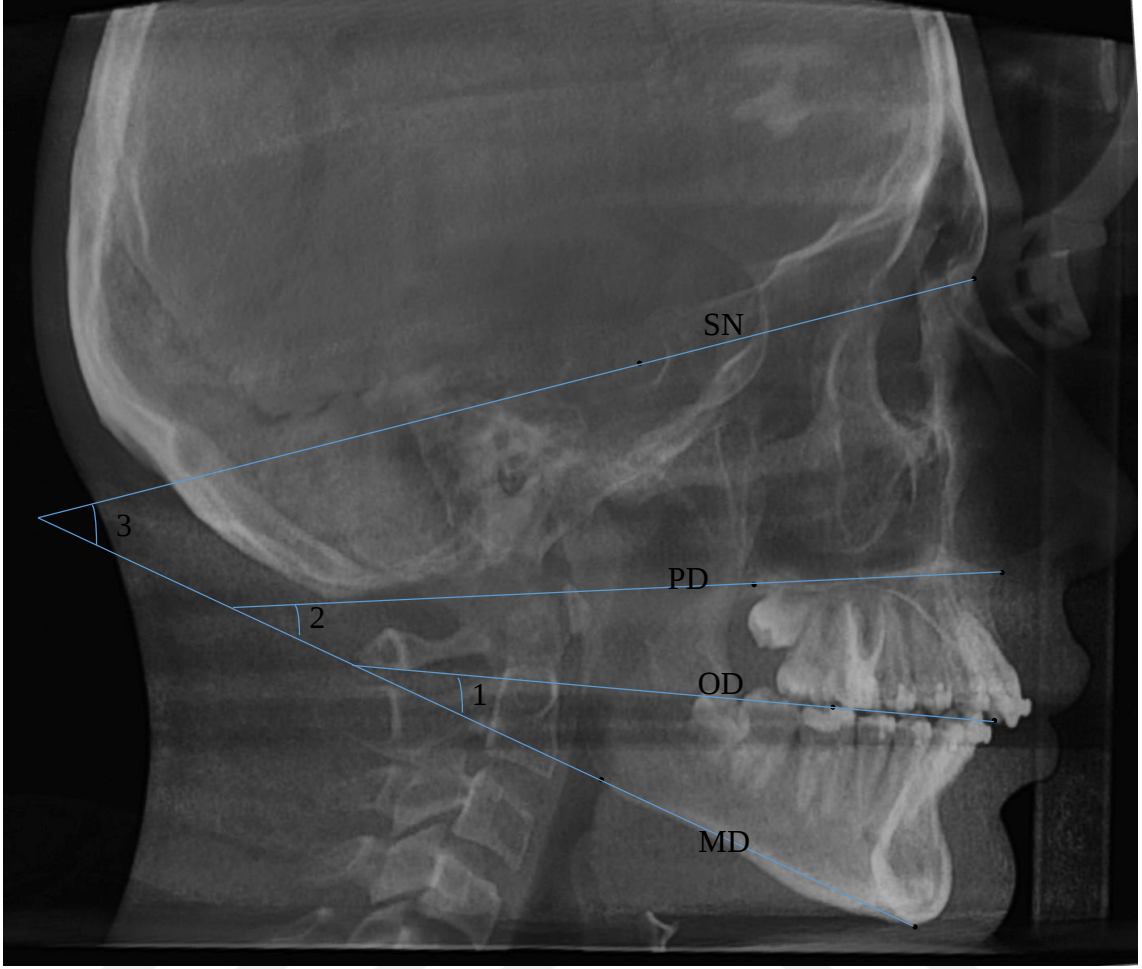
3.3.5. Mandibular Morfoloji İle İlgili Ölçümler

Dolphin yazılımında “Build X-Rays” sekmesi ve açılan ekranda “lateral sefalometrik” sekmesi seçilerek sefalometrik görüntüler oluşturulmuştur. Bu görüntüler üzerinde ölçümlerimizde kullanılacak işaret noktaları belirlenmiştir. “Measure” sekmesi seçilerek belirlenen noktalar ve bu noktalardan oluşturulan düzlemler arasındaki açısal ve boyutsal ölçümler yapılmıştır.

3.3.5.1. Mandibular Morfoloji İle İlgili Açısal Ölçümler

Çalışmamızda kullanılan açısal ölçümler Şekil 3.30’da gösterilmiştir.

1. OD-MD ($^{\circ}$): Mandibular düzlemin oklüzal düzleme göre eğimini belirten açıdır.
2. PD-MD ($^{\circ}$): Mandibular düzlemin palatal düzleme göre eğimini belirten açıdır.
3. SN-MD ($^{\circ}$): Mandibular düzlemin kafa kaidesine göre eğimini belirten açıdır.



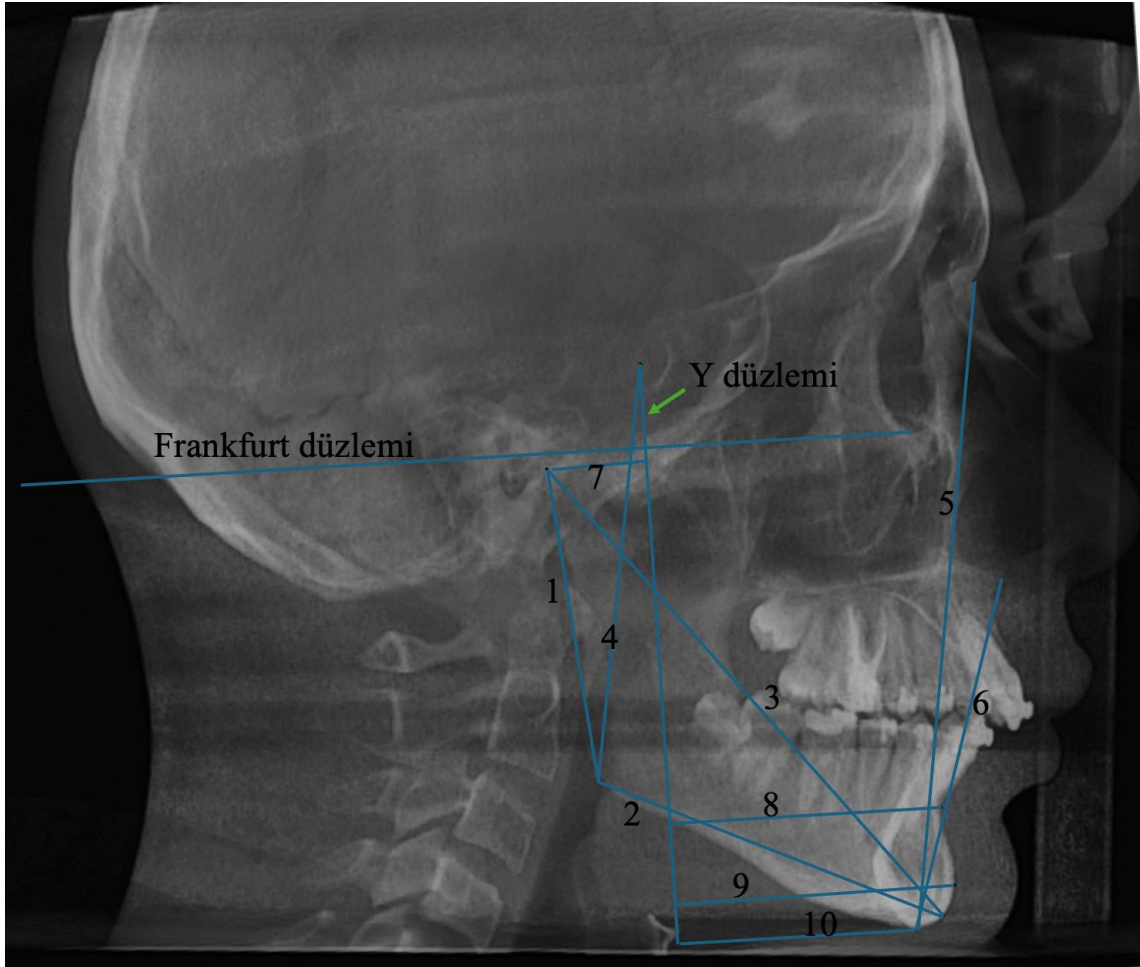
Şekil 3.30. İskeletsel açısal ölçümler
1. OD-MD, 2. PD-MD, 3. SN-MD

3.3.5.2. Mandibular Morfoloji ile İlgili Boyutsal Ölçümler

Çalışmamızda kullandığımız mandibular morfoloji ile ilgili boyutsal ölçümler için literatürde yer alan çalışmalar referans alınmıştır (Şekil 3.31) (Aras ve ark., 2011; Bilgiç ve ark., 2011).

1. Co-Go: Ramus yüksekliğini gösteren ölçümdür.
2. Go-Gn: Korpus uzunluğunu gösteren ölçümdür.
3. Co-Gn: Mandibula efektif uzunluğunu gösteren ölçümdür.
4. S-Go: Arka yüz yüksekliğini gösteren ölçümdür.
5. N-Me: Ön yüz yüksekliğini gösteren ölçümdür.
6. ANS-Me: Alt yüz yüksekliğini gösteren ölçümdür.

7. Co-Y düzlemi: Co noktasından Y düzlemine uzanan dik mesafedir.
8. B-Y düzlemi: B noktasından Y düzlemine uzanan dik mesafedir.
9. Pg-Y düzlemi: Pg noktasından Y düzlemine uzanan dik mesafedir.
10. Me-Y düzlemi: Me noktasından Y düzlemine uzanan dik mesafedir.



Şekil 3.31. Mandibular morfoloji ile ilgili boyutsal ölçümler

1.Co-Go, 2.Go-Gn, 3.Co-Gn, 4.S-Go, 5.Na-Me, 6.ANS-Me, 7.Co-Y düzlemi, 8.B-Y düzlemi, 9.Pg-Y düzlemi, 10.Me-Y düzlemi

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Tüm veriler SPSS (statistical package for social sciences) 22.0 programına kaydedilerek analizleri yapılmıştır. Veri analizinde ilk olarak hangi testlerin (parametrik/nonparametrik testler) uygulanacağına karar vermek için karşılanması gereken varsayımlar test edilmiştir. Örneklem büyüklüğüne bağlı olarak değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığını değerlendirmek amacıyla Shapiro-Wilk testi

kullanılmıştır. Ayrıca normal dağılım varsayımlarını desteklemek için basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerleri de incelenmiştir. Bağımlı iki grup karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için bağımlı örneklem *t*-testi (Paired sample *t*-test), normal dağılım göstermeyen veriler için ise Wilcoxon testi kullanılmıştır. Bağımsız iki grup karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için *t*-testi (Independent sample *t*-testi), normal dağılım göstermeyen veriler için ise Mann Whitney *U*-testi ile istatistiksel analiz yapılmıştır. Elde edilen değerlerin anlamlı olup olmadığının yorumlanmasında 0.05 anlamlılık düzeyi ölçüt olarak kullanılmıştır.

3.5. Metot Hatasının Değerlendirilmesi

Yaptığımız ölçümlerin metot hatasını belirlemek amacıyla çalışmamızda yer alan 30 hasta arasından rastgele seçilen 15 hastanın tüm ölçümleri 1 ay sonra aynı araştırmacı tarafından tekrar yapılmıştır. Elde edilen veriler arasındaki tekrarlanabilirlik katsayısı Houston'ın önermiş olduğu analize göre ölçülmüştür (Houston, 1983).

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bulgular

Çalışmamıza dahil edilen 30 hastanın PowerScope 2 apareyi uygulama öncesi kronolojik yaşlarına ilişkin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Hastaların kronolojik yaş dağılımları

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Ss
Erkek	14.91	17.58	16.09	0.87
Kadın	14	17.5	15.76	1.21

4.2. Metot Hatası Analizi Sonuçları

DICOM formatında alınan KIBT kayıtları üzerinde yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirlik katsayı değerleri Tablo 4.2, 4.3, 4.4’te verilmiştir. Elde edilen veriler 0.911-0.988 arasında değişmektedir. Yapılan bu analize göre tüm ölçümlerin istatistiksel olarak yüksek oranda tekrarlanabilir olduğu görülmüştür.

Tablo 4.2. Sağ kondil bölgesine ait ölçümlerin güvenilirlik katsayıları

Parametreler	R ²
Kondil hacmi	0.985
Sagittal kondiler pozisyon	0.946
Sagittal kondiler açısı	0.953
Koronal kondiler pozisyon	0.926
Koronal kondiler açısı	0.974
Aksiyal kondiler pozisyon	0.954
Aksiyal kondiler açısı	0.911
Üst eklem aralığı	0.931
Arka eklem aralığı	0.948
Ön eklem aralığı	0.963
Fossa yüksekliği	0.929
Fossa genişliği	0.967
Eminens yüksekliği	0.974
Eminens eğimi	0.922
Kondiler uzunluk	0.911
Kondiler genişlik	0.944
Lateral eklem aralığı	0.923
Medial eklem aralığı	0.922
Kondil yüksekliği	0.959

Tablo 4.3. Sol kondil bölgesine ait ölçümlerin güvenilirlik katsayıları

Parametreler	R ²
Kondil hacmi	0.974
Sagital kondiler pozisyon	0.966
Sagital kondiler açısı	0.960
Koronal kondiler pozisyon	0.988
Koronal kondiler açısı	0.932
Aksiyal kondiler pozisyon	0.923
Aksiyal kondiler açısı	0.930
Üst eklem aralığı	0.970
Arka eklem aralığı	0.956
Ön eklem aralığı	0.935
Fossa yüksekliği	0.966
Fossa genişliği	0.941
Eminens yüksekliği	0.934
Eminens eğimi	0.944
Kondiler uzunluk	0.969
Kondiler genişlik	0.945
Lateral eklem aralığı	0.978
Medial eklem aralığı	0.975
Kondil yüksekliği	0.944

Tablo 4.4. Mandibular konum ve morfolojiye ait ölçümlerin güvenilirlik katsayıları

Parametreler	R ²
Co-Go	0.952
Go-Gn	0.969
Co-Gn	0.955
S-Go	0.977
Co-Y	0.971
B-Y	0.985
Pg-Y	0.987
Me-Y	0.984
SN-MD	0.968
OD-MD	0.920
PD-MD	0.957
ANS-Me	0.963
N-Me	0.985

4.3. İncelenen Parametrelere Ait Tanımlayıcı Veriler

PowerScope 2 apareyi uygulama öncesi (T0) ve aparey uygulandıktan 6 ay sonra (T₁) ölçümü yapılan parametrelere ait veriler Tablo 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10'da yer almaktadır.

Tablo 4.5. T0 dönemi sağ kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Kondil hacmi (mm ³)	538.97	1840	1210.11	59.76
Sagital kondiler pozisyon (mm)	12.3	17.3	14.71	1.44
Sagital kondiler açısı (°)	8.7	49.2	22.85	11.31
Koronal kondiler pozisyon (mm)	0.3	11.8	6.75	2.24
Koronal kondiler açısı (°)	0	22.9	9.04	6.38
Aksiyal kondiler pozisyon (mm)	42.6	58	49.02	3.08
Aksiyal kondiler açısı (°)	7.5	39.3	24.00	8.70
Üst eklem aralığı (mm)	0.4	3.9	2.73	0.91
Arka eklem aralığı (mm)	0.4	3.7	2.15	0.82
Ön eklem aralığı (mm)	0.8	4.2	1.99	0.85
Fossa yüksekliği (mm)	6.1	9.7	7.64	0.99
Fossa genişliği (mm)	11.5	22.6	16.66	2.47
Eminens yüksekliği (mm)	5.5	9.2	7.27	0.91
Eminens eğimi (mm)	41.9	80.1	56.90	9.98
Kondiler uzunluk (mm)	4.4	9.4	7.01	1.30
Kondiler genişlik (mm)	7.9	22.6	17.65	2.92
Lateral eklem aralığı (mm)	0.3	4.4	2.39	1.00
Medial eklem aralığı (mm)	0.8	4.5	2.20	0.92
Kondil yüksekliği (mm)	5.3	9	7.46	1.06

Tablo 4.6. T1 dönemi sağ kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Kondil hacmi (mm ³)	619.86	2130	1306.47	73.38
Sagital kondiler pozisyon (mm)	12	20.1	14.86	1.60
Sagital kondiler açısı (°)	5.7	40	23.02	9.44
Koronal kondiler pozisyon (mm)	0.5	13.4	6.54	2.39
Koronal kondiler açısı (°)	0	25.4	8.39	6.89
Aksiyal kondiler pozisyon (mm)	43.1	59.9	49.10	3.27
Aksiyal kondiler açısı (°)	6.6	40.8	25.15	9.20
Üst eklem aralığı (mm)	0.7	5.4	2.63	1.12
Arka eklem aralığı (mm)	0.5	4.6	2.18	0.84
Ön eklem aralığı (mm)	0.6	3.2	1.95	0.83
Fossa yüksekliği (mm)	5.5	10.3	7.74	1.07
Fossa genişliği (mm)	12.4	23.5	16.96	2.54
Eminens yüksekliği (mm)	5.7	9.2	7.45	1.05
Eminens eğimi (mm)	41.6	79.6	57.86	11.31
Kondiler uzunluk (mm)	4.3	9.3	7.00	1.33
Kondiler genişlik (mm)	13.5	22.5	18.04	2.38
Lateral eklem aralığı (mm)	0.3	4.2	2.19	0.95
Medial eklem aralığı (mm)	0.3	3.8	2.02	0.82
Kondil yüksekliği (mm)	5.7	10.3	7.75	1.10

Tablo 4.7. T0 dönemi sol kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Kondil hacmi (mm ³)	616.7	2178	1202.18	461.50
Sagital kondiler pozisyon (mm)	7.8	22.3	13.91	3.24
Sagital kondiler açısı (°)	2.4	38.8	20.73	8.72
Koronal kondiler pozisyon (mm)	1.3	11.1	6.71	2.41
Koronal kondiler açısı (°)	0	17.3	7.79	5.43
Aksiyal kondiler pozisyon (mm)	44	55.8	48.40	3.05
Aksiyal kondiler açısı (°)	5.7	47.1	23.03	9.94
Üst eklem aralığı (mm)	1.1	4.6	2.89	0.75
Arka eklem aralığı (mm)	0.7	4	2.23	0.75
Ön eklem aralığı (mm)	0.8	3.5	2.04	0.72
Fossa yüksekliği (mm)	4.9	8.8	7.48	0.97
Fossa genişliği (mm)	13.1	20.1	16.69	1.95
Eminens yüksekliği (mm)	4.9	9.7	7.16	1.05
Eminens eğimi (mm)	37.5	77.9	58.55	9.80
Kondiler uzunluk (mm)	4.5	9.8	7.24	1.32
Kondiler genişlik (mm)	14	22.1	17.98	2.24
Lateral eklem aralığı (mm)	0.4	5.9	2.45	1.26
Medial eklem aralığı (mm)	0.7	6.1	2.47	1.36
Kondil yüksekliği (mm)	5.5	9.8	7.66	1.08

Tablo 4.8. T1 dönemi sol kondil bölgesine ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Kondil hacmi (mm ³)	648.68	2685.04	1305.90	493.53
Sagital kondiler pozisyon (mm)	6	20.6	13.89	3.36
Sagital kondiler açısı (°)	7.7	42.4	22.56	9.09
Koronal kondiler pozisyon (mm)	0.9	12.4	6.50	2.64
Koronal kondiler açısı (°)	0.5	24	7.31	5.27
Aksiyal kondiler pozisyon (mm)	44.2	55.6	48.47	2.91
Aksiyal kondiler açısı (°)	7.2	46	22.94	9.62
Üst eklem aralığı (mm)	0.6	4.6	2.79	0.95
Arka eklem aralığı (mm)	0.9	3.4	2.25	0.62
Ön eklem aralığı (mm)	0.3	3.1	1.97	0.60
Fossa yüksekliği (mm)	5.1	10.1	7.52	1.07
Fossa genişliği (mm)	13.3	20.5	16.97	2.09
Eminens yüksekliği (mm)	4.9	10.1	7.34	1.12
Eminens eğimi (mm)	30	75.6	58.03	12.08
Kondiler uzunluk (mm)	4.5	9.8	7.20	1.32
Kondiler genişlik (mm)	12.4	21.7	17.96	2.40
Lateral eklem aralığı (mm)	0.5	6.5	2.33	1.26
Medial eklem aralığı (mm)	0.6	9.2	2.31	1.57
Kondil yüksekliği (mm)	5.9	9.6	7.83	1.04

Tablo 4.9. T0 dönemi mandibular konum ve morfolojiye ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Co-Go (mm)	42	65.2	56.42	5.85
Go-Gn (mm)	63.2	87.8	71.71	4.91
Co-Gn (mm)	96.9	119.3	109.63	6.90
S-Go (mm)	61.7	92.9	78.21	7.49
Co-Y (mm)	9.8	37.6	15.81	4.90
B-Y (mm)	41.8	70.7	59.18	6.91
Pg-Y (mm)	43.8	77.3	61.65	7.75
Me-Y (mm)	37	72.1	55.88	8.21
SN-MD (°)	22.1	43.1	32.10	5.85
OD-MD (°)	5.1	24.6	15.98	5.05
PD-MD (°)	5.2	36.1	22.28	6.61
ANS-Me (mm)	53	76.4	65.21	6.00
N-Me (mm)	97.1	135.8	116.82	9.12

Tablo 4.10. T1 dönemi mandibular konum ve morfolojiye ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı veriler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Co-Go (mm)	41.3	66.8	56.94	5.77
Go-Gn (mm)	63.8	85.6	72.41	4.66
Co-Gn (mm)	93.9	123.4	110.37	7.04
S-Go (mm)	62.7	95.3	79.02	7.88
Co-Y (mm)	9.7	36.1	15.75	4.83
B-Y (mm)	43.4	72.5	60.00	6.61
Pg-Y (mm)	45	77.5	62.09	7.60
Me-Y (mm)	38.5	72.2	56.62	8.16
SN-MD (°)	21.1	46.8	31.63	5.85
OD-MD (°)	1.5	23.4	13.47	4.61
PD-MD (°)	6.2	35.2	21.27	6.55
ANS-Me (mm)	53.8	76.5	65.33	5.93
N-Me (mm)	97.8	134.6	116.87	8.92

4.4. Sağ ve Sol Kondil Bölgelerine Ait Ölçümlerin Karşılaştırılması

PowerScope 2 apareyinin kullanımı öncesinde (T0) hastalardan alınan KIBT kayıtları üzerinde yapılan sağ ve sol kondiler bölgelere ait ölçümlerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için Independent sample *t*-testi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Mann Whitney *U*-testi kullanılmış ve elde edilen veriler Tablo 4.11’de gösterilmiştir.

T0 dönemindeki sağ ve sol kondiler bölgelere ait ölçümler karşılaştırıldığında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.11. Sağ ve sol kondil bölgelerine ilişkin T0 parametrelerinin karşılaştırılmasına ait bulgular

Parametreler	Grup	Ortalama±Ss	t	P
Kondil hacmi	Sol	1202.17± 461.49	0.07	0.939
Kondil hacmi	Sağ	1210.11 ± 327.31		
Sagital kondiler pozisyon	Sol	13.91 ± 3.24	1.24	0.221
Sagital kondiler pozisyon	Sağ	14.71 ± 1.46		
Sagital kondiler açısı	Sol	20.73 ± 8.71	0.81	0.419
Sagital kondiler açısı	Sağ	22.85 ± 11.30		
Koronal kondiler pozisyon	Sol	6.71 ± 2.41	0.07	0.943
Koronal kondiler pozisyon	Sağ	6.75 ± 2.23		
Koronal kondiler açısı	Sol	7.78 ± 5.42	0.81	0.417
Koronal kondiler açısı	Sağ	9.03 ± 6.37		
Aksiyal kondiler pozisyon	Sol	48.40 ± 3.04	0.78	0.436
Aksiyal kondiler pozisyon	Sağ	49.02 ± 3.07		
Aksiyal kondiler açısı	Sol	23.03 ± 9.94	0.40	0.690
Aksiyal kondiler açısı	Sağ	23.99 ± 8.69		
Üst eklem aralığı	Sol	2.89 ± 0.74	-0.72	0.470
Üst eklem aralığı	Sağ	2.73 ± 0.91		
Arka eklem aralığı	Sol	2.22 ± 0.74	-0.39	0.693
Arka eklem aralığı	Sağ	2.154± 0.81		
Ön eklem aralığı	Sol	2.04 ± 0.71	-0.26	0.794
Ön eklem aralığı	Sağ	1.99 ± 0.84		
Fossa yüksekliği	Sol	7.48 ± 0.96	0.63	0.528
Fossa yüksekliği	Sağ	7.64 ± 0.98		
Fossa genişliği	Sol	16.68 ± 1.95	-0.05	0.959
Fossa genişliği	Sağ	16.65 ± 2.47		
Eminens yüksekliği	Sol	7.16 ± 1.04	0.42	0.675
Eminens yüksekliği	Sağ	7.27 ± 0.90		
Eminens eğimi	Sol	58.54 ± 9.80	-0.64	0.521
Eminens eğimi	Sağ	56.89 ± 9.98		
Kondiler uzunluk	Sol	7.24 ± 1.32	-0.69	0.487
Kondiler uzunluk	Sağ	7.00 ± 1.29		
Kondiler genişlik	Sol	17.97 ± 2.23	-0.48	0.632
Kondiler genişlik	Sağ	17.65 ± 2.92		
Lateral eklem aralığı	Sol	2.45 ± 1.25		0.773 ^m
Lateral eklem aralığı	Sağ	2.39 ± 0.99		
Medial eklem aralığı	Sol	2.46± 1.36		0.778 ^m
Medial eklem aralığı	Sağ	2.20 ± 0.92		
Kondil yüksekliği	Sol	7.66± 1.07	-0.71	0.480
Kondil yüksekliği	Sağ	7.46 ± 1.06		

***;p<0.001, **;p<0.01, *;p<0.05

t:Bağımsız örneklem t-test m:Mann Whitney U-testi

4.5. Sağ Kondil Bölgesinde Meydana Gelen Değişimler

PowerScope 2 apareyinin kullanımı öncesi (T0) ve 6 aylık kullanımı sonrası (T1) hastalardan alınan KIBT kayıtları üzerinde yapılan sağ kondiler bölgeye ait ölçümlerden lateral eklem aralığı Wilcoxon testi, diğer parametreler ise Paired samples *t*-testi kullanılarak analiz edilmiş ve Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

T1-T0 dönemlerine ait ölçümler karşılaştırıldığında aparey uygulamasına bağlı olarak sağ kondil hacminde ve sağ kondil yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bir artış bulunmuştur. Diğer ölçümlerde meydana gelen farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Tablo 4.12. Sağ kondiler bölgeye ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerine ait ortalama değerlerinin karşılaştırılması

	Aparey uygulaması öncesi (T0)	Aparey uygulandıktan 6 ay sonra (T1)	t	P
	Ortalama±Ss	Ortalama±Ss		
Kondil hacmi (mm ³)	1210.11 ± 327.31	1306.47 ± 401.39	-2.42	0.022*
Sagital kondiler pozisyon (mm)	14.71 ± 1.46	14.86 ± 1.60	-0.04	0.433
Sagital kondiler açısı (°)	22.85 ± 11.31	23.02 ± 9.44	-0.15	0.882
Koronal kondiler pozisyon (mm)	6.75 ± 2.24	6.54 ± 2.39	1.17	0.250
Koronal kondiler açısı (°)	9.04 ± 6.38	8.39 ± 6.89	0.90	0.375
Aksiyal kondiler pozisyon (mm)	49.02 ± 3.08	49.10 ± 3.27	-0.45	0.656
Aksiyal kondiler açısı (°)	24.00 ± 8.70	25.15 ± 9.20	-1.73	0.094
Üst eklem aralığı (mm)	2.73 ± 0.91	2.63 ± 1.12	0.87	0.388
Arka eklem aralığı (mm)	2.15 ± 0.82	2.18 ± 0.84	-0.22	0.830
Ön eklem aralığı (mm)	1.99 ± 0.85	1.95 ± 0.83	0.42	0.680
Fossa yüksekliği (mm)	7.64 ± 0.99	7.74 ± 1.07	-0.632	0.532
Fossa genişliği (mm)	16.66 ± 2.47	16.96 ± 2.54	-1.10	0.282
Eminens yüksekliği (mm)	7.27 ± 0.91	7.45 ± 1.05	-1.85	0.074
Eminens eğimi (mm)	56.90 ± 9.98	57.86 ± 11.31	-0.90	0.374
Kondiler uzunluk (mm)	7.01 ± 1.30	7.00 ± 1.33	0.06	0.952
Kondiler genişlik (mm)	17.65 ± 2.92	18.04 ± 2.38	-1.05	0.300
Lateral eklem aralığı (mm)	2.39 ± 1.00	2.19 ± 0.95		0.251 ^w
Medial eklem aralığı (mm)	2.20 ± 0.92	2.02 ± 0.82	1.40	0.172
Kondil yüksekliği (mm)	7.46 ± 1.06	7.75 ± 1.10	-2.05	0.049*

***; $p<0.001$, **; $p<0.01$, *; $p<0.05$

t:Bağımlı örneklem t test , w:Wilcoxon Test

4.6. Sol Kondil Bölgesinde Meydana Gelen Değişimler

PowerScope 2 apareyinin kullanımı öncesi (T0) ve 6 aylık kullanımı sonrası (T1) hastalardan alınan KIBT kayıtları üzerinde yapılan sol kondiler bölgeye ait ölçümlerden lateral eklem aralığı ve medial eklem aralığı Wilcoxon testi, diğer tüm ölçümler Paired Samples *t*-testi ile analiz edilmiş ve Tablo 4.13’de gösterilmiştir.

T1-T0 dönemlerine ait ölçümler karşılaştırıldığında aparey uygulamasına bağlı olarak sol kondil hacminde ve sol eminens yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bir artış bulunmuştur. Bunların dışında kalan açısal ve boyutsal ölçümlerde meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Tablo 4.13. Sol kondiler bölgeye ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerine ait ortalama değerlerinin karşılaştırılması

	Aparey uygulaması öncesi (T0)	Aparey uygulandıktan 6 ay sonra (T1)	t	p
	Ortalama±Ss	Ortalama±Ss		
Kondil hacmi (mm ³)	1202.18 ± 461.50	1305.90 ± 493.53	-2.38	0.024*
Sagital kondiler pozisyon (mm)	13.91 ± 3.24	13.93 ± 3.36	0.05	0.964
Sagital kondiler açısı (°)	20.73 ± 8.72	22.56 ± 9.09	-1.73	0.095
Koronal kondiler pozisyon (mm)	6.71 ± 2.41	6.50 ± 2.64	0.75	0.457
Koronal kondiler açısı (°)	7.79 ± 5.43	7.31 ± 5.27	0.52	0.605
Aksiyal kondiler pozisyon (mm)	48.40 ± 3.05	48.47 ± 2.91	-0.40	0.690
Aksiyal kondiler açısı (°)	23.03 ± 9.94	22.94 ± 9.62	0.14	0.894
Üst eklem aralığı (mm)	2.89 ± 0.75	2.79 ± 0.95	1.02	0.314
Arka eklem aralığı (mm)	2.23 ± 0.75	2.25 ± 0.62	-0.188	0.852
Ön eklem aralığı (mm)	2.04 ± 0.72	1.97 ± 0.60	0.79	0.439
Fossa yüksekliği (mm)	7.48 ± 0.97	7.52 ± 1.07	-0.21	0.835
Fossa genişliği (mm)	16.69 ± 1.95	16.97 ± 2.09	-1.33	0.192
Eminens yüksekliği (mm)	7.16 ± 1.05	7.34 ± 1.12	-2.65	0.013*
Eminens eğimi (mm)	58.55 ± 9.80	58.03 ± 12.08	0.51	0.614
Kondiler uzunluk (mm)	7.24 ± 1.32	7.20 ± 1.32	0.39	0.698
Kondiler genişlik (mm)	17.98 ± 2.24	17.96 ± 2.40	0.04	0.966
Lateral eklem aralığı (mm)	2.45 ± 1.26	2.33 ± 1.26		0.674 ^w
Medial eklem aralığı (mm)	2.47 ± 1.36	2.31 ± 1.57		0.486 ^w
Kondil yüksekliği (mm)	7.66 ± 1.08	7.83 ± 1.04	-1.08	0.287

***; $p<0.001$, **; $p<0.01$, *; $p<0.05$

t:Bağımlı örneklem t-test, w:Wilcoxon Test

4.7. Mandibular Konum ve Morfolojide Meydana Gelen Değişimler

PowerScope 2 apareyinin kullanımı öncesi (T0) ve 6 aylık kullanımı sonrası (T1) hastalardan alınan KIBT kayıtları üzerinde yapılan Co-Y mesafesi dışındaki mandibular konum ve morfolojiye ait ölçümler Paired samples *t*-testi ile, normal dağılım göstermeyen Co-Y mesafesi Wilcoxon testi ile analiz edilmiş ve Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

T1-T0 dönemlerine ait ölçümler karşılaştırıldığında aparey uygulamasına bağlı olarak Go-Gn, S-Go ve B-Y düzlemi mesafelerinde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bir artış bulunmuştur. OD-MD açısı ($p<0,001$) ve PD-MD açısında ($p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Diğer parametrelerde yapılan değerlendirmelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p>0,05$).

Tablo 4.14. Mandibular konum ve morfolojiye ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerinde alınan ölçümlerinin karşılaştırılmasına yönelik bulgular

	Aparey uygulaması öncesi (T0)	Aparey uygulandıktan 6 ay sonra (T1)	t	P
	Ortalama±Ss	Ortalama±Ss		
Co-Go (mm)	56.42 ± 5.85	56.94 ± 5.77	-1.55	0.133
Go-Gn (mm)	71.71 ± 4.91	72.41 ± 4.66	-2.35	0.026*
Co-Gn (mm)	109.63 ± 6.90	110.37 ± 7.04	-1.79	0.084
S-Go (mm)	78.21 ± 7.49	79.02 ± 7.88	-2.29	0.029*
Co-Y (mm)	15.81 ± 4.90	15.75 ± 4.83		0.517 ^w
B-Y (mm)	59.18 ± 6.91	60.00 ± 6.61	-2.37	0.025*
Pg-Y (mm)	61.65 ± 7.75	62.09 ± 7.60	-1.20	0.242
Me-Y (mm)	55.88 ± 8.21	56.62 ± 8.16	-1.75	0.092
SN-MD (°)	32.10 ± 5.85	31.63 ± 5.85	1.42	0.167
OD-MD (°)	15.98 ± 5.05	13.47 ± 4.61	4.25	0.000***
PD-MD (°)	22.28 ± 6.61	21.27 ± 6.55	2.55	0.016*
ANS-Me (mm)	65.21 ± 6.00	65.33 ± 5.93	-0.49	0.625
N-Me (mm)	116.82 ± 9.12	116.87 ± 8.92	-0.12	0.906

***; $p<0.001$, **; $p<0.01$, *; $p<0.05$

t:Bağımlı örneklem t test, w:Wilcoxon Test

5. TARTIŞMA

Kafkas ırkına mensup bireyler arasında oldukça yaygın (%12-32) olarak görülen Sınıf II maloklüzyonlar (Jain ve ark., 2023; Matthaios ve ark., 2022) tedavisi zor olan ortodontik anomalilerden biridir. Bu maloklüzyonlar maksiller protrüzyon, mandibular retrüzyon veya her ikisinin kombinasyonu şeklinde olabileceği gibi daha çok mandibulanın gelişim yetersizliğine bağlı olarak görülebilmektedir (McNamara, 1981). İskeletsel Sınıf II maloklüzyonlarda tedavi yaklaşımları hastanın büyüme dönemine bağlı olarak fonksiyonel tedavi, kamuflej tedavisi veya ortognatik cerrahi şeklinde değişebilmektedir (Pancherza, 2000).

Büyümesi sona ermiş, maliyet, tıbbi vb. sebeplerle cerrahi tedavi yaklaşımını kabul etmeyen orta şiddetli Sınıf II maloklüzyona sahip olan hastalarda, kamuflej tedavisi alternatif bir tedavi yöntemi olarak uygulanabilir (Yılmaz ve Çakmak, 2019). Bu tedavi yöntemiyle, mevcut iskeletsel maloklüzyon dental kompanzasyon ile maskelenmeye çalışılmaktadır (Raposo ve ark., 2018). Böylece, alt çenenin geride konumlanması devam ederken, çoğu zaman üst çeneden yapılan diş çekimiyle (Pancherz ve Ruf, 2000), Sınıf II molar ilişki değiştirilmeden artmış overjet miktarı azaltılabilmektedir (Bishara, 2006).

Ortognatik cerrahi, büyümesi sona ermiş, estetik kaygısı yüksek ve kamuflej tedavisinin uygulanamadığı erişkin hastalarda iskeletsel Sınıf II maloklüzyonu düzeltmek amacıyla uygulanmaktadır (Raposo ve ark., 2018; Yılmaz ve Çakmak, 2019). Alt çene gelişim yetersizliğine üst çene gelişim fazlalığı da eşlik ediyorsa, alt çenenin öne alınması amacıyla uygulanacak distraksiyon osteogenezisi veya sagittal split osteotomisi gibi yöntemlere ilave olarak üst çenenin geriye konumlandırılması da planlanabilir (Pancherz ve Ruf, 2000).

Hastaya adölesan dönemde uygulanan fonksiyonel tedaviler, büyüme modifikasyonu içermektedir (Pancherza, 2000). Fonksiyonel apareylerle Sınıf II

maloklüzyonların tedavisinde, kondil ve glenoid fossanın yeniden şekillenmesi, kondilin glenoid fossa içinde yeniden pozisyonlanması ve mandibular otorotasyonda değişiklikler yaparak (Arici ve ark., 2008; Pancherz ve ark., 1998), mandibulanın öne doğru yeniden konumlandırılması amaçlanmaktadır (Giancotti ve ark., 2017). Ayrıca dil, dudak, yüz ve çiğneme kaslarını içeren orofasiyal sistemde meydana gelen yeni bir büyüme modeli ile çeneler arası ilişki düzenlenmektedir (Chaudhry ve ark., 2015).

Mandibulayı öne doğru konumlandırarak mandibular büyümeyi uyaran ve Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde rol oynayan fonksiyonel apareyler (Cozza ve ark., 2006) sabit ve hareketli olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Barton ve ark., 1997).

Hareketli fonksiyonel apareylerin aksine hasta-hekim iş birliğini gerektirmeyen ve sabit ortodontik tedavi ile birlikte eş zamanlı olarak kullanılabilen sabit fonksiyonel apareyler (Cacciatore ve ark., 2014), büyümesi sona ermek üzere olan bireylerde tercih edilebilmektedir (Paulose ve ark., 2016).

Literatür incelendiğinde iskeletsel Sınıf II anomalilerin tedavisinde farklı fonksiyonel apareylerin kullanıldığı görülmektedir (Arici ve ark., 2008; Bock ve ark., 2016; Bolukbasi ve ark., 2024; Han, 2024; Manni ve ark., 2024; Mestry ve Shah, 2024; Pancherz ve Fischer, 2003; Saini ve ark., 2024). Bu apareylerin iskeletsel ve dentoalveolar etkileri pubertal büyüme dönemine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Perinetti ve ark., 2015). Aktif büyüme döneminde olan hastalarda hareketli fonksiyonel apareyler tercih edilirken büyümesi sona ermek üzere ve/veya sona ermiş olan hastalarda sabit fonksiyonel apareylerin kullanılması daha uygun olmaktadır (Paulose ve ark., 2016). Rijid sabit fonksiyonel apareylerin ağız açıklığını kısıtlaması, esnek sabit fonksiyonel apareylerin daha kırılğan olması; hibrid sabit fonksiyonel apareylerin kullanımını popüler hale getirmiştir (Lam ve Schmid, 2024).

Çalışmamızda, rijid ve esnek sabit fonksiyonel apareylerin avantajlarını içeren ve dezavantajlarını elimine eden, yaş ortalaması 15.87 ± 1.19 olan büyüme dönemi sona ermiş bireylerde (Prateek ve Sandhya, 2017) iskeletsel Sınıf II maloklüzyonu düzeltmek amacıyla hibrid sabit fonksiyonel apareylerden PowerScope 2 apareyi tercih edilmiştir. Bu aparey en son tanıtılan fonksiyonel apareylerden biridir (Kaur ve ark., 2022). PowerScope 2 apareyi tek bir parçadan oluşmakla birlikte hibrit fonksiyonel apareylerin avantajlarını içermektedir (Gorantla ve ark., 2019). Paslanmaz çelik ark teline direk bağlantı sağlayan parçaları ile kolay ve hızlı uygulama imkânı tanınmasının yanı sıra (Al Hamdany ve ark., 2023) yuvarlatılmış kenarları sayesinde yumuşak dokuları rahatsız etmemekte (Savana ve ark., 2016) ve ağız açma-kapama hareketlerinde sağladığı kolaylık (Kalra ve ark., 2021) hasta konforunu en üst seviyeye çıkarmaktadır.

Al Hamdany ve ark. (2023) PowerScope 2 apareyinin mandibula üzerindeki iskeletsel ve dentoalveolar etkilerini sonlu elemanlar yöntemiyle değerlendirmişlerdir.

Kalra ve ark. (2021) büyüme potansiyeli devam eden, Antony ve ark. (2018) 15-19 yaş aralığındaki hastalarda PowerScope apareyinin mandibula üzerindeki iskeletsel ve dental etkileriyle yumuşak doku değişimlerini sefalometrik filmler kullanarak incelemişlerdir.

Singaraju ve ark. (2019) pubertal büyümenin sona ermek üzere olduğu 13-16 yaş aralığındaki hastalara PowerScope apareyi uygulayarak yaptıkları retrospektif çalışmada mandibulada meydana gelen iskeletsel ve dental değişiklikleri incelemişlerdir.

Halapanavar ve ark. (2024) PowerScope ve Twin-Blok apareylerinin 11-14 yaş aralığındaki hastalarda TME aralıklarında ve glenoid fossada oluşturduğu değişimleri KIBT görüntüleri kullanarak değerlendirmişlerdir.

Arici ve ark. (2008) Forsus apareyini uyguladıkları yaş ortalaması 12.7 olan maksimum pubertal büyüme dönemi öncesindeki hastalarda; kondil, glenoid fossa ve ön-arka eklem boşluklarının hacimlerini KIBT kayıtları üzerinde analiz etmişlerdir.

Abo-Elmahasen ve ark. (2024) 15-18 yaş aralığındaki hastalara uyguladıkları Herbst ve Twin Force apareylerinin kondiler hacim ile mandibula üzerindeki iskeletsel etkilerini KIBT kayıtları kullanarak incelemişlerdir.

Paulose ve ark. (2016) Sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip bir hastada PowerScope apareyinin etkilerini inceledikleri vaka raporunda, hasta uyum problemlerinin ve apareyle ilgili karşılaşılabilecek olumsuzlukların minimal seviyede olduğunu belirterek PowerScope apareyinin iskeletsel Sınıf II anomalileri düzeltmede iyi bir alternatif olabileceğini rapor etmişlerdir.

Bu bilgiler ışığında literatürde farklı pubertal büyüme dönemindeki hastalar üzerinde iskeletsel Sınıf II anomalilerin tedavisi amacıyla çeşitli fonksiyonel apareylerin kullanıldığı birçok çalışma (Abo-Elmahasen ve ark., 2024; Al Hamdany ve ark., 2023; Antony ve ark., 2018; Arici ve ark., 2008; Halapanavar ve ark., 2024; Kalra ve ark., 2021; Paulose ve ark., 2016; Singaraju ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2024) bulunmasına rağmen büyüme dönemi sona ermiş olan hastalar üzerinde PowerScope 2 apareyinin kondilde ve mandibulada oluşturduğu yapısal ve boyutsal değişimleri detaylı bir şekilde inceleyen çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu tez çalışmasında pubertal büyüme dönemi sona ermiş olan, alt çene geriliğine bağlı iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip hastalarda PowerScope 2 apareyinin kondil ile mandibular konum ve morfoloji üzerine olan etkilerinin KIBT görüntüleri kullanılarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Literatürde, bireylerin pubertal büyüme atılım dönemlerinin belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Baccetti ve ark. (2000), büyüme atılım dönemlerini

belirlemede servikal vertebra gelişim dönemlerini dikkate alırken Williams (1980), büyüme atılım döneminin tespit edilmesinde el-bilek filmlerinin en güvenilir metot olduğunu bildirmiştir. O'Reilly ve ark. (1988) özellikle mandibular büyüme ile servikal vertebra gelişimi arasında bir bağ olduğunu belirtmişlerdir. Hägg ve Pancherz (1988) yaptıkları çalışmalarında, kemik yaşını belirlemek için el-bilek filmleri ve boy uzama eğrilerinin kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Malmgren ve ark. (1987), yüz büyüme hızının boy uzama hızı ile ilişkili olduğunu ancak bu ilişkinin belirlenebilmesi için uzun bir gözlem sürecine ve detaylı yapılmış ölçümlere ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. Bahsi geçen yöntemler değerlendirildiğinde güvenilirlik, somut veriler sunma ve kolay uygulanabilirlik gibi avantajlar sebebiyle el bilek filmleri, çalışmamıza dahil edilen bireylerin büyüme gelişim dönemlerinin belirlenmesinde tercih edilmiştir.

Proffit, 5 mm ve daha fazla overjet miktarının Angle Sınıf II anomaliyle ilişkili olabileceğini belirtmiştir (Proffit, 2019, s.6). Literatüre bakıldığında sabit fonksiyonel apareylerin etkilerinin araştırıldığı çeşitli çalışmalarda, çalışma grubunun tedavi öncesinde 5 mm ve daha fazla overjet miktarına sahip olan hastalardan oluştuğu görülmektedir (Arici ve ark., 2008; Arora ve ark., 2018; Austro-Martinez ve ark., 2024; Franchi ve ark., 2013; Hemanth ve ark., 2023; Kalra ve ark., 2021; Konik ve ark., 1997; Pancherz ve ark., 1997; Paulose ve ark., 2016; Ruf ve Pancherz, 1999; Schweitzer ve Pancherz, 2001). PowerScope 2 apareyinin uygulandığı çalışmamızda hasta seçim kriterlerinden olan overjet miktarı minimum 5 mm olarak belirlenmiştir.

Aelbers ve Dermout (1996) fonksiyonel apareyler üzerine yapmış oldukları derleme çalışmasında, cinsiyet farklılığının tedavi sonuçları üzerinde etkili olduğunu belirten az sayıda çalışma bulunduğunu bildirmişlerdir. Twin blok apareyinin TME üzerine olan etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda cinsiyetin incelenen parametreler üzerine etkisinin önemli olmadığı bildirilmiştir (Jiang ve ark., 2020; Yıldırım ve ark.,

2014). Literatürde sabit fonksiyonel apareylerle ilgili cinsiyet ayrımının yapılmadığı başka çalışmalara da rastlanmaktadır (Heinig ve Goz, 2001; Patel ve ark., 2002; Stromeyer ve ark., 2002). Çalışmamızda cinsiyet farklılığını belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sadece iki değişkende (sol sagittal kondiler pozisyon, ANS-Me) cinsiyetin önemli olduğu görüldüğünden diğer çalışmalara benzer şekilde çalışmamızda cinsiyet ayrımı yapılmamıştır. Ayrıca çalışmalara dahil edilen bireyler incelendiğinde kadın sayısının erkek sayısına oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir (Gerzanic ve ark., 2002; Mihalik ve ark., 2003). Çalışmamızda da kadın hasta sayısının erkek hasta sayısından fazla olması literatürü destekler niteliktedir.

Sabit fonksiyonel aparey uygulanan hastalarda iskeletsel etkinin artırılması ve ankraj kaybının önlenmesi amacıyla çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bunlardan biri; 0.022 inç slot genişliğine sahip braketlerde 0.019 x 0.025 inç SS ve 0.018 inç slot genişliğine sahip braketlerde 0.017 x 0.025 inç SS kalınlığındaki ark telleri kullanımıdır (Al Hamdany ve ark., 2023; Moro, 2016). Literatürde birçok çalışmada ankraji arttırmak amacıyla braket sistemine uygun en kalın ark teli kullanımı ve telin en arka kısmından chincd-back bükümü uygulandığı rapor edilmiştir (Arora ve ark., 2018; Bilgiç ve ark., 2011; VanLaecken ve ark., 2006; Weiland ve Droschl, 1996). Ayrıca lingual ark, transpalatal ark ve alt keser dişlere uygulanacak ilave labial kök torku literatürde belirtilen diğer ankraj arttırıcı yöntemler olarak bilinmektedir (Arora ve ark., 2023; Cacciatore ve ark., 2014; Jasper ve McNamara 1995; Küçükkeleş ve ark., 2007; Pancherz, 1982;). Çalışmamızda sabit ortodontik tedavi amacıyla kullanmış olduğumuz 0.018 inç slot braketlere 0.017 x 0.025 inç kalınlığında SS ark teli uygulanmış ve telin en arka kısmına chincd-back bükümü yapılarak iskeletsel etkinin artırılması hedeflenmiştir.

Literatürde sabit fonksiyonel apareylerin aktive edilme süreleriyle ilgili farklı öneriler mevcut olup (Jasper ve McNamara, 1995; Weiland ve Droschl, 1996) bu

sürelerin 4 hafta (Akpınar, 2010; Arora ve ark., 2018; Gandedkar ve ark., 2019; Gunay ve ark., 2011; Saini ve ark., 2024; Uyanlar, 2010), 6 hafta (Küçükkeleş ve ark., 2007) ve 3 ay (Al-Jewair ve ark., 2012; Bozkurt ve ark., 2020) aralıklı periyodlar şeklinde olduğu görülmektedir. Çalışmamızda PowerScope 2 apareyinin aktivasyonu 4 haftalık periyodlarla yapılmıştır.

Sabit fonksiyonel apareylerin etkilerinin incelendiği çalışmalarda kullanım süreleri ile ilgili olarak araştırmacılar arasında farklılıklar gözlemlenmektedir. Bazı araştırmacılar bu apareylerin kullanım süresini 1 yıl olarak önerirken (Franchi ve ark., 1999; Kamoltham ve Charoemratrote, 2018; Nelson ve ark., 2000), 10 ay (Chhibber ve ark., 2015; Verma ve ark., 2022), 8-9 ay (Bozkurt ve ark., 2020), 6-12 ay (Al-Jewair ve ark., 2012), 7-9 ay (Halapanavar ve ark., 2024), 7 ay (Arici ve ark., 2008) ve 5 ay (Kalra ve ark., 2021) kullanımının uygun olduğunu belirten araştırmacılar da vardır. Çalışmamıza benzer bir şekilde sabit fonksiyonel apareyi 6 ay süre ile uygulayan araştırmacılara da rastlanmıştır (Arora ve ark., 2018; Aslan ve ark., 2014; Franchi ve ark., 2011; Gunay ve ark., 2011; Ishaq ve ark., 2016; Saini ve ark., 2024; Vogt, 2006).

Çalışmamızın dahil edilme kriterlerinde mandibular retrognatiye sahip, ANB değeri 5° veya daha fazla olan ve vertikal yön boyutları normal sınırlar içerisinde bulunan hastaların seçilmesine dikkat edilmiştir. Hasta seçiminde esas aldığımız bu kriterler fonksiyonel apareylerin kullanıldığı literatürdeki bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Aelbers ve Dermaut, 1996; Austro-Martinez ve ark., 2024; Jiang ve ark., 2020; Savana ve ark., 2016; Weimin ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2024).

Fonksiyonel apareylerin farklı büyüme dönemlerinde olan hastalar üzerinde etkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur. Baccetti ve ark. (2000) Twin- blok apareyi ile yapmış oldukları sefalometrik çalışmada, apareyin kullanımı için en ideal zamanın pubertal büyümenin tepe noktasında veya hemen sonrası dönemde olduğunu

belirtmişlerdir. Tulloch ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, 7 mm'den fazla overjeti olan Sınıf II anomalilerde pre-pubertal ve pubertal büyüme döneminde uygulanan tedavilerin başarısı açısından fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Sabit fonksiyonel apareylerin post-pubertal dönemde mandibular büyümeyi uyarıcı etkilerinin olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (Hemanth ve ark., 2023; Malhotra ve ark., 2018; Ruf ve Pancherz, 1999a; Ruf ve Pancherz, 1999b; Singaraju ve ark., 2019). Nanda ve Ghosh (1995) 6, 12, 18 ve 24 yaşlarındaki bireylerden aldıkları seri sefalometrik filmler üzerinde yaptıkları longitudinal bir çalışmada A, B ve Pg noktalarında sagittal yönde sırasıyla kadınlarda 6.07, 7.53 ve 11.17 mm; erkeklerde 9.49, 11.65 ve 16.21 mm büyüme artışı olduğunu rapor etmişlerdir. Ochoa ve Nanda (2004) 6-20 yaş aralığındaki 28 hasta üzerinde yapmış oldukları bir başka longitudinal araştırmada, mandibular büyümenin maksiller büyümeye oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. PowerScope apareyinin post-pubertal dönemdeki bireylere uygulandığı çalışmalarda mandibulada önemli iskeletsel değişikliklerin olduğu belirtilmiştir (El-Hossainy ve ark., 2022; El-morsy ve ark., 2023; Malhotra ve ark., 2018; Singaraju ve ark., 2019). Retto (2023), ortognatik cerrahi uygulamaksızın iskeletsel Sınıf II divizyon 2 anomaliye sahip 38 yaşında bir erkek hastaya Twin-Force sabit fonksiyonel apareyi uygulayarak apareyin ağırlıklı olarak dentoalveolar etkilerle birlikte kabul edilebilir iskeletsel etkiler göstermiş olduğunu vaka raporuyla yayımlamıştır. Pancherza (2000) TME bölgesindeki büyümenin 20 yaşından sonra da devam edebileceğini veya aktive edilebileceğini belirtmiş olduğu çalışmasında, Herbst apareyinin iskeletsel Sınıf II anomaliye sahip yetişkin hastalarda maliyet, oluşabilecek riskler ve toplam tedavi süresi açısından ortognatik cerrahiye alternatif olabileceğini rapor etmiştir. Ruf ve Pancherz (2004), yetişkin hastalarda Herbst apareyi ile Sınıf II divizyon 1 maloklüzyon tedavisinin cerrahi yaklaşıma alternatif olup olmayacağını inceledikleri çalışmalarında, Herbst apareyinin iskeletsel Sınıf II sınır

vakalardaki başarı oranının ve öngörülebilirliğinin ortognatik cerrahi kadar yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ortognatik cerrahi ile profil konveksitesinde daha fazla azalma ve dolayısıyla yüz estetiğinde daha belirgin bir iyileşme sağlanabildiğinden, öncelikli beklentisi yüz profilinde düzelme olan hastalar için ortognatik cerrahinin daha iyi bir tedavi seçeneği olduğunu vurgulamışlardır. Bu bilgiler ışığında PowerScope 2 apareyinin kondil ile mandibular konum ve morfoloji üzerine olan etkilerini incelemek için çalışmamıza alt çene geriliğine bağlı iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip pubertal büyüme dönemi sona ermiş olan hastalar dahil edilmiştir.

Sassouni'ye göre iskeletsel Sınıf II anomaliler derin kapanışa sahip mandibular retrüzyon veya maksillar protrüzyon ve açık kapanışa sahip mandibular retrüzyon veya maksillar protrüzyona olmak üzere 4 farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır (Sassouni, 1970). Cozza ve ark. (2004) aktivatörün ön yüz yüksekliğini artırdığını ve pogonionun geriye doğru yer değiştirdiğini belirtmiş oldukları retrospektif bir çalışmada, iskeletsel Sınıf II anomalilerin düzeltilmesinde dikey boyut kontrolünün önemli olduğunu vurgulamışlardır. Jakobsson ve Paulin (1990), aktivatör tedavisinin iskeletsel büyümeye etkisini inceledikleri sefalometrik çalışmada, ön yüz yüksekliğinde önemli düzeyde artış meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Literatüre bakıldığında sabit fonksiyonel apareylerin etkisiyle dik yön ölçümlerinde önemli düzeyde artış meydana geldiğini rapor eden çalışmalar bulunmaktadır (Malik ve ark., 2022; Tancer 2019). Bu nedenle çalışmamızda PowerScope 2 apareyi uygulanan hastaların dik yön boyutlarına dikkat edilmiştir.

PowerScope 2 apareyinin kondil ve mandibular morfoloji üzerine etkilerini incelemek amacıyla çalışmamıza dahil edilen hastalardan tedavi öncesinde ve tedaviden 6 ay sonra KIBT görüntüleri alınmıştır. Çalışma grubumuzdaki bireyler pubertal büyüme dönemi sona ermiş olan hastalardan oluştuğu için 6 aylık tedavi sürecinde büyümeye bağlı değişimlerin önemsiz olabileceği düşünülerek kontrol grubu oluşturulmamıştır.

Literatürde benzer şekilde uygulanan apareylerin etkileri incelenirken kontrol grubunun göz ardı edildiği başka çalışmalar da bulunmaktadır (Aidar ve ark., 2013; Bilgiç ve ark., 2011; Kinzinger ve ark., 2006; Kinzinger ve ark., 2007)

Literatür incelendiğinde, sabit fonksiyonel apareylerin kondil, mandibular konum ve morfoloji üzerine olan etkilerini değerlendirmek için yapılan çalışmalarda MRG (Cesur ve ark., 2020; Gandhi ve ark., 2023; Kinzinger ve ark., 2006; Ozdiler ve ark., 2019), sefalometrik radyografi (Bilgiç ve ark., 2011; Kinzinger ve ark., 2018b; Mahamad ve ark., 2012; Malik ve ark., 2022) ve KIBT (Gandedkar ve ark., 2019; Hemanth ve ark., 2023; Kumawat ve Goyal, 2022; Nindra ve ark., 2021; Parvathy ve ark., 2021) görüntülerinin kullanılmış olduğu görülmektedir. MRG eklem diskini görüntülemeye başarılı bir görüntüleme yöntemi olsa da (Tasaki ve Westesson, 1993) TME bölgesindeki kemiksel anomalileri tanımlama konusunda başarı oranı sınırlıdır (Alkhader ve ark., 2010). Teşhis ve tedavi planlamalarına önemli katkı sağlayan KIBT görüntülerinin iki boyutlu görüntülere göre en önemli avantajlarından biri, kraniofasiyal yapılar hakkında üç boyutlu hacimsel, yüzeysel ve kesitsel bilgi sunabilmesidir (Kapila ve Nervina, 2015). Anatomik noktalar arasındaki uzaklık ölçümlerinde daha güvenilir ve doğru sonuçlara ulaşılan (Hilgers ve ark., 2005; Misch ve ark., 2006; Mozzo ve ark., 1998; Scarfe ve ark., 2006) ve sarmal BT' ye göre daha az radyasyon dozu sunan bu görüntüleme yönteminde (Al-Saleh ve ark., 2015) elde edilen verilerin tekrarlanabilir olması da KIBT'in diğer önemli avantajlarından (Parvathy ve ark., 2021).

Hilgers ve ark. (2005) sefalometrik radyografiler ile KIBT görüntülerinin doğruluğunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, TME ve mandibulaya ait ölçümlerde KIBT ile alınan kayıtların daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini bulmuşlardır. Honey ve ark. (2007) kondiler erozyon tespitinde panoramik radyografilere kıyasla KIBT ile yapılan ölçümlerin daha güvenilir olduğunu bildirmişlerdir.

PowerScope 2 apareyinin etkisiyle kondil ve mandibulada meydana gelen açısai ve boyutsal değışiklikleri incelediğimiz çalışmamızda daha doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmak amacıyla kayıtların KIBT ile alınması tercih edilmiştir.

Literatürde fonksiyonel apareylerin kondil hacminde ortalama 39-494 mm³ arasında değışen değerlerde anlamlı artışa neden olduğunu belirten birçok çalışma bulunmaktadır (Arici ve ark., 2008; Gandedkar ve ark., 2019; Nindra ve ark., 2021; Yıldırım ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2024).

Yıldırım ve ark. (2014) ortalama 7.4 ay boyunca Twin-Blok apareyini uyguladıkları 30 hastada KIBT kayıtları üzerinde yaptıkları değlendirmede kondil hacminde önemli düzeyde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Arici ve ark. (2008) ortalama yaşları 12 yıl 7 ay olan 30 hastada 7 ay uyguladıkları Forsus apareyinin TME üzerindeki etkilerini değlendirdikleri BT çalışmasında kondil hacminde önemli düzeyde artış olduğunu belirtmişlerdir.

Nindra ve ark. (2021) Herbst apareyi ile Sınıf II elastiklerin kondil-glenoid fossa bölgesine olan etkilerini karşılaştırmalı olarak inceledikleri KIBT çalışmasında, Herbst apareyi kullanan hastaların sağ/sol kondil hacminde sırasıyla 111.03 mm³ ve 127.80 mm³ artış gerçekleştiğini, Sınıf II elastiklerin etkisiyle kondil hacminde önemli düzeyde bir değışim olmadığını bildirmişlerdir.

Gandedkar ve ark. (2019) geleneksel Forsus ile iskeletsel ankraj destekli Forsus apareylerinin maksillo-mandibular ve temporomandibular komplekse olan etkilerini KIBT kesitleri üzerinde değlendirdikleri çalışmalarında, kondil hacmi verilerinin adı geçen apareylerde sırasıyla ortalama 322±22 ve 494±74 mm³ artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda PowerScope 2 apareyini uygulamadan önce ve uyguladıktan 6 ay sonra alınan sağ/sol kondil hacmi verileri incelendiğinde, kondil hacimlerinin önemli

düzeyde artış gösterdiği ve bu artışın sağ/sol kondil için sırasıyla ortalama 96.36 mm³, 103.72 mm³ olduğu belirlenmiştir.

Bulgularımızla uyumlu ve kondil hacminde önemli düzeyde artış gösteren önceki çalışmaların ışığında, iskeletsel Sınıf II anomalilerin tedavisinde uygulanan fonksiyonel apareylerin mandibulayı önde konumlandırması, metabolik aktiviteyi artırarak mandibular kondilde yeni kemik oluşumunu desteklemektedir. Bu etkiyle birlikte, kondil hacminde önemli ölçüde artış meydana geldiği düşünülmektedir.

PowerScope 2 apareyinin çalışmamız bulgularından üst, ön ve arka eklem aralıklarına olan etkilerine bakıldığında T1-T0 dönemlerine ait ölçümlerde önemli değişimler olmadığı gözlenmiştir. Literatürde bulgularımızın aksine üst, ön ve arka eklem aralıklarında önemli düzeyde artma veya azalma olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır.

Parvathy ve ark. (2021) 11-19 yaşları arasında olan, Sınıf II maloklüzyona sahip 26 hastaya uyguladıkları Twin-Blok, PowerScope ve Forsus apareylerinin TME' ye etkilerini KIBT kayıtları üzerinde karşılaştırdıkları çalışmalarında; PowerScope ve Forsus apareylerinin etkisiyle sağ/sol ön eklem aralıklarında anlamlı bir azalma, sol arka eklem aralığında ise anlamlı bir artma olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada Twin-Blok apareyine bağlı olarak tüm eklem aralıklarında önemli düzeyde azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Arat ve ark. (2001) aktivatör ile tedavi edilen 9 hastanın kondil-disk-fossa ilişkisini incelemek için yürütmüş oldukları MRI çalışmasında, ön eklem aralığında anlamlı bir azalma arka eklem aralığında ise anlamlı bir artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Halapanavar ve ark. (2024) Twin-Blok ve PowerScope apareyi uygulanmış 11-14 yaş aralığındaki hastaların TME bölgesinde meydana gelen değişimlerini karşılaştırdıkları longitudinal bir çalışmada, her iki grupta da ön eklem aralığının anlamlı

derecede azaldığını, üst ve arka eklem aralıklarının ise anlamlı derecede arttığını bildirmişlerdir.

Arıcı ve ark. (2008) Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip 30 hastaya uygulamış oldukları Forsus apareyinin etkilerini inceledikleri BT çalışmasında, kontrol grubuna göre çalışma grubunda bulunan hastaların ön eklem aralığı hacminin önemli düzeyde arttığını, arka eklem aralığı hacminin ise önemli düzeyde azaldığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda üst, ön ve arka eklem aralığındaki değişimler anlamlı düzeyde olmamakla birlikte ön ve arka eklem aralığına ait bulgularımız literatüre benzer niteliktedir (Arat ve ark., 2001; Halapanavar ve ark.,2024; Parvathy ve ark.,2021).

Çalışmamızın bulgularında, istatistiksel olarak anlamlı olmayan düzeyde değişim gösteren medial eklem aralığı sağ ve sol kondil bölgelerinde sırasıyla 0.18 mm ve 0.16 mm, lateral eklem aralığı ise 0.2 mm ve 0.12 mm azalma göstermiştir.

Zhang ve ark. (2024) maksimum pubertal büyüme dönemine yakın, iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip 49 hastada uyguladıkları Twin-Blok apareyi ile şeffaf plakların TME üzerindeki etkilerini KIBT ile değerlendirdikleri çalışmalarında, her iki yöntemde de medial ve lateral eklem aralıklarında bulgularımıza benzer şekilde önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Literatürde çalışmamızla ilgili medial-lateral eklem aralıklarına ilişkin başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmamızın aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde gerçekleştirilen kondil pozisyonu ve açı ölçümlerine ait bulguları, bu parametrelerde anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermektedir.

Pancherz (1985) tedavi öncesi ve sonrası çekilen radyografileri kullanarak Herbst apareyinin kondil üzerine olan etkisini incelemiş olduğu çalışmada, aparey tedavisi sonrası kondil-fossa ilişkisinde herhangi bir değişiklik olmadığını bildirmiştir.

Ruf ve Pancherz (2000) Sınıf II maloklüzyona sahip hastalarda ortalama 7.2 ay uyguladıkları Herbst apareyinin etkilerini inceledikleri longitudinal MRG çalışmasında, tedavi sürecinde kondilin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde önde konumlandığını ancak aparey çıkarıldıktan 1 yıl sonraki takip sürecinde kondilin glenoid fossa içerisinde normal konumuna geri döndüğünü bildirmişlerdir.

Emam ve Refai (2017) 8 ay uyguladıkları Twin-Blok apareyinin TME'ye etkilerini MRG ile değerlendirdikleri çalışmalarında, Sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip 10-13 yaş aralığındaki hastalarda kondillerin daha anterior konuma hareket ettiğini ancak bu hareketin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

Katsavrias (2003b) yaşları 7.96 yıl ile 15.06 yıl arasında değişen 34 hastada fonksiyonel apareylerin kondil pozisyonuna olan etkilerini sefalometrik filmler üzerinde değerlendirdiği çalışmasında, kondil pozisyonunda önemli bir değişim olmadığını belirtmiştir.

Nindra ve ark. (2021) 12-16 yaş aralığındaki hastalara uyguladıkları Herbst apareyi ile Sınıf II elastiklerinin kondil ve glenoid fossa bölgesinde oluşturdıkları değişiklikleri karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmalarında, kondil konumunu gösteren ölçümlerde önemli bir değişimin olmadığını bildirmişlerdir.

Bulgularımızın aksine kondilin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde öne doğru hareket ettiğini bildiren bazı çalışmalar da bulunmaktadır (Arat ve ark., 2001; Chavan ve ark., 2014; Halapanavar ve ark., 2024).

Arat ve ark. (2001) yaş ortalaması 11 yıl 2 ay olan 9 hastaya uyguladıkları aktivatör apareyinin disk-kondil-fossa bölgesinde oluşturduğu etkileri inceledikleri MRG çalışmasında, aktivatör tedavisinin Sınıf I molar ilişkiyi sağladığını, overjeti elimine ettiğini ve eş zamanlı olarak kondilin fossa içinde öne doğru yeniden konumlandığını belirtmişlerdir.

Chavan ve ark. (2014) Twin-Blok ve Bionatör apareyleri ile 9-14 yaş grubundaki 30 hastada, fonksiyonel tedavi sonrası eklem aralıklarındaki değişimi değerlendirerek kondil pozisyonunu inceledikleri MRG çalışmalarında, kontrol grubuna kıyasla her iki aparey grubunda da kondilin istatistiksel olarak önemli düzeyde öne doğru konumlandığını belirtmişlerdir.

Halapanavar ve ark. (2024), ortalama yaşları sırasıyla 12.5 yıl ve 13.08 yıl olan 11 erkek ile 5 kız hastada Twin-Blok ve PowerScope apareylerinin TME bölgesine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kondilin her iki grupta da anlamlı düzeyde önde konumlandığını bildirmişlerdir.

Bulgulardaki farklılıkların çalışmaya dahil edilen birey sayısı, kullanılan görüntüleme yöntemlerinin ve kondil pozisyonu ile ilgili ölçüm tekniklerinin farklı olması, seçilen aparey türü gibi birçok faktörün etkileşimi sonucu ortaya çıktığını düşünmekteyiz. Buna ek olarak, Nindra ve ark. (2021) kondilin orijinal pozisyonuna yöneldiği ve fossa içinde nispeten etkilenmeden kaldığı durumu, remodelasyon ve yumuşak dokuların traksiyonu ile açıklamaktadır.

Zhang ve ark. (2024), Twin-Blok apareyi ve şeffaf plakların TME'ye etkilerini değerlendirdikleri karşılaştırmalı çalışmalarında, kondiler yükseklikte istatistiksel olarak anlamlı düzeyde sırasıyla ortalama 1.97 mm ve 2.38 mm artış olduğunu belirtmişlerdir.

Halapanavar ve ark. (2024), Twin blok ve PowerScope apareylerinin kondil başı-glenoid fossa bölgesine olan iskeletsel etkilerini inceledikleri çalışmalarında, her iki aparey grubunda da kondiler yükseklikte önemli düzeyde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Nindra ve ark. (2021), Herbst apareyi ile yaptıkları çalışmalarında, sağ/sol kondiler yükseklikte sırasıyla 1.35 mm ve 1.21 mm olmak üzere anlamlı ölçüde artış olduğunu belirtmişlerdir. Ruf ve ark. (2001) sefalometrik radyografilerle aktivatörün kondiler büyümeye olan etkisini inceledikleri çalışmalarında, kondilyon noktasının yatay

yönde arkaya hareketinden 5 kat daha fazla dikey yönde yukarı doğru hareket ettiğini rapor etmişlerdir.

Pancherz ve Fischer (2003) Herbst apareyinin kondiler büyüme ve glenoid fossaya olan etkilerini 35 hasta üzerinde inceledikleri uzun dönem çalışmalarında, kondiler büyümenin tedavi sürecinde yukarı ve arka yönde olduğunu, aparey çıkarıldıktan sonra 3 yıl boyunca daha dikey olarak yukarıya doğru yöneldiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, sağ kondiler yükseklikte artış (0.29 mm) istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, sol kondiler yükseklikte artış (0.17 mm) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Sağ kondil yüksekliğinde meydana gelen anlamlı artış Pancherz ve Fischer'in (2003), Nindra ve ark.'nın (2021), Halapanavar ve ark.'nın (2024) ve Parvathy ve ark.'nın (2021) PowerScope ve Forsus gruplarının bulgularıyla paralellik göstermektedir. Çalışmamızda PowerScope 2 apareyi ile sağ ve sol kondile simetrik kuvvet uygulamak için apareyin yerleşimine ve kuvvet dağılımına özen gösterilmiş olsa da sağ ve sol çeneye ait dişlerin boyut ve pozisyonlarına bağlı olarak asimetrik kuvvet uygulanması muhtemeldir. Sağ ve sol kondiler yükseklikler arasındaki istatistiksel farklılık, asimetrik kuvvet uygulama ihtimali ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızda sağ ve sol kondiler uzunluk ve genişlikte tedaviye bağlı önemli bir değişiklik saptanmamıştır. Ruf ve ark. (2001) yaş ortalamaları 10.4 yıl olan hastaların sefalometrik radyografileri üzerinde yaptıkları değerlendirmede, bulgularımızla uyumlu olarak kondiler uzunluk ve genişlikte önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, literatürde fonksiyonel apareylerin kondiler uzunluk ve genişliği artırdığını belirten çalışmalar da mevcuttur (Agrawal ve Shashikala, 2023; Halapanavar ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2024).

Pancherz ve Fischer (2003), mandibulanın büyüme yönü ve miktarını değerlendirdikleri çalışmalarında, kondillerin tedavi sürecinde yukarı ve arka yönde yer

değiştirmesini Herbst apareyinin kısa dönem etkisi olarak belirtmişlerdir. Çalışmamız 6 aylık kısa dönem takibi içerdiğinden, post-pubertal dönemdeki hastalara uyguladığımız PowerScope 2 apareyinin mandibulayı önde konumlandırması sonucu, kondilin uyarılmasıyla büyümenin yukarı yönde gerçekleştiği düşünülmektedir.

Fonksiyonel aparey çalışmalarında bazı araştırmacılar çalışmamızla uyumlu olarak glenoid fossa yüksekliğinde anlamlı bir değişiklik belirtmezken (Katsavrias ve Voudouris, 2004; Kinzinger ve ark., 2018a) bazı yazarlar anlamlı bir artış rapor etmişlerdir (Zhang ve ark. 2024). Literatürde fonksiyonel apareylerin etkisiyle glenoid fossa genişliğinde meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığını belirten çalışmalar bulgularımızla paralellik göstermektedir (Kinzinger ve ark., 2018a; Katsavrias ve Voudouris, 2004; Zhang ve ark. 2024).

Yapılan literatür taraması sonucunda, aktivatör apareyinin artiküler eminens morfolojisine etkisinin incelendiği bir çalışma dışında (Katsavrias, 2003a) fonksiyonel aparey-artiküler eminens ilişkisini inceleyen herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın sonucuna ait artiküler eminens yüksekliğinde ve eğiminde istatistiksel olarak önemli olmayan değişiklikler, çalışmamızın sol artiküler eminens yüksekliği bulgusuyla paralellik göstermemektedir. Literatürde fonksiyonel apareylerin artiküler eminense olan etkilerinin değerlendirildiği başka çalışma olmadığından bulgumuzu karşılaştırma imkânımız bulunmamaktadır. Çalışmamızda sol artiküler eminens yüksekliğinde görülen istatistiksel olarak anlamlı artışın, kondil yüksekliğindeki artışla bağlantılı olarak glenoid fossada meydana gelen adaptasyonun bir sonucu olduğunu düşünmekteyiz.

Sabit fonksiyonel apareylerin Sınıf II maloklüzyonlardaki kullanımı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Huanca ve ark.'nın pre-pubertal ve post-pubertal grubu, Aras ve ark.'nın post-pubertal grubu, Bilgiç ve ark.'nın Forsus grubu ile Hourfar ve ark.'nın

retrospektif çalışması, Kalra ve ark. 'nın klinik çalışması ve Özlü'nün tez çalışmasında efektif mandibular uzunluk, çalışmamızla uyumlu olarak istatistiksel düzeyde anlamlı olmayan artış göstermiştir (Aras ve ark., 2011; Hourfar ve ark.,2023; Huanca ve ark., 2013; Kalra ve ark., 2021; Özlü, 2013). Çalışmamızda efektif mandibular uzunluk bulgusu, tedavi sonrası bu parametrenin istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı sonucuna ulaşan Amer ve ark.'nın (2022), Elfeky ve ark. 'nın (2018), Karslı ve ark. 'nın (2024), Kinzinger ve ark.'nın (2011), Hemanth ve ark. 'nın (2023), Radwan ve ark. 'nın (2023), Vaid ve ark. 'nın (2014), Zhang ve ark. 'nın (2024) çalışmaları ile uyumlu değildir.

Amer ve ark. (2022) Twin-Blok apareyi uyguladıkları hastalarda düşük seviyeli lazer tedavisinin kondiler bölgeye olan etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında efektif mandibular uzunluk verilerinde çalışma grubu (Twin-Blok + lazer) ve kontrol grubunda (Twin-Blok) sırasıyla 3.6 mm ve 4.3 mm olmak üzere anlamlı artışlar olduğunu bildirmişlerdir.

Vaid ve ark. (2014) Sınıf II anomalilerin tedavisinde uygulanan hareketli ve sabit fonksiyonel apareylerin kısa dönem etkilerini karşılaştırdıkları meta-analiz çalışmasında, hareketli apareylerde Co-Gn uzunluğunda istatistiksel olarak anlamlı olmayan artışın, sabit apareylerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir.

Malhotra ve ark. (2018) 15 post-adolesan hasta üzerinde PowerScope apareyine bağlı olarak meydana gelen değişimleri sefalometrik olarak değerlendirdikleri çalışmada, efektif mandibular uzunluğun istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığını belirtmişlerdir.

Fonksiyonel apareylerin efektif mandibular uzunluğa etkisini inceleyen literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, çalışmamızda efektif mandibular uzunluktaki istatistiksel olarak anlamlı olmayan artışın; örneklem büyüklüğünden, seçilen fonksiyonel apareylerin ve uygulama sürelerinin farklılık göstermesinden ve post-

pubertal dönemde olan bireylerin çalışmaya dahil edilmesinden kaynaklanmış olması muhtemeldir.

Çalışmamızda korpus uzunluğu ölçümünde tedavi öncesi ve tedavi sonrası arasında 0.7 mm istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış meydana gelmiştir. Fonksiyonel apareyler ile ilgili literatür incelendiğinde korpus uzunluğunda (Go-Gn) 0.38 – 3.88 mm arasında değişen miktarlarda artışlar bildiren (Elfeky ve ark., 2018; Karslı ve ark., 2024; Korkmaz ve ark., 2023; Kurt ve ark., 2010; Radwan ve ark., 2023; Shetty ve Shetty, 2021; Zhang ve ark., 2024) sonuçlarla çalışmamız paralellik göstermektedir. Bunu destekler nitelikte, korpus uzunluğunu ifade eden Go-Me ölçümünde artış olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Ghaffar ve ark., 2022; Korkmaz ve ark., 2023; Radwan ve ark., 2023).

Ramus yüksekliğinin değerlendirildiği fonksiyonel aparey çalışmalarında, bazı araştırmacılar istatistiksel olarak anlamlı artış bildirirken (Amer ve ark., 2022; Karslı ve ark., 2024; Korkmaz ve ark., 2023; Shetty ve Shetty, 2021; Özlü, 2013; Radwan ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2024) bazı yazarlar çalışmamızla uyumlu olarak anlamlı olmayan artış tespit etmişlerdir (Aras ve ark., 2011; Emine, 2019; Özlü, 2013; Ponnammam ve ark., 2023). Elde edilen bulgulardaki değişkenlik; farklı büyüme dönemlerinde olan bireylere, farklı fonksiyonel apareylerle, farklı miktarlarda kuvvet uygulanmasından kaynaklı olabilir.

Çalışmamızda arka yüz yüksekliğini ifade eden S-Go ölçümü, literatürdeki benzer çalışmaları destekler nitelikte olup (Al-Jewair ve ark., 2012; Hourfar ve ark., 2023; Kinzinger ve ark., 2011; Kinzinger ve ark., 2018b; Korkmaz ve ark., 2023) 0.81 mm artış göstermiş ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızın ANS-Me ve N-Me ölçümlerinde sırasıyla 0.12 ve 0.05 mm istatistiksel olarak önemli olmayan artış; Herbst, Forsus, Twin Blok, AdvanSync 2 ve

FMA apareylerinin kullanıldığı çalışmalardan Bilgiç ve ark. 'nın, Ghaffar ve ark. 'nın, Kinzinger ve ark. 'nın, Kurt ve ark. 'nın ve Zopçuk'un çalışmalarıyla paralellik gösterirken; Korkmaz ve ark 'nın. ile Özlü'nün yapmış oldukları çalışmalarla uyumlu değildir (Bilgiç ve ark., 2011; Ghaffar ve ark., 2022; Kinzinger ve ark., 2018b; Korkmaz ve ark., 2023; Kurt ve ark., 2010; Özlü, 2013; Zopçuk, 2018).

Çalışmamızda mandibulanın sagittal yönde yer değişimi hakkında bilgi veren B-Y, Pg-Y ve Me-Y ölçüm değerleri incelenmiştir. Pg-Y ve Me-Y ölçümleri sırasıyla 0.44 mm ve 0.74 mm istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış gösterirken; B-Y düzlemi mesafesinde 0.82 mm anlamlı bir artış bulunmuştur. Bu anlamlı artış literatürdeki benzer referans düzlemleri ve farklı fonksiyonel apareyleri kullanan diğer çalışmalardaki bulgularla paralellik göstermektedir (Akpınar, 2010; Aras ve ark., 2011; Elfeky ve ark., 2018; Emine, 2019; Ertunç, 2020; Zopçuk, 2018).

Literatürde B-vertikal referans düzlemi mesafesinde değişim olmadığını bildiren araştırmacılara da rastlanmaktadır (Düzgen, 2021; Gunay ve ark., 2011; Küçükkeleş ve ark., 2007).

Çalışmamızda Y vertikal referans düzlemine göre değerlendirdiğimiz bir diğer ölçüm Pg-Y parametresidir. Sabit fonksiyonel apareyler ile Pg noktası-vertikal referans düzlemi mesafesini inceleyen çalışmalara bakıldığında Zopçuk 0.66 mm, Akpınar 0.86 mm ve Jain 1.1 mm istatistiksel olarak anlamlı bir artış bildirmişlerdir (Akpınar, 2010; Jain ve ark., 2023; Zopçuk, 2018). Çalışmamızda bu araştırmacılara benzer şekilde 0.44 mm artış gösteren Pg-Y bulgumuz, istatistiksel düzeyde anlamlı olmamakla birlikte Düzgen'in yapmış olduğu tez çalışması ile Kurt ve ark.'nın Herbst grubuyla uyumluluk göstermektedir (Düzgen, 2021; Kurt ve ark., 2010).

Yapılan literatür incelemesinde fonksiyonel apareylerin Me-Y ölçümü üzerine etkilerinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden Me-Y ölçümüne ait bulgularımızı tartışma imkanımız bulunmamaktadır.

Sınıf II maloklüzyonların Herbst apareyi ile tedavi edildiği çalışmalardan Boynueğri (2017) Co-OLp ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bildirirken; Özlü (2013) aynı parametrenin istatistiksel olarak anlamlı azaldığını rapor etmiştir. Çalışmamızla uyumlu olarak Özlü ile Kinzinger ve ark.'nın Forsus grubu ve Tancer'in tez çalışmasında Co-vertikal referans düzlemi ile ilgili ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Kinzinger ve ark., 2018b; Özlü, 2013; Tancer, 2019).

Çalışmamızdaki bu mevcut sonuçlardan yola çıkarak, B-Y parametresindeki istatistiksel olarak önemli artışın, PowerScope 2 apareyinin etkisiyle mandibulanın sagittal yönde öne doğru hareketi sebebiyle olduğunu düşünmekteyiz. Co-Y mesafesinde meydana gelen azalma yönündeki eğilim (T0:15.81 mm-T1:15.75 mm) ve Go-Gn ölçümündeki anlamlı artış da bu sonucu desteklemektedir. Literatürde benzer parametrelerle ilgili farklı sonuçların ortaya çıkması; irsiyet, iskeletsel Sınıf II maloklüzyonun şiddeti, sabit veya hareketli fonksiyonel apareylerin kronolojik yaş aralıkları değişiklik gösteren bireylere uygulanması ve seçilen çeşitli vertikal referans düzlemler ile açıklanabilir.

Çalışmamızda dik yön değerlendirmemize ait ölçümlerden PD-MD ve OD-MD'de istatistiksel olarak anlamlı azalma bulunmuştur. Malik ve ark. (2022) ile Tancer (2019) bulgularımızın aksine SN-MD açısından anlamlı artış bildirmişlerdir. Literatürde sabit fonksiyonel apareylerin dik yön ölçümlerini değiştirmedini belirten çalışmalara da rastlanmaktadır (Al-Jewair ve ark., 2012; Ghaffar ve ark., 2022; Gunay ve ark., 2011; Kalra ve ark., 2021; Zitouni ve Acar 2021). Çalışmamızda S-Go ölçümünde bulunan

anlamalı artışın, mandibulanın ters saat yönü rotasyonu sonucu dik yön boyutlarını azaltması beklenen bir sonuç olup, Radwan ve ark.'nın (2023) çalışmalarıyla uyumluluk göstermektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda pubertal büyüme dönemi sona ermiş olan, alt çene geriliğine bağlı iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip bireylere uygulanan PowerScope 2 apareyinin kondil ve mandibular morfolojiye olan etkileri KIBT kullanılarak değerlendirilmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır:

1. PowerScope 2 apareyi uygulanan hastaların sağ/sol kondil hacimlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlemlenmiştir.
2. Aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde yapılan hem boyutsal hem de açısal ölçümlerde kondil pozisyonunda önemli bir değişim olmadığı görülmüştür.
3. Sağ kondiler yükseklik ölçümünde istatistiksel düzeyde anlamlı artış bulunmuştur.
4. Sol artiküler eminens yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı artış meydana gelmiştir.
5. Korpus uzunluğu (Go-Gn) ölçümü istatistiksel düzeyde anlamlı artış göstermiştir.
6. Arka yüz yüksekliği (S-Go) ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur.
7. B-Y düzlemi ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür.
8. PD-MD ve OD-MD ölçümlerinde meydana gelen istatistiksel olarak anlamlı azalmalar alt çenenin saat yönünün tersine rotasyon yaptığını göstermektedir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, post-pubertal dönemdeki bireylerde Go-Gn, S-Go, B-Y düzlemi, PD-MD ve OD-MD ölçümler dışında PowerScope 2 apareyinin mandibulada iskeletsel etkisinin olmadığı bulunmuştur. Ancak apareyin daha çok dişsel etkiye sahip olup olmadığını belirleyebilecek spesifik parametrelerin eksikliği, çalışmamızın metodolojik sınırlamalarından biri olarak öne

çıkılmaktadır. Bu eksiklik, elde edilen bulguların genellenebilirliğini kısıtlamakta ve kesin sonuçlara ulaşma konusunda yanıltıcı olabilmektedir.

Çalışmamızda sağ ve sol kondil hacmindeki artış, sabit fonksiyonel apareylerin kullanımına bağlı olarak mandibulanın önde konumlandırılması sonucu, kondilin mekanik uyarılara verdiği cevap şeklinde yorumlanabilir. Korpus uzunluğu ve B-Y düzlemi ölçümlerinin anlamlı artışına bağlı olarak, PowerScope 2 apareyinin mandibular büyümeyi aktive ettiğini düşündüğümüz çalışmamızın sonuçları; mandibulada meydana gelen değişimlere kondil ve çevresindeki yapıların adaptasyonu konusunda kesin bir bulgu ortaya koyamamaktadır.

Bu tez çalışması, Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde PowerScope 2 apareyinin klinik etkinliği hakkında yeni bilgiler sunarak mevcut literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir. Elde edilen bulguların ortodontik tedavi planlamalarında yol gösterici olması beklenmektedir.

Post-pubertal dönemde alt çene geriliğine bağlı Sınıf II maloklüzyonlarda, PowerScope 2 apareyi kullanımına bağlı olarak sonuçların daha güvenilir olması ve uzun dönem stabilitenin değerlendirilebilmesi için örneklem büyüklüğünün fazla olduğu, kontrol grubunun kullanıldığı, uzun dönem takibin yapıldığı daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abdulqader, A. A., Ren, L., Alhammadi, M., Abdu, Z. A., & Mohamed, A. A. S. (2020). Three-dimensional analysis of temporomandibular joint in Chinese adults with normal occlusion and harmonious skeleton. *Oral Radiology*, 36, 371-382. [https://doi.org/ 10.1007/s11282-019-00415-z](https://doi.org/10.1007/s11282-019-00415-z)
- Abo-Elmahasen, M. M. F., Elsharty, M., Abotaha, N. F., & Mohamed, A. A. S. (2024). Assessment of the condylar response of two differently anchored fixed functional appliances in class II malocclusion in young adult orthodontic patients: A randomized clinical trial. *Journal of Orthodontic Science*, 13(1), 3. [https://doi.org/ 10.4103/jos.jos.112.23](https://doi.org/10.4103/jos.jos.112.23)
- Ackerman, J. L., & Proffit, W. R. (1969). The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis. *American journal of orthodontics*, 56(5), 443-454.
- Aelbers, C. F., & Dermaut, L. R. (1996). Orthopedics in orthodontics: Part I, fiction or reality a—review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110(5), 513-519. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(96\)70058-6](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(96)70058-6)
- Agrawal, J. M., Agrawal, M. S., Nanjannawar, L. G., & Parushetti, A. D. (2013). CBCT in orthodontics: the wave of future. *The journal of contemporary dental practice*, 14(1), 153. [https://doi.org/ 10.5005/jp-journals-10024-1291](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1291)
- Agrawal, K., & Shashikala Kumari, V. (2023). Evaluation of skeletal changes in glenoid fossa, condylar head and articular space following fixed functional appliance therapy using cone beam computed tomography—A clinical prospective study. *Journal of Contemporary Orthodontics*, 7(2), 107-115. [https://doi.org/ 10.18231/j.jco.2023.019](https://doi.org/10.18231/j.jco.2023.019)

- Ahuja, D., Holla, A. K., & Parashar, S. (2016). A brief review of forsus: Frd; hybrid fixed functional appliance. *Asian Journal of Dental Research (AJDR)*, 1(1).
- Aidar, L. A. D. A., Abrahão, M., Yamashita, H. K., & Dominguez, G. C. (2013). Morphological changes of condyles and Helkimo clinical dysfunction index in patients treated with herbst-Orthodontic appliance. *Brazilian dental journal*, 24(4), 313-321. [https://doi.org/ 10.1590/0103-6440201302114](https://doi.org/10.1590/0103-6440201302114)
- Akçam, Ö. U., & Novruzov, Z. (2011). Yüzün dik yön sınıflamasında kullanılan sefalometrik açıların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 28(1), 17-22.
- Akdeniz, B. G. (2000). Modern görüntüleme yöntemleri. *AÜ Diş Hek Fak Derg*, 27(2), 105-111.
- Akpınar, S. (2010). *Sınıf II anomalilerin tedavisinde Sabbagh Universal Spring (SUS II) aygıtının etkinliğinin incelenmesi* (Tez No. 272670) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Al Hamdany, A. K., Hasan, L. A., Alrawi, M. N. A., & Alhajar, E. H. K. (2023). PowerScope 2 functional appliance: A 3D finite element simulation of its action on the mandible. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 13(2), 299-305. [https://doi.org/ 10.1016/j.jobcr.2023.02.014](https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2023.02.014)
- Al-Jewair, T. S., Preston, C. B., Moll, E. M., & Dischinger, T. (2012). A comparison of the MARA and the AdvanSync functional appliances in the treatment of Class II malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 82(5), 907-914. <https://doi.org/10.2319/090411-569.1>
- Al-koshab, M., Nambiar, P., & John, J. (2015). Assessment of condyle and glenoid fossa morphology using CBCT in South-East Asians. *PloS one*, 10(3), e0121682. [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0121682](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121682)

- Al-Saleh, M. A. Q., Alsufyani, N., Flores-Mir, C., Nebbe, B., & Major, P. W. (2015). Changes in temporomandibular joint morphology in class II patients treated with fixed mandibular repositioning and evaluated through 3D imaging: a systematic review. *Orthodontics & craniofacial research*, 18(4), 185-201.
- Alawadhi, S., Bapat, S. M., & Bhardwaj, P. (2016). Removable Functional Appliances. *Asian Journal of Dental Research (AJDR)*, 1(1).
- Albino, J. E., Alley, T. R., Tedesco, L. A., Tobiasen, J. A., Kiyak, H. A., & Lawrence, S. D. (1990). Esthetic issues in behavioral dentistry. *Annals of Behavioral Medicine*, 12(4), 148-155.
- Alhammadi, M. S. (2023). Dimensional and Positional Characteristics of the Temporomandibular Joint of Skeletal Class II Malocclusion with and without Temporomandibular Disorders. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 23(12), 1203-1210. [https://doi.org/ 10.5005/jp-journals-10024-3441](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3441)
- Alhammadi, M. S., Almashraqi, A. A., Thawaba, A. A., Fayed, M. M. S., & Aboalnaga, A. A. (2023). Dimensional and positional temporomandibular joint osseous characteristics in normodivergent facial patterns with and without temporomandibular disorders. *Clinical Oral Investigations*, 27(9), 5011-5020. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05120-0>
- Alhammadi, M. S., Halboub, E., Fayed, M. S., Labib, A., & El-Saaidi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental press journal of orthodontics*, 23, 40-e1. [https://doi.org/ 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl](https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl)
- Alkhader, M., Ohbayashi, N., Tetsumura, A., Nakamura, S., Okochi, K., Momin, M. A., & Kurabayashi, T. (2010). Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting osseous abnormalities of the temporomandibular joint and

- its correlation with cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 39(5), 270-276. [https://doi.org/ 10.1259/dmfr/25151578](https://doi.org/10.1259/dmfr/25151578)
- Almashraqi, A. A., Halboub, E. S., Al-Maweri, S. A., Barngkgei, I., Al-wesabi, M. A., Al-kamel, A., ... & Alamir, A. H. (2020). Cone beam computed tomography findings in temporomandibular joint of chronic qat chewers: Dimensional and osteoarthritic changes. *Journal of oral rehabilitation*, 47(12), 1538-1549. [https://doi.org/ 10.1111/joor.13092](https://doi.org/10.1111/joor.13092)
- Alomar, X., Medrano, J., Cabratosa, J., Clavero, J. A., Lorente, M., Serra, I., ... & Salvador, A. (2007, June). Anatomy of the temporomandibular joint. In *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* (Vol. 28, No. 3, pp. 170-183). WB Saunders. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2007.02.002>
- Amer, M. E., ElKadi, A., Nadim, M., & Sedky, Y. (2022). Effect of low-level laser therapy on condylar growth in children treated with functional appliance: a preliminary study. *Lasers in Dental Science*, 6(3), 177-187. <https://doi.org/10.1007/s41547-022-00158-x>
- Andresen, V., & Häupl, K. (1936). Funktions-Kieferorthopädie: die grundlagen des" norwegischen systems". Alınmıştır: DiBiase, A. T., Cobourne, M. T., & Lee, R. T. (2015). The use of functional appliances in contemporary orthodontic practice. *British dental journal*, 218(3), 123-128. [https://doi.org/ 10.1038/sj.bdj.2015.44](https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.44)
- Angle, E. H. (1899). Classification of malocclusion. *Dent Cosmos*, 41, 350- 375. Alınmıştır: Wang, K., Fan, H., Yang, H., Li, J., & Xie, W. (2020). Efficacy and safety of micro-implant anchorage in Angle class II malocclusion orthodontic treatment: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 99(50). [https://doi.org/ 10.1097/md.00000000000023221](https://doi.org/10.1097/md.00000000000023221)
- Angle, E. H. (1907). Treatment of malocclusion of the teeth. Angle's system, 21-24.

- Antony, T., Amin, V., Hegde, S., Hegde, S., Shetty, D., & Khan, M. B. (2018). The evaluation and clinical efficiency of power scope: An original research. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 8(3), 264-270. [https://doi.org/ 10.4103/jispcd.JISPCD_48_18](https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_48_18)
- Arai, Y., Tammisalo, E., Iwai, K., Hashimoto, K., & Shinoda, K. (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial radiology*, 28(4), 245-248. [https://doi.org/ 10.1038/sj/dmfr/4600448](https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600448)
- Aras, A., Ada, E., Saracoğlu, H., Gezer, N. S., & Aras, I. (2011). 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*, 140(5), 616-625. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2010.12.018](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.12.018)
- Arat, Z. M., Gökalp, H., Erdem, D., & Erden, I. (2001). Changes in the TMJ disc-condyle-fossa relationship following functional treatment of skeletal Class II Division 1 malocclusion: a magnetic resonance imaging study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119(3), 316-319. [https://doi.org/ 10.1067/mod.2001.110245](https://doi.org/10.1067/mod.2001.110245)
- Arici, S., Akan, H., Yakubov, K., & Arici, N. (2008). Effects of fixed functional appliance treatment on the temporomandibular joint. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 133(6), 809-814. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2006.07.035](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.07.035)
- Arora, V., Gupta, A., & Sharma, R. (2023). Queries regarding the effects of the Forsus fatigue-resistant device and mandibular anterior repositioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 163(5), 588-589. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2023.01.013](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.01.013)

- Arora, V., Sharma, R., & Chowdhary, S. (2018). Comparative evaluation of treatment effects between two fixed functional appliances for correction of Class II malocclusion: A single-center, randomized controlled trial. *The Angle Orthodontist*, 88(3), 259-266. [https://doi.org/ 10.2319/071717-476.1](https://doi.org/10.2319/071717-476.1)
- Aslan, B. I., Kucukkaraca, E., Turkoz, C., & Dincer, M. (2014). Treatment effects of the Forsus Fatigue Resistant Device used with miniscrew anchorage. *The Angle Orthodontist*, 84(1), 76-87. [https://doi.org/ 10.2319/032613-240.1](https://doi.org/10.2319/032613-240.1)
- Austro-Martinez, M. D., Nicolás-Silvente, A. I., Requena, M. A., Carazo-Austro, M., & Alarcón, J. A. (2024). Stability of class II correction with the Austro Repositioner associated with multi-brackets fixed appliances in dolichofacial patients. *BMC Oral Health*, 24(1), 44. [https://doi.org/ 10.1186/s12903-023-03692-7](https://doi.org/10.1186/s12903-023-03692-7)
- Baccetti, T., Franchi, L., Toth, L. R., & McNamara Jr, J. A. (2000). Treatment timing for Twin-block therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 118(2), 159-170. [https://doi.org/ 10.1067/mod.2000.105571](https://doi.org/10.1067/mod.2000.105571)
- Bae, J., Son, W. S., Kim, S. S., Park, S. B., & Kim, Y. I. (2017). Comparison of masticatory efficiency according to Angle's classification of malocclusion. *The Korean Journal of Orthodontics*, 47(3), 151-157.
- Baeshen, H. A., Alsulaimani, F. F., Awadh, W., Ageeli, M. A., Abullais, S. S., Alqahtani, N. A., ... & Patil, S. (2022). Comparative assessment of the cell-surface antigens and gene expression profiles of the gingival tissue biomarkers in subjects with fixed functional and removable functional orthodontic appliances. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(3), 1789-1795. [https://doi.org/ 10.1016/j.sjbs.2021.10.047](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.10.047)

- Bajaj, T. D., Potode, N. B., Verulkar, A. A., Lohakpure, R. A., Wankhade, S. B., & Sangtani, J. K. (2019). Hybrid fixed functional appliances. *International Journal of Orthodontic Rehabilitation*, 10(1), 23. https://doi.org/10.4103/ijor.ijor_24_18
- Bakhtiari, S., & Sadry, S. (2019). Sınıf II Maloklüzyonların Tedavisinde Kullanılan Fonksiyonel Ortopedik Apareyler. *Aydın Dental Journal*, 5(1), 51-56.
- Balters, W. (1956). Die Bedeutung von Zahnverlust und Zahnersatz für den Patienten—von der Psychologie her gesehen. *DZZ (Prothetik und Werkstoffkunde)*, 5, 1.
- Alınmıştır: Alawadhi, S., Bapat, S. M., & Bhardwaj, P. (2016). Removable Functional Appliances. *Asian Journal of Dental Research (AJDR)*, 1(1).
- Barber, S. K. (2019). The Rationale For Orthodontic Treatment. Littlewood, S. J. & Mitchell, L. (Eds.), *An Introduction to Orthodontics* (Fifth Edition s. 1-10.). Oxford University Press.
- Barton, S., Cook, P. A., & Institute, F. L. D. (1997). Predicting functional appliance treatment outcome in Class II malocclusions—a review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 112(3), 282-286. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(97\)70257-9](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(97)70257-9)
- Baskaradoss, J. K., Geevarghese, A., Alsaadi, W., Alemam, H., Alghaihab, A., Almutairi, A. S., & Almthen, A. (2022). The impact of malocclusion on the oral health related quality of life of 11–14-year-old children. *BMC pediatrics*, 22(1), 91. <https://doi.org/10.1186/s12887-022-03127-2>
- Bilgiç, F., Hamamci, O., & Başaran, G. (2011). Comparison of the effects of fixed and removable functional appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *Australasian Orthodontic Journal*, 27(2), 110-116. <https://doi.org/10.2478/aoj-2011-0014>

- Bishara, S. E. (2006). Class II malocclusions: diagnostic and clinical considerations with and without treatment. *In Seminars in orthodontics* (Vol. 12, No. 1, pp. 11-24). WB Saunders [https://doi.org/ 10.1053/j.sodo.2005.10.005](https://doi.org/10.1053/j.sodo.2005.10.005)
- Bishara, S. E., & Ziaja, R. R. (1989). Functional appliances: a review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 95(3), 250-258. [https://doi.org/ 10.1016/0889-5406\(89\)90055-3](https://doi.org/10.1016/0889-5406(89)90055-3)
- Bock, N. C., von Bremen, J., & Ruf, S. (2016). Stability of Class II fixed functional appliance therapy—a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 38(2), 129-139. [https://doi.org/ 10.1093/ejo/cjv009](https://doi.org/10.1093/ejo/cjv009)
- Bolukbasi, M., Baser, B., Akkaya, S., & Ozunlu Pekiavas, N. (2024). Three-Dimensional Assessment of the Effects of Kinesio Taping on Mandibular Condylar Volume with Skeletal Class II Malocclusions. *Applied Sciences*, 14(19), 8845. [https://doi.org/ 10.3390/app14198845](https://doi.org/10.3390/app14198845)
- Boynueğri, V. (2017). İskeletsel sınıf II olguların herbst ve xbow apareyleri ile tedavi etkilerinin sefalometrik olarak incelenme (Tez No. 464230) [Doktora tezi, Gaziantep Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Bozkurt, A. P., Aras, I., Othman, E., & Aras, A. (2020). Comparison of 2 treatment protocols using fixed functional appliances in Class II malocclusion: Treatment results and stability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 157(4), 474-480. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2019.05.013](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.05.013)
- Buschang, P. H., Stroud, J., & Alexander, R. G. (1994). Differences in dental arch morphology among adult females with untreated Class I and Class II malocclusion. *The European Journal of Orthodontics*, 16(1), 47-52. [https://doi.org/ 10.1093/ejo/16.1.47](https://doi.org/10.1093/ejo/16.1.47)

- Büyükçavuş, M. H., & Kale, B. (2019). Maksilla ile mandibulanın sagittal yön ilişkisini gösteren farklı sefalometrik parametrelerin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(3), 289-292.
- Cacciatore, G., Ghislanzoni, L. T. H., Alvetto, L., Giuntini, V., & Franchi, L. (2014). Treatment and posttreatment effects induced by the Forsus appliance: a controlled clinical study. *The Angle Orthodontist*, 84(6), 1010-1017.
[https://doi.org/ 10.2319/112613-867.1](https://doi.org/10.2319/112613-867.1)
- Cesur, E., Özdiler, O., Köklü, A., Orhan, K., & Seki, U. (2020). Effects of wear time differences of removable functional appliances in class II patients: prospective MRI study of TMJ and masticatory muscle changes. *Oral radiology*, 36, 47-59.
[https://doi.org/ 10.1007/s11282-019-00379-0](https://doi.org/10.1007/s11282-019-00379-0)
- Chaudhry, A., Sidhu, M. S., Chaudhary, G., Grover, S., Chaudhry, N., & Kaushik, A. (2015). Evaluation of stress changes in the mandible with a fixed functional appliance: a finite element study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 147(2), 226-234. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2014.09.020](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.09.020)
- Chavan, S. J., Bhad, W. A., & Doshi, U. H. (2014). Comparison of temporomandibular joint changes in Twin Block and Bionator appliance therapy: a magnetic resonance imaging study. *Progress in orthodontics*, 15, 1-7. [https://doi.org/ 10.1186/s40510-014-0057-6](https://doi.org/10.1186/s40510-014-0057-6)
- Chhibber, A., Upadhyay, M., Uribe, F., & Nanda, R. (2015). Long-term surgical versus functional Class II correction: A comparison of identical twins. *The Angle Orthodontist*, 85(1), 142-156. [https://doi.org/ 10.2319/011314-46.1](https://doi.org/10.2319/011314-46.1)

- Ckauhan, A. K., Alam, F., Verma, S., & Shafaq, S. (2021). Fixed functional appliances for correction of Class II malocclusion: A review. *International Journal of Orthodontic Rehabilitation*, 12(1), 26. [https://doi.org/ 10.4103/ijor.ijor_38_20](https://doi.org/10.4103/ijor.ijor_38_20)
- Clark, W. J. (1982). The twin block traction technique. *The European Journal of Orthodontics*, 4(2), 129-138. [https://doi.org/ 10.1093/ejo/4.2.129](https://doi.org/10.1093/ejo/4.2.129)
- Cobourne, M. T., & DiBiase, A. T. (2010). *Handbook of Orthodontics*. Elsevier Health Sciences.
- Cozza, P., Baccetti, T., Franchi, L., De Toffol, L., & McNamara Jr, J. A. (2006). Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(5), 599-e1 [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2005.11.010](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.11.010)
- Cozza, P., De Toffol, L., & Colagrossi, S. (2004). Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *European journal of orthodontics*, 26(3), 293-302. [https://doi.org/ 10.1093/ejo/26.3.293](https://doi.org/10.1093/ejo/26.3.293)
- D'Antò, V., Bucci, R., Franchi, L., Rongo, R., Michelotti, A., & Martina, R. (2015). Class II functional orthopaedic treatment: a systematic review of systematic reviews. *Journal of oral rehabilitation*, 42(8), 624-642. [https://doi.org/ 10.1111/joor.12295](https://doi.org/10.1111/joor.12295)
- Da Silva, R. J., Souza, C. V., Souza, G. A., Ambrosano, G. M. B., Freitas, D. Q., Sant'Ana, E., & de Oliveira-Santos, C. (2018). Changes in condylar volume and joint spaces after orthognathic surgery. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 47(4), 511-517. [https://doi.org/ 10.1016/j.ijom.2017.10.012](https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.10.012)
- Dağ, C., Özalp, N., & Dağ, M. (2011). Temporomandibular düzensizlikler: Tanı ve tedavi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 5(2), 841-847.

- Dahiya, M., Singh, G., Singh, R. K., Gupta, N., Kannan, S., & Goyal, V. (2022). Condylar and maxillo-mandibular changes in response to AdvanSync 2 Fixed Functional Appliance: A CBCT study. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 1998-2007. [https://doi.org/ 10.25259/APOS_39_2023](https://doi.org/10.25259/APOS_39_2023)
- Dalci, O., Altug, A. T., & Memikoglu, U. T. (2014). Treatment effects of a twin-force bite corrector versus an activator in comparison with an untreated Class II sample: a preliminary report. *Australasian Orthodontic Journal*, 30(1), 45-53. [https://doi.org/ 10.2478/aoj-2014-0006](https://doi.org/10.2478/aoj-2014-0006)
- DiBiase, A. T., Cobourne, M. T., & Lee, R. T. (2015). The use of functional appliances in contemporary orthodontic practice. *British dental journal*, 218(3), 123-128. [https://doi.org/ 10.1038/sj.bdj.2015.44](https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.44)
- Durna, D. (2011). Temporomandibular eklem disfonksiyonlu bireylerde kondile ait kemik değişikliklerinin dental volümetrik tomografi ile değerlendirilmesi (Tez No. 306298) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Düzgen, İ.A. (2021). Alt Çene Gelişim Geriliği Olan Hastalarda Forsus Frd Ez2 Ve Cs4 Sistem Sabit Apareylerinin Etkinliklerinin Sefalometri Olarak Karşılaştırılması (Tez No. 688720) [Doktora tezi, Gaziantep Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Elfeky, H. Y., Fayed, M. S., Alhammadi, M. S., Soliman, S. A. Z., & El Boghdadi, D. M. (2018). Three-dimensional skeletal, dentoalveolar and temporomandibular joint changes produced by Twin Block functional appliance. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopadie*, 79(4). <https://doi.org/10.1007/s00056-018-0137-1>
- El-Hossainy, H., Al-khalefa, H. N., & Abouelnour, A. M. (2022). Three-dimensional evaluation of the efficacy of Powerscope appliance in treatment of skeletal Class

- II malocclusion: A prospective clinical study. *Al-Azhar Journal of Dental Science*, 25(2), 223-231. <https://doi.org/10.21608/ajdsm.2022.94736.1287>
- El-Morsy, A. K., Abu-Shahba, R. Y., El-Hassanein, E. H. H., & Saafan, A. M. (2023). Three-dimensional evaluation of PowerScope appliance assisted with low-level laser therapy on mandibular changes in the treatment of skeletal class 2 malocclusions: A prospective clinical study. *Al-Azhar Journal of Dental Science*, 26(1), 91-97. <https://doi.org/10.21608/ajdsm.2022.116618.1290>
- Emam, A. A. M. A., & Refai, W. (2017). Effect of Twin Block appliance on the TMJ: magnetic resonance imaging study. *EC Dental Science*, 16(3), 122-128.
- Erciyas, A. F., & Taşpınar, F. (2001). Angle Sınıflandırmasına Göre Ortodontik Anomalilerin Dağılımı Ve Farklı Tedavi Yaklaşımları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 11(3).
- Ertunç, T. T. (2020). Sınıf 2 Vakaların Tedavisinde İskeletsel Ankraj Destekli Sabit Fonksiyonel Ve Monoblok Uygulamalarının Dentofasiyal Yapıya Etkilerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi (Tez No. 650774) [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Fernex, E., Hauenstein, P., & Roche, M. (1967, January). Heredity and craniofacial morphology. In Report of the congress. *European Orthodontic Society* pp. 239-257. Alınmıştır: Mossey, P. A. (1999). The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *British journal of orthodontics*, 26(3), 195-203.
- Fleming, P. S., & Lee, R. T. (Eds.). (2016). Orthodontic functional appliances: theory and practice. John Wiley & Sons.
- Franchi, L., Alvetto, L., Giuntini, V., Masucci, C., Defraia, E., & Baccetti, T. (2011). Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus

- Fatigue Resistant Device in Class II patients. *The Angle Orthodontist*, 81(4), 678-683. [https://doi.org/ 10.2319/102710-629.1](https://doi.org/10.2319/102710-629.1)
- Franchi, L., Baccetti, T., & McNamara Jr, J. A. (2000). Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 118(3), 335-340. [https://doi.org/ 10.1067/mod.2000.107009](https://doi.org/10.1067/mod.2000.107009)
- Franchi, L., Baccetti, T., & McNamara Jr, JA (1999). Akrilik splint Herbst aparey tedavisinin tedavisi ve tedavi sonrası etkileri. *Amerikan ortodonti ve dentofasiyal ortopedi dergisi* , 115 (4), 429-438. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(99\)70264-7](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70264-7)
- Franchi, L., Pavoni, C., Faltin Jr, K., McNamara Jr, J. A., & Cozza, P. (2013). Long-term skeletal and dental effects and treatment timing for functional appliances in Class II malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 83(2), 334-340. [https://doi.org/ 10.2319/052912-450.1](https://doi.org/10.2319/052912-450.1)
- Gandedkar, N. H., Shrikantaiah, S., Patil, A. K., Baseer, M. A., Chng, C. K., Ganeshkar, S. V., & Kambalyal, P. (2019). Influence of conventional and skeletal anchorage system supported fixed functional appliance on maxillo-mandibular complex and temporomandibular joint: a preliminary comparative cone beam computed tomography study. *International Orthodontics*, 17(2), 256-268. [https://doi.org/ 10.1016/j.ortho.2019.03.008](https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.03.008)
- Gandhi, A., Rai, P., Tripathi, T., & Kanase, A. A. (2023). Evaluation of Effects of Bimaxillary Anchored Fixed Functional Appliance on Temporomandibular Joint and Maxillomandibular Complex in Late Adolescents: An MRI Study. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 57(4), 273-285. [https://doi.org/ 10.1177/03015742231187698](https://doi.org/10.1177/03015742231187698)

- Gerzanic, L., Jagsch, R., & Watzke, I. M. (2002). Psychologic implications of orthognathic surgery in patients with skeletal Class II or Class ill malocclusion. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 17(2), 75-81.
- Ghaffar, F., Jan, A., Akhtar, O., Mughal, A. T., Shahid, R., Shafique, H. Z., ... & Zaheer, R. (2022). Comparative analysis of dentoskeletal changes of the Twin Block appliance and the AdvanSync2 Appliance in treatment of skeletal Class-II malocclusion in Pakistani population: a randomized clinical trial. *European Journal of Dentistry*, 16(03), 680-687. [https://doi.org/ 10.1055/s-0041-1739543](https://doi.org/10.1055/s-0041-1739543)
- Ghudasra, R., & Brizuela, M. (2023). Orthodontics, malocclusion. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- Giancotti, A., Pirelli, P., & Mampieri, G. (2017). Correction of class II malocclusions in growing patients by using the Invisalign® technique: rational bases and treatment staging. *Journal Of Orthodontics & Endodontics*, 3(3), 1-12.). [https://doi.org/ 10.21767/2469-2980.100046](https://doi.org/10.21767/2469-2980.100046)
- Gorantla, S., Thokala, M., Maru, D., Veginadu, P., & Konathala, S. S. (2019). Treatment of skeletal class II malocclusion using miniplate anchorage with fixed functional appliance. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 53(1), 62-68. [https://doi.org/ 10.4103/jios.jios_46_18](https://doi.org/10.4103/jios.jios_46_18)
- Gunay, E. A., Arun, T., & Nalbantgil, D. (2011). Evaluation of the immediate dentofacial changes in late adolescent patients treated with the Forsus™ FRD. *European journal of dentistry*, 5(04), 423-432. [https://doi.org/ 10.1055/s-0039-1698915](https://doi.org/10.1055/s-0039-1698915)
- Hägg, U., & Pancherz, H. (1988). Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with

- Class II division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. *European Journal of Orthodontics*, 10(3), 169-176. [https://doi.org/ 10.1093/ejo/10.3.169](https://doi.org/10.1093/ejo/10.3.169)
- Halapanavar, B., Padmini, M. N., Deshmukh, S., Tirupathi, S., Waremani, A. S., & Kasodekar, A. (2024). Comparison of Skeletal Changes in the Temporomandibular Joint between the Twin Block Appliance and Fixed Functional Appliance: A Longitudinal Follow-up Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 17(1), 7. [https://doi.org/ 10.5005/jp-journals-10005-2727](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2727)
- Han, J. (2024). Three dimensional facial changes with functional appliance treatment: A Randomised clinical trial (Doctoral dissertation, Queen Mary, University of London).
- Hansson, L. G., & Petersson, A. (1978). Radiography of the temporomandibular joint using the transpharyngeal projection. *Dentomaxillofacial Radiology*, 7(2), 69-78. [https://doi.org/ 10.1259/dmfr.1978.0010](https://doi.org/10.1259/dmfr.1978.0010)
- Heinig, N., & Göz, G. (2001). Clinical Application and Effects of the Forsus™ Spring A Study of a New Herbst Hybrid: A Study of a New Herbst Hybrid. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 62, 436-450. [https://doi.org/ 10.1007/s00056-001-0053-6](https://doi.org/10.1007/s00056-001-0053-6)
- Helland, M. M. (1980). Anatomy and function of the temporomandibular joint. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1(3), 145-152. [https://doi.org/ 10.2519/jospt.1980.1.3.145](https://doi.org/10.2519/jospt.1980.1.3.145)
- Hemanth, M., Shadani, K., Aravind, M., Suchitra, M. P., Prajwal, P., Daksha, S., ... & Mp, S. (2023). Evaluation of Clinical Efficacy Between Forsus and Advansync Fixed Functional Appliance for the Treatment of Skeletal Class II Malocclusion

- Using 3D Cone Beam Computed Tomography (CBCT): A Prospective Randomized Clinical Trial. *Cureus*, 15(1). [https://doi.org/ 10.7759/cureus.33399](https://doi.org/10.7759/cureus.33399)
- Hendrickx, J., Gracea, R. S., Vanheers, M., Winderickx, N., Preda, F., Shujaat, S., & Jacobs, R. (2024). Can artificial intelligence-driven cephalometric analysis replace manual tracing? A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 46(4). [https://doi.org/ 10.1093/ejo/cjae029](https://doi.org/10.1093/ejo/cjae029)
- Hilgers, M. L., Scarfe, W. C., Scheetz, J. P., & Farman, A. G. (2005). Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 128(6), 803-811. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2005.08.034](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.08.034)
- Honey, O. B., Scarfe, W. C., Hilgers, M. J., Klueber, K., Silveira, A. M., Haskell, B. S., & Farman, A. G. (2007). Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 132(4), 429-438. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2005.10.032](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.032)
- Hourfar, J., Kinzinger, G. S. M., Frye, L., & Lisson, J. A. (2023). Effects of fixed functional orthodontic treatment in hypodivergent and hyperdivergent class II patients—a retrospective cephalometric investigation. *Clinical Oral Investigations*, 27(8), 4773-4784. [https://doi.org/ 10.1007/s00784-023-05105-z](https://doi.org/10.1007/s00784-023-05105-z)
- Houston, W. J. B. (1983). The analysis of errors in orthodontic measurements. *American journal of orthodontics*, 83(5), 382-390. [https://doi.org/ 10.1016/0002-9416\(83\)90322-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(83)90322-6)
- Huanca Ghislanzoni, L. T., Baccetti, T., Toll, D., Defraia, E., McNamara Jr, J. A., & Franchi, L. (2013). Treatment timing of MARA and fixed appliance therapy of

- Class II malocclusion. *The European Journal of Orthodontics*, 35(3), 394-400.
[https://doi.org/ 10.1093/ejo/cjs023](https://doi.org/10.1093/ejo/cjs023)
- Ishaq, R. A. R., AlHammadi, M. S., Fayed, M. M., Abou El-Ezz, A., & Mostafa, Y. (2016). Fixed functional appliances with multibracket appliances have no skeletal effect on the mandible: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(5), 612-624. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2015.11.023](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.11.023)
- Jain, D., Datana, S., & Chopra, S. S. (2023) Is PowerScope™ 2 an effective Class II corrector? A prospective cephalometric study. [https://doi.org/ 10.18231/j.jco.2023.017](https://doi.org/10.18231/j.jco.2023.017)
- Jakobsson, S. O., & Paulin, G. (1990). The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class II: 1 cases. A roentgen cephalometric study. *The European Journal of Orthodontics*, 12(2), 174-184. [https://doi.org/ 10.1093/ejo/12.2.174](https://doi.org/10.1093/ejo/12.2.174)
- Jasper, J. J., & McNamara Jr, J. A. (1995). The correction of interarch malocclusions using a fixed force module. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 108(6), 641-650. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(95\)70010-2](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70010-2)
- Jiang, Y. Y., Sun, L., Wang, H., Zhao, C. Y., & Zhang, W. B. (2020). Three-dimensional cone beam computed tomography analysis of temporomandibular joint response to the Twin-block functional appliance. *Korean Journal of Orthodontics*, 50(2), 86. [https://doi.org/ 10.4041/kjod.2020.50.2.86](https://doi.org/10.4041/kjod.2020.50.2.86)
- Kalra, A., Swami, V., & Bhosale, V. (2021). Treatment effects of" PowerScope" fixed functional appliance-a clinical study. *Folia Medica*, 63(2), [https://doi.org/ 10.3897/folmed.63.e52892](https://doi.org/10.3897/folmed.63.e52892)
- Kamoltham, K., & Charoemratrote, C. (2018). Treatment effects of mandibular anterior position training versus a fixed Class II corrector in growing patients with skeletal

- Class II malocclusion. *Orthodontic Waves*, 77(4), 209-219. <https://doi.org/10.1016/j.odw.2018.07.003>
- Kapila, S. D., & Nervina, J. M. (2015). CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofacial radiology*, 44(1), 20140282. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140282>
- Karşlı, N., Arslan, C., Çakan, D. G., Altuğ, A. T., Dönmez, S. T., & Yücesan, A. A. (2024). Comparison of the Effects of Fixed and Removable Functional Orthodontic Treatment on the Mandibular Trabecular Bone in Fractal Analysis. *Turkish Journal of Orthodontics*, 37(4), 265. <https://doi.org/10.4274/TurkJOrthod.2023.2023.73>
- Katsavrias, E. G. (2003a). The effect of mandibular protrusive (activator) appliances on articular eminens morphology. *The Angle Orthodontist*, 73(6), 647-653, [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073<0647:TEOMPA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073<0647:TEOMPA>2.0.CO;2)
- Katsavrias, E. G. (2003b). Effects of Mandibular Protrusive (Functional) Appliances on Condylar Position. *World Journal of Orthodontics*, 4(3). <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.10.022>
- Katsavrias, E. G., & Voudouris, J. C. (2004). The treatment effect of mandibular protrusive appliances on the glenoid fossa for Class II correction. *The Angle Orthodontist*, 74(1), 79-85. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2004\)074<0079:TTEOMP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2004)074<0079:TTEOMP>2.0.CO;2)
- Kaur, G. J., Gandhi, G., Khanna, M., Loomba, A., & Sharma, A. (2022). A cephalometric evaluation and comparison of skeletal, dentoalveolar, and soft tissue changes brought about by the Forsus Fatigue Resistant Device and PowerScope fixed functional appliance. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 56(3), 227-236. <https://doi.org/10.1177/03015742211004435>

- Kaviani, F., Rashid, R. J., Shahmoradi, Z., & Gholamian, M. (2014). Detection of foreign bodies by spiral computed tomography and cone beam computed tomography in maxillofacial regions. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 8(3), 166. [https://doi.org/ 10.5681/joddd.2014.030](https://doi.org/10.5681/joddd.2014.030)
- Kesavan, K., & Kulkarni, N. (2024). Dentoalveolar And Skeletal Effects Of Fixed Functional Appliances—A Systematic Review And Meta-Analysis. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(4), 7451-7465.
- Kim, M. I., Kim, J. H., Jung, S., Park, H. J., Oh, H. K., Ryu, S. Y., & Kook, M. S. (2015). Condylar positioning changes following unilateral sagittal split ramus osteotomy in patients with mandibular prognathism. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 37, 1-7. [https://doi.org/ 10.1186/s40902-015-0036-y](https://doi.org/10.1186/s40902-015-0036-y)
- Kingsley, N. W. (1880). A treatise on oral deformity with appropriate preventive and remedial treatment. New York: Appleton. Alınmıştır: Fleming, P. S., & Lee, R. T. (Eds.). (2016). *Orthodontic functional appliances: theory and practice*. John Wiley & Sons.
- Kinzinger, G. S. M., Hourfar, J., Kober, C., & Lisson, J. A. (2018a). Mandibular fossa morphology during therapy with a fixed functional orthodontic appliance. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 79(2). [https://doi.org/ 10.1007/s00056-018-0124-6](https://doi.org/10.1007/s00056-018-0124-6)
- Kinzinger, G. S. M., Lisson, J. A., Frye, L., Gross, U., & Hourfar, J. (2018b). A retrospective cephalometric investigation of two fixed functional orthodontic appliances in class II treatment: functional mandibular advancer vs. Herbst appliance. *Clinical Oral Investigations*, 22, 293-304.. [https://doi.org/ 10.1007/s00784-017-2111-5](https://doi.org/10.1007/s00784-017-2111-5)

- Kinzinger, G. S. M., Roth, A., Gulden, N., Bucker, A., & Diedrich, P. R. (2006). Effects of orthodontic treatment with fixed functional orthopaedic appliances on the condyle-fossa relationship in the temporomandibular joint: a magnetic resonance imaging study (Part I). *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(5), 339-346. [https://doi.org/ 10.1259/dmfr/70972585](https://doi.org/10.1259/dmfr/70972585)
- Kinzinger, G., Kober, C., & Diedrich, P. (2007). Topography and morphology of the mandibular condyle during fixed functional orthopedic treatment--a magnetic resonance imaging study. *Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopadie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopadie*, 68(2), 124-147. [https://doi.org/ 10.1007/s00056-007-0650-0](https://doi.org/10.1007/s00056-007-0650-0)
- Kinzinger, G., Czapka, K., Ludwig, B., Glasl, B., Gross, U., & Lisson, J. (2011). Effects of fixed appliances in correcting Angle Class II on the depth of the posterior airway space. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopadie*, 72(4). [https://doi.org/ 10.1007/s00056-011-0035-2](https://doi.org/10.1007/s00056-011-0035-2)
- Konik, M., Pancherz, H., & Hansen, K. (1997). The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 112(1), 87-91. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(97\)70278-6](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(97)70278-6)
- Korkmaz, Y. N., Akbulut, S., & Bayrak, S. (2023). Comparison of the effects of removable functional appliance therapy applied in pubertal and postpubertal periods: A retrospective cephalometric and fractal analyses study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 163(5), 700-709. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2022.05.022](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.05.022)
- Kraus, B. S., Wise, W. J., & Frei, R. H. (1959). Heredity and the craniofacial complex. *American journal of orthodontics*, 45(3), 172-217. Alınmıştır: Mossey, P. A.

- (1999). The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *British journal of orthodontics*, 26(3), 195-203.
- Küçükkeleş, N., İlhan, I., & Orgun, İ. A. (2007). Treatment efficiency in skeletal Class II patients treated with the Jasper jumper: a cephalometric evaluation. *The Angle Orthodontist*, 77(3), 449-456. [https://doi.org/10.2319/0003-3219\(2007\)077\[0449:TEISCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2319/0003-3219(2007)077[0449:TEISCI]2.0.CO;2)
- Kumawat, R. K., & Goyal, D. (2022). CBCT evaluation of changes in condylar position following fixed functional appliance therapy: A comparative in vivo study. <https://doi.org/10.22271/oral.2022.v8.i2f.1538>
- Kurt, G., Baysal, A., Sisman, C., & Sakin, C. (2010). Effects of fixed and removable functional appliances on skeletal and dentoalveolar structures. *Turkish Journal Of Orthodontics*, 23(1), 7-20. <https://doi.org/10.13076/1300-3550-23-1-7>
- Lam, A. K. N. T., & Schmid, J. Q. (2024). Dentoskeletal Effects of Modern Hybrid Fixed Functional Appliances. *Archive of Orofacial Data Science*, 1(1). <https://doi.org/10.17879/aods-2024-5686>
- Li, P., Feng, J., Shen, G., & Zhao, N. (2016). Severe Class II Division 1 malocclusion in an adolescent patient, treated with a novel sagittal-guidance Twin-block appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150(1), 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.07.046>
- Littlewood, S. J., & Mitchell, L. (2019). An introduction to orthodontics. Oxford university press.
- Litton, S. F., Ackermann, L. V., Isaacson, R. J., & Shapiro, B. L. (1970). A genetic study of Class III malocclusion. *American journal of orthodontics*, 58(6), 565-577.
- Alınmıştır: Mossey, P. A. (1999). The heritability of malocclusion: part 2. The

- influence of genetics in malocclusion. *British journal of orthodontics*, 26(3), 195-203.
- Lombardo, G., Pagano, S., Cianetti, S., Capobianco, B., Orso, M., Negri, P., ... & Severino, M. (2019). Sub-ablative laser irradiation to prevent acid demineralisation of dental enamel. A systematic review of literature reporting in vitro studies. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 20(4), 295-301. [https://doi.org/ 10.23804/ejpd.2019.20.04.07](https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.04.07)
- Ludlow, J. B., Davies-Ludlow, L. E., Brooks, S. L., & Howerton, W. B. (2006). Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial radiology*, 35(4), 219-226. [https://doi.org/ 10.1259/dmfr/14340323](https://doi.org/10.1259/dmfr/14340323)
- Madhav Chandran, B., Daniel, J. J., Abraham, N., & Cherian, R. A. (2023). Fixed Functional Appliances-A Clinician's Perspective.
- Mahamad, I. K., Neela, P. K., Mascarenhas, R., & Akhter Husain, B. D. (2012). A comparision of Twin-block and Forsus (FRD) functional appliance—a cephalometric study. *IJO*, 23(3), 49-58.
- Makdissi, J. (2013). Cone beam CT in orthodontics: the current picture. *International orthodontics*, 11(1), 1-20. [https://doi.org/ 10.1016/j.ortho.2012.12.011](https://doi.org/10.1016/j.ortho.2012.12.011)
- Malhotra, A., Negi, K. S., Kaundal, J. R., Negi, N., Mahajan, M., & Chainta, D. (2018). Cephalometric evaluation of dentoskeletal and soft-tissue changes with Powerscope Class II corrector. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 52(3), 167-173. [https://doi.org/ 10.4103/jios.jios_102_17](https://doi.org/10.4103/jios.jios_102_17)
- Malik, N., Fernandes, B. A., Ramamurthy, P. H., Anjum, S., Prakash, A., & Sinha, A. (2022). Cephalometric evaluation of the cervical spine posture following fixed functional therapy with Forsus™ appliance. *Journal of Indian Society of*

Pedodontics and Preventive Dentistry, 40(1), 81-85. [https://doi.org/](https://doi.org/10.4103/jisppd.jisppd_173_21)

[10.4103/jisppd.jisppd_173_21](https://doi.org/10.4103/jisppd.jisppd_173_21)

- Malmgren, O., Ömblus, J., Hägg, U., & Pancherz, H. (1987). 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*, 91(2), 143-151. [https://doi.org/ 10.1016/0889-5406\(87\)90472-0](https://doi.org/10.1016/0889-5406(87)90472-0)
- Manni, A., Boggio, A., Castellana, F., Gastaldi, G., & Cozzani, M. (2024). Mandibular Advancement after Pubertal Peak with Acrylic Splint Herbst Appliance Anchored to Four Miniscrews: A Retrospective Controlled Study. *Oral*, 4(4), 449-458. [https://doi.org/ 10.3390/oral4040036](https://doi.org/10.3390/oral4040036)
- Matthaios, S., Tsolakis, A. I., Haidich, A. B., Galanis, I., & Tsolakis, I. A. (2022). Dental and Skeletal Effects of Herbst Appliance, Forsus Fatigue Resistance Device, and Class II Elastics—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 11(23), 6995. [https://doi.org/ 10.3390/jcm11236995](https://doi.org/10.3390/jcm11236995)
- McCown, S. J. (2021). Malocclusion Prevalence in a North Philadelphia Orthodontic Population. Temple University.
- McNamara Jr, J. A. (1981). Components of Class II malocclusion in children 8–10 years of age. *The Angle Orthodontist*, 51(3), 177-202. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(1981\)051<0177:COCIMI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1981)051<0177:COCIMI>2.0.CO;2)
- Mestry, A., & Shah, R. (2024). Comparative Evaluation of Skeletal, Dentoalveolar and Soft Tissue Effects between the Forsus FRD and Advansync2 Fixed Functional Appliances in Treating Skeletal Class II Malocclusion—A Randomised Clinical Trial. *Library Progress International*, 44(2s), 1561-1589. [https://doi.org/ 10.48165/bapas.2024.44.2.1](https://doi.org/10.48165/bapas.2024.44.2.1)

- Middha, A., Shah, Y. D., Gupta, S., Syed, F. A., Hemanth, R. V., & Nashiroddin, M. (2023). A Comparative Analysis of Treatment Effects of PowerScope and AdvanSync2 in Class II Division 1 Malocclusion: A Retrospective Study. *Cureus*, 15(11).
- Mihalik, C. A., Proffit, W. R., & Phillips, C. (2003). 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*, 123(3), 266-278. [https://doi.org/ 10.1067/mod.2003.43](https://doi.org/10.1067/mod.2003.43)
- Miloro, M., Ghali, G. E., Larsen, P. E., & Waite, P. D. (Eds.). (2004). Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery (Vol. 1, p. 37). Hamilton: BC Decker.
- Misch, K. A., Yi, E. S., & Sarment, D. P. (2006). Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *Journal of periodontology*, 77(7), 1261-1266. [https://doi.org/ 10.1902/jop.2006.050367](https://doi.org/10.1902/jop.2006.050367)
- Moorrees, C. F., Grøn, A. M., Le Bret, L. M., Yen, P. K., & Fröhlich, F. J. (1969). Growth studies of the dentition: a review. *American Journal of Orthodontics*, 55(6), 600-616. [https://doi.org/ 10.1016/0002-9416\(69\)90037-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(69)90037-2)
- Moro, A. (2016). Simplified correction of Class II using PowerScope. *Orthotown*, 9, 20-27.
- Moro, A., Borges, S. W., Spada, P. P., Morais, N. D., Correr, G. M., Chaves Jr, C. M., & Cevidanes, L. H. (2018). Twenty-year clinical experience with fixed functional appliances. *Dental press journal of orthodontics*, 23, 87-109. [https://doi.org/ 10.1590/2177-6709.23.2.087-109.sar](https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.2.087-109.sar)
- Mossey, P. A. (1999). The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *British journal of orthodontics*, 26(3), 195-203. [https://doi.org/ 10.1093/ortho/26.3.195](https://doi.org/10.1093/ortho/26.3.195)

- Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Tinazzi Martini, P., & Bergamo Andreis, I. A. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European radiology*, 8, 1558-1564. <https://doi.org/10.1007/s0033000050586>
- Nalbantgil, D., Arun, T., Sayinsu, K., & Işık, F. (2005). Skeletal, dental and soft-tissue changes induced by the Jasper Jumper appliance in late adolescence. *The Angle Orthodontist*, 75(3), 426-436. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2005\)75\[426:SDASCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)75[426:SDASCI]2.0.CO;2)
- Nanda, R. S., & Ghosh, J. (1995). Longitudinal growth changes in the sagittal relationship of maxilla and mandible. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(1), 79-90. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70159-1](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70159-1)
- Narang, D. (2022). Ultrasound in dentistry. *International Journal of Dental Research*, 4(1).
- Nelson, B., Hansen, K., & Hägg, U. (2000). Class II correction in patients treated with Class II elastics and with fixed functional appliances: a comparative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 118(2), 142-149. <https://doi.org/10.1067/mod.2000.104489>
- Nervina, J. M. (2012). Cone beam computed tomography use in orthodontics. *Australian dental journal*, 57, 95-102. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01662.x>
- Nindra, J., Sidhu, M. S., Kochhar, A. S., Dabas, A., Valletta, R., Rongo, R., & Spagnuolo, G. (2021). Three-dimensional evaluation of condyle-glenoid fossa complex following treatment with Herbst appliance. *Journal of Clinical Medicine*, 10(20), 4730. <https://doi.org/10.3390/jcm10204730>

- Nur, B., İlhan, D., Fişcekcioglu, E., & Oktay, I. (2014). Prevalence of orthodontic malocclusion and evaluation criteria in 7 geographic regions of Turkey. *Turkish J Orthod Vol*, 26(4), 154-161. [https://doi.org/ 10.13076/TJO-D-13-00008](https://doi.org/10.13076/TJO-D-13-00008)
- O'Reilly, M. T., & Yanniello, G. J. (1988). Mandibular Growth Changes and Maturation of Cervical Vertebrae: —A Longitudinal Cephalometric Study. *The Angle Orthodontist*, 58(2), 179-184. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(1988\)058<0179:MGCAMO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1988)058<0179:MGCAMO>2.0.CO;2)
- Ochoa, B. K., & Nanda, R. S. (2004). Comparison of maxillary and mandibular growth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 125(2), 148-159. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2003.03.008](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.03.008)
- Okeson, J. P. (2019). Management of temporomandibular disorders and occlusion-E-book. Elsevier Health Sciences.
- Ozdiler, O., Orhan, K., Cesur, E., Köklü, A., & Algin, O. (2019). Evaluation of temporomandibular joint, masticatory muscle, and brain cortex activity in patients treated by removable functional appliances: a prospective fMRI study. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(7), 20190216. [https://doi.org/ 10.1259/dmfr.20190216](https://doi.org/10.1259/dmfr.20190216)
- Oztoprak, M. O., Nalbantgil, D., Uyanlar, A., & Arun, T. (2012). A cephalometric comparative study of class II correction with Sabbagh Universal Spring (SUS²) and Forsus FRD appliances. *European journal of dentistry*, 6(03), 302-310. [https://doi.org/ 10.1055/s-0039-1698965](https://doi.org/10.1055/s-0039-1698965)
- Özlü, T. (2013). Alt çene gelişim geriliğine bağlı geç dönem iskeletsel sınıf II olgularda forsus FRD ve herbst IV apareylerinin etkilerinin sefalometrik olarak karşılaştırılması (Tez No. 341978) [Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Pancherz, H. (1979). Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance: a cephalometric investigation. *American journal of orthodontics*, 76(4), 423-442. [https://doi.org/ 10.1016/0002-9416\(79\)90227-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(79)90227-6)
- Pancherz, H. (1985). The Herbst appliance—its biologic effects and clinical use. *American journal of orthodontics*, 87(1), 1-20. [https://doi.org/ 10.1016/0002-9416\(85\)90169-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(85)90169-1)
- Pancherz, H. (1982). The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation. *American journal of orthodontics*, 82(2), 104-113. [https://doi.org/ 10.1016/0002-9416\(82\)90489-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90489-4)
- Pancherz, H., & Fischer, S. (2003). Amount and direction of temporomandibular joint growth changes in Herbst treatment: a cephalometric long-term investigation. *The Angle Orthodontist*, 73(5), 493-501. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(2003\)073<0493:AADOTJ>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073<0493:AADOTJ>2.0.CO;2)
- Pancherz, H., & Ruf, S. (2000). The Herbst appliance: research-based updated clinical possibilities. *World Journal of Orthodontics*, 1(1).
- Pancherz, H., & Zieber, K. (1998). Dentoskeletal morphology in children with Deckbiss. *Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 59(5), 274-285. [https://doi.org/ 10.1007/BF01321794](https://doi.org/10.1007/BF01321794)
- Pancherz, H., Ruf, S., & Kohlhas, P. (1998). “Effective condylar growth” and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 114(4), 437-446. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(98\)70190-8](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(98)70190-8)
- Pancherz, H., Zieber, K., & Hoyer, B. (1997). Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: a comparative study in children.

The Angle Orthodontist, 67(2), 111-120. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(1997\)067<0111:CCOCID>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1997)067<0111:CCOCID>2.3.CO;2)

Pancherza, H. (2000). Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117(5), 571-574. [https://doi.org/ 10.1016/S0889-5406\(00\)70203-4](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(00)70203-4)

Parvathy, R. M., Shetty, S., & Katheesa, P. (2021). Evaluation of changes seen in TMJ after mandibular advancement in treatment of Class II malocclusions, with functional appliances, a CBCT study. *Biomedicine*, 41(2), 236-242. [https://doi.org/ 10.51248/v41i2.789](https://doi.org/10.51248/v41i2.789)

Pasler, F. (2013). Color Atlas of Dental Medicine Rateitschak K, Wolf H, editors.

Patel, H. P., Moseley, H. C., & Noar, J. H. (2002). Cephalometric determinants of successful functional appliance therapy. *The Angle Orthodontist*, 72(5), 410-417. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(2002\)072<0410:CDOSFA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2002)072<0410:CDOSFA>2.0.CO;2)

Paulose, J., Antony, P. J., Sureshkumar, B., George, S. M., Mathew, M. M., & Sebastian, J. (2016). PowerScope a Class II corrector–A case report. *Contemporary clinical dentistry*, 7(2), 221-225. [https://doi.org/ 10.4103/0976-237X.183044](https://doi.org/10.4103/0976-237X.183044)

Pawar, R., Nath, S. K., Kumar, P. K., Patel, K., Arvind, M., Shah, A., ... & Mehta, D. N. (2023). Removable versus fixed myo-functional appliances in class II malocclusion among Indians. *Bioinformation*, 19(13), 1318.

Perinetti, G., Primožič, J., Furlani, G., Franchi, L., & Contardo, L. (2015). Treatment effects of fixed functional appliances alone or in combination with multibracket appliances: a systematic review and meta-analysis. *The Angle Orthodontist*, 85(3), 480-492. [https://doi.org/ 10.2319/102813-790.1](https://doi.org/10.2319/102813-790.1)

Ponnamma, S., Reddy, G., Muddaiah, S., Somaiah, S., & Shetty, B. K. (2023). An evaluation of dentofacial changes in Angle's class II division 1 patients using

- AdvanSync 2. *Journal of Orthodontic Science*, 12(1), 17. https://doi.org/10.4103/jos.jos_44_22
- Prateek, S., & Sandhya, J. (2017). Fixed functional appliances—An overview. *Int J Curr Res*, 9(3), 47407-14.
- Proffit, W. R. (2019). The Etiology of Orthodontic Problems. Proffit, W. R., Fields, H. W., Jr., Larson, B.E., & Sarver, D. M. (Eds.), *Contemporary Orthodontics* (Sixth Edition, s. 107-134). Elsevier Health Sciences.
- Proffit, W. R., Fields Jr, H. W., & Moray, L. J. (1998). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 13(2), 97-106.
- Radwan, E. S., Maher, A., & Montasser, M. A. (2023). Comparative Evaluation of Twin Block Appliance and Fixed Orthodontic Appliance in Early Class II Malocclusion Treatment: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 23(11), 1111-1121. [https://doi.org/ 10.33140/BSCR](https://doi.org/10.33140/BSCR)
- Raposo, R., Peleteiro, B., Paço, M., & Pinho, T. (2018). Orthodontic camouflage versus orthodontic-orthognathic surgical treatment in class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 47(4), 445-455. [https://doi.org/ 10.1016/j.ijom.2017.09.003](https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.09.003)
- Reda, R., Zanza, A., Cicconetti, A., Bhandi, S., Miccoli, G., Gambarini, G., & Di Nardo, D. (2021). Ultrasound imaging in dentistry: a literature overview. *Journal of Imaging*, 7(11), 238. [https://doi.org/ 10.3390/jimaging7110238](https://doi.org/10.3390/jimaging7110238)
- Retto, P. F. (2023). Non-Surgical Clinical Protocol for the Treatment of a Class II Malocclusion in an Adult. *J Stoma Dent Res*, 1(1), 1-10. [https://doi.org/ 10.61440/JSDR.2023.v1.02](https://doi.org/10.61440/JSDR.2023.v1.02)

- Robin, P. (1934). Glossoptosis due to atresia and hypotrophy of the mandible. *American journal of diseases of children*, 48(3), 541-547. Alınmıştır: Sofitha, M. D., & Iqbal, J. M. (2019). Functional Appliances: Origins, the Present & the Future. [https://doi.org/ 10.9790/0853-1805046568](https://doi.org/10.9790/0853-1805046568)
- Rogers, A. P. (1922). Making facial muscles our allies in treatment and retention. Philadelphia:: SS White Dental Manufacturing Company. Alınmıştır: Fleming, P. S., & Lee, R. T. (Eds.). (2016). Orthodontic functional appliances: theory and practice. John Wiley & Sons.
- Rogers, A. P. (1940). Myofunctional treatment from a practical standpoint. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 26(12), 1131-1137. Alınmıştır: Fleming, P. S., & Lee, R. T. (Eds.). (2016). Orthodontic functional appliances: theory and practice. John Wiley & Sons.
- Rothenberg, J., Campbell, E. S., & Nanda, R. (2004). Class II correction with the Twin Force Bite Corrector. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 38(4), 232-240.
- Ruf, S., & Pancherz, H. (1999a). Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *The Angle Orthodontist*, 69(3), 239-246. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(1999\)069<0239:DEAFPC>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1999)069<0239:DEAFPC>2.3.CO;2)
- Ruf, S., & Pancherz, H. (1999b). 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*, 115(6), 607-618. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(99\)70285-4](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70285-4)
- Ruf, S., & Pancherz, H. (2000). Does bite-jumping damage the TMJ? A prospective longitudinal clinical and MRI study of Herbst patients. *The Angle Orthodontist*,

70(3), 183-199. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2000\)070<0183:DBJDTT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2000)070<0183:DBJDTT>2.0.CO;2)

Ruf, S., & Pancherz, H. (2004). 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*, 126(2), 140-152. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.02.011>

Ruf, S., Baltromejus, S., & Pancherz, H. (2001). Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *The Angle Orthodontist*, 71(1), 4-11. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2001\)071<0004:ECGACP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2001)071<0004:ECGACP>2.0.CO;2)

Saini, R., Batra, P., Saini, N., Punia, K., Shair, T., & Raza, M. (2024). Comparison of muscle response in patients treated with rigid and flexible fixed functional appliances. *Journal of Orthodontic Science*, 13(1), 29. https://doi.org/10.4103/jos.jos_208_23

Şanıvar, Z., Domaniç, K. Y., Aslan, Y., & Yıldız, C. (2015). Temporomandibular Eklem Görüntüleme Yöntemleri. *Cumhuriyet Dental Journal*, 18(3), 294-299.

Santamaría-Villegas, A., Manrique-Hernandez, R., Alvarez-Varela, E., & Restrepo-Serna, C. (2017). Effect of removable functional appliances on mandibular length in patients with class II with retrognathism: systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*, 17, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0339-8>

Sassouni, V. (1970). The Class II syndrome: differential diagnosis and treatment. *The Angle Orthodontist*, 40(4), 334-341. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1970\)040<0334:TCISDD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1970)040<0334:TCISDD>2.0.CO;2)

Savanna, K., Kumar, M., Ansari, A., & Jain, A. (2016). Correction of Class II using Powerscope Appliance—A case report. *Arch of Dent and Med Res*, 2(3), 120-5.

- Sayin, M., & Türkkahraman, H. (2004). Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population. *The Angle Orthodontist*, 74(5), 635-639. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(2004\)074<0635:MACIAO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2004)074<0635:MACIAO>2.0.CO;2)
- Scarfe, W. C., Farman, A. G., & Sukovic, P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*, 72(1), 75.
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work?. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730. [https://doi.org/ 10.1016/j.cden.2008.05.005](https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005)
- Scheideman, G. B., Bell, W. H., Legan, H. L., Finn, R. A., & Reisch, J. S. (1980). Cephalometric analysis of dentofacial normals. *American journal of orthodontics*, 78(4), 404-420. [https://doi.org/ 10.1016/0002-9416\(80\)90021-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(80)90021-4)
- Schweitzer, M., & Pancherz, H. (2001). The incisor–lip relationship in Herbst/multibracket appliance treatment of class II, division 2 malocclusions. *The Angle Orthodontist*, 71(5), 358-363. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(2001\)071<0358:TILRIH>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2001)071<0358:TILRIH>2.0.CO;2)
- Shetty, V., & Shetty, K. (2021). Evaluation of skeletal changes in mandibular ramus height, corpus length, and mandibular angle changes following twin block appliance therapy using cone-beam computed tomography: A clinical prospective study. *International Journal of Orthodontic Rehabilitation*, 12(3), 115-115. [https://doi.org/ 10.4103/ijor.ijor_3_21](https://doi.org/10.4103/ijor.ijor_3_21)
- Šidlauskas, A., & Lopatienė, K. (2009). The prevalence of malocclusion among 7–15-year-old Lithuanian schoolchildren. *Medicina*, 45(2), 147. [https://doi.org/ 10.3390/medicina45020019](https://doi.org/10.3390/medicina45020019)

- Singaraju, G. S., Vannala, V., Ankiseti, S. A., Mandava, P., Ganugapanta, V. R., & Unnam, D. (2019). Evaluation of sagittal changes in class II div 2 patients with decelerating phase of growth by PowerScope appliance: a retrospective cephalometric investigation. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 11(Suppl 2), S208-S215. [https://doi.org/ 10.4103/JPBS.JPBS_299_18](https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_299_18)
- Sivaraj, A. (2013). *Essentials of Orthodontics*. Jaypee Brothers Medical Publisher.
- Smith, R. A. (1939). The etiology of Angle class II division I malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 9(1), 15-19.
- Sofitha, M. D., & Iqbal, J. M. (2019). Functional Appliances: Origins, the Present & the Future. [https://doi.org/ 10.9790/0853-1805046568](https://doi.org/10.9790/0853-1805046568)
- Steiner, C. C. (1953). Cephalometrics for you and me. *American journal of orthodontics*, 39(10), 729-755. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(53\)90082-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(53)90082-7)
- Stomatologic, S. I. (2020). Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis. *European journal of paediatric dentistry*, 21, 115. [https://doi.org/ 10.23804/ejpd.2020.21.02.05](https://doi.org/10.23804/ejpd.2020.21.02.05)
- Stromeyer, E. L., Caruso, J. M., & DeVincenzo, J. P. (2002). A cephalometric study of the Class II correction effects of the Eureka Spring. *The Angle Orthodontist*, 72(3), 203-210. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(2002\)072<0203:ACSOTC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2002)072<0203:ACSOTC>2.0.CO;2)
- Sümbüllü, M. A., Çağlayan, F., Akgül, H. M., & Yilmaz, A. B. (2012). Radiological examination of the articular eminens morphology using cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41(3), 234-240. [https://doi.org/ 10.1259/dmfr/24780643](https://doi.org/10.1259/dmfr/24780643)

- Tancer, E. (2019). İskeletsel sınıf II hastaların tedavisinde kullanılan sus II ve power scope II apareylerinin dentofasiyal etkilerinin karşılaştırılması (Tez No. 558036) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Tasaki, MM ve Westesson, PL (1993). Temporomandibular eklem: sagital ve koronal MR görüntüleme ile tanısal doğruluk. *Radyoloji* , 186(3), 723-729.
- Thilander, B., Pena, L., Infante, C., Parada, S. S., & De Mayorga, C. (2001). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *The European Journal of Orthodontics*, 23(2), 153-168. [https://doi.org/ 10.1093/ejo/23.2.153](https://doi.org/10.1093/ejo/23.2.153)
- Toshniwal, N. G., Katkade, P. C., Mani, S. A., & Mote, N. (2021). Fixed Functional Appliances. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 10(31), 2499-2505. [https://doi.org/ 10.14260/jemds/2021/511](https://doi.org/10.14260/jemds/2021/511)
- Tsapaki, V. (2017). Radiation protection in dental radiology–Recent advances and future directions. *Physica Medica*, 44, 222-226. [https://doi.org/ 10.1016/j.ejmp.2017.07.018](https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2017.07.018)
- Tulloch, J. C., Proffit, W. R., & Phillips, C. (2004). Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125(6), 657-667. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2004.02.008](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.02.008)
- Tümer, N., & Gültan, A. S. (1999). Comparison of the effects of monoblock and twin-block appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 116(4), 460-468. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(99\)70233-7](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70233-7)

- Tvrđy, P. (2007). Methods of imaging in the diagnosis of temporomandibular joint disorders. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc*, 151(1). [https://doi.org/ 10.5507/bp.2007.026](https://doi.org/10.5507/bp.2007.026)
- Upadhyay, M., Yadav, S., Nagaraj, K., Uribe, F., & Nanda, R. (2012). Mini-implants vs fixed functional appliances for treatment of young adult Class II female patients: a prospective clinical trial. *The Angle Orthodontist*, 82(2), 294-303. [https://doi.org/ 10.2319/042811-302.1](https://doi.org/10.2319/042811-302.1)
- Uyanlar, A. (2010). Sınıf II mandibular retrüzyon olgularında uygulanan Sabbagh Universal Spring (SUS²) apareyinin dişsel, iskeletsel ve yumuşak dokular üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi (Tez No. 247836) [Doktora tezi, Yeditepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Ülgen, M., Ortodonti, A., & Sefalometri, E. (1999). Büyüme ve Gelişim. İstanbul: Tanı, Yeditepe University.
- Vaid, N. R., Doshi, V. M., & Vandekar, M. J. (2014, December). Class II treatment with functional appliances: a meta-analysis of short-term treatment effects. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 20, No. 4, pp. 324-338). WB Saunders. [https://doi.org/ 10.1053/j.sodo.2014.09.008](https://doi.org/10.1053/j.sodo.2014.09.008)
- VanLaecken, R., Martin, C. A., Dischinger, T., Razmus, T., & Ngan, P. (2006). Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: a cephalometric and tomographic investigation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 130(5), 582-593. [https://doi.org/ 10.1016/j.ajodo.2005.01.030](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.01.030)
- Varghese, R. M., Subramanian, A. K., & Sreenivasagan, S. (2021). Comparison of dentoskeletal changes in skeletal class II cases using two different fixed functional appliances: Forsus fatigue resistant device and powerscope class II corrector—A

- clinical study. *Journal of International Oral Health*, 13(3), 234. https://doi.org/10.4103/jioh.jioh_246_20
- Verma, S., Mehta, F., Alam, M. K., Parekh, H. A., Ahmed, V. K. S., & Jain, C. (2022). Class II Malocclusion Treatment by In-House Fabricated, Customized Fixed Functional Appliance in Growing Child. *Case Reports in Dentistry*, 2022(1), 8102482. <https://doi.org/10.1155/2022/8102482>
- Vogt, W. (2006). The Forsus fatigue resistant device. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 40(6), 368-358.
- Voudouris, J. C., & Kuftinec, M. M. (2000). Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117(3), 247-266 [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(00\)70231-9](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(00)70231-9)
- Voudouris, J. C., Woodside, D. G., Altuna, G., Angelopoulos, G., Bourque, P. J., & Lacouture, C. Y. (2003). Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 124(1), 13-29. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(03\)00150-1](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(03)00150-1)
- Wahl, N. (2006). Orthodontics in 3 millennia. Chapter 9: functional appliances to midcentury. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 129(6), 829-833. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.03.019>
- Walkow, T. M., & Peck, S. (2002). Dental arch width in Class II Division 2 deep-bite malocclusion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 122(6), 608-613. <https://doi.org/10.1067/mod.2002.129189>

- Wang, K., Fan, H., Yang, H., Li, J., & Xie, W. (2020). Efficacy and safety of micro-implant anchorage in Angle class II malocclusion orthodontic treatment: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 99(50). [https://doi.org/ 10.1097/md.00000000000023221](https://doi.org/10.1097/md.00000000000023221)
- Wasey, F., Tantray, S., & Rizvi, K. (2020). Correction of Class II malocclusion with mandibular deficiency via PowerScope appliance. *IP Indian Journal of Anatomy and Surgery of Head, Neck and Brain*, 6, 113-118. [https://doi.org/ 10.18231/j.ijashnb.2020.029](https://doi.org/10.18231/j.ijashnb.2020.029)
- Watanabe, P. C., Faria, V., & Camargo, A. J. (2017). Multiple radiographic analysis (systemic disease): dental panoramic radiography. *J Oral health Dent care*, 1(1), 007.
- Weiland, F. J., & Droschl, H. (1996). Treatment of a Class II, Division 1 malocclusion with the Jasper Jumper: a case report. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 109(1), 1-7. [https://doi.org/ 10.1016/s0889-5406\(96\)70157-9](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(96)70157-9)
- Weimin, G., Xiangdong, L., & Yuxing, B. (2014). An assessment of late fixed functional treatment and the stability of Forsus appliance effects. *Australasian Orthodontic Journal*, 30(1), 2-10. [https://doi.org/ 10.2478/aoj-2014-0001](https://doi.org/10.2478/aoj-2014-0001)
- White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation. Elsevier Health Sciences.
- Wilkie, G., & Al-Ani, Z. (2022). Temporomandibular joint anatomy, function and clinical relevance. *British Dental Journal*, 233(7), 539-546. [https://doi.org/ 10.1038/s41415-022-5082-0](https://doi.org/10.1038/s41415-022-5082-0)

- Williams, B. H. (1980). Anterior vertical incremental facial growth: its effects in class II treatment. *The Angle Orthodontist*, 50(3), 179-188. [https://doi.org/ 10.1043/0003-3219\(1980\)050<0179:AVIFGI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1980)050<0179:AVIFGI>2.0.CO;2)
- Woodside, D. G. (1998). Do functional appliances have an orthopedic effect?. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 113(1), 11-14. [https://doi.org/ 10.1016/S0889-5406\(98\)70270-7](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(98)70270-7)
- Woźniak, K., Piątkowska, D., Szyszka-Sommerfeld, L., & Buczkowska-Radlińska, J. (2015). Impact of functional appliances on muscle activity: a surface electromyography study in children. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 21, 246. [https://doi.org/ 10.12659/MSM.893111](https://doi.org/10.12659/MSM.893111)
- Ww, G. (1959). Pyle SI: Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. *California: Stanford University Press*, 127, 179.
- Yalçın, S., & Aktaş, İ. (2010). Dişhekimliğinde temporomandibular eklem hastalarına yaklaşım. *Vestiye Yayın Grubu İstanbul*.
- Yamazaki, M. S., Rosário, H. D., El-Haje, O., Alvim-Pereira, F., & Paranhos, L. R. (2014). The Use of Twin Force® functional fixed orthopedic appliance in the treatment of Class II Division 1 malocclusion. *IJO*, 25(1).
- Yıldırım, E., Karacay, S., & Erkan, M. (2014). Condylar response to functional therapy with Twin-Block as shown by cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 84(6), 1018-1025. [https://doi.org/ 10.2319/112713-869.1](https://doi.org/10.2319/112713-869.1)
- Yılmaz, H., & Özlü, F. Ç. (2019). İskeletsel Sınıf II Anomalilerin Tedavisine Genel Bakış. *Türkiye Klinikleri Orthodontics-Special Topics*, 5(3), 37-44.

- Young, C. R. (2022). Dental and Skeletal Changes following Orthodontic Treatment with the MARA and Class II Elastics (Doctoral dissertation, Saint Louis University).
[https://doi.org/ 10.25259/APOS_23_2019](https://doi.org/10.25259/APOS_23_2019)
- Yun, H. S., Hyun, C. M., Baek, S. H., Lee, S. H., & Seo, J. K. (2022). A semi-supervised learning approach for automated 3D cephalometric landmark identification using computed tomography. *Plos one*, 17(9), e0275114. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275114>
- Zhang, Y., Zheng, J., Wu, Q., Jiang, T., Xiao, H., Du, Y., ... & Li, F. (2024). Three-dimensional spatial analysis of temporomandibular joint in adolescent Class II division 1 malocclusion patients: comparison of Twin-Block and clear functional aligner. *Head & Face Medicine*, 20(1), 4. [https://doi.org/ 10.1186/s13005-023-00404-y](https://doi.org/10.1186/s13005-023-00404-y)
- Zitouni, M., & Acar, Y. B. (2021). Treatment outcome and long-term stability of class II correction with forsus fatigue resistant device in non-growing patients. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 24(1), 130-136. <https://doi.org/10.1111/ocr.12416>
- Zopcuk, F. M. (2018) Alt çene gelişim geriliği olan hastalarda uygulanan forsus FRD EZ2 ve biobite corrector sabit fonksiyonel apareylerinin etkinliklerinin sefalometrik olarak karşılaştırılması (Tez No. 507977) [Doktora tezi, Gaziantep Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

EKLER

EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

	SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Graduate School of Health Sciences	
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU¹		
Öğrencinin Adı ve Soyadı	Hasan Basri BİRCAN	
Öğrencinin Numarası		
Ana Bilim Dalı	Ortodonti	
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora	
Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.		
Bölümler	Benzerlik Oranı	Maksimum Benzerlik Oranları
I. Giriş	%0	% 15
II. Genel Bilgiler	%3	% 35
III. Materyal ve Metod	%21	% 35
IV. Bulgular	%6	% 15
V. Tartışma	%4	% 20
<i>Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.</i>		

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Bölümü : Dekanlık
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00/1 ş
Konu : Etik Kurul Kararı

30.12.2021

Sayın: Dr.Öğr.Üyesi Nurhan DURNA
Dış Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 30.12.2021 tarih ve 9 nolu toplantısında, hazırlamış olduğunuz “**Sabit Fonksiyonel Apareylerin Kondil Üzerindeki Etkisinin Cbet Ve Lateral Sefalometrik Film İle İncelenmesi**” isimli bilimsel çalışması protokolü ve ekli belgeleri gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemler ile gönüllü bilgilendirme metni dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın Etik Kurallara uygun olduğuna mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Sabit Fonksiyonel Apareylerin Kondil Üzerindeki Etkisinin Cbet Ve Lateral Sefalometrik Film İle İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	B.30.2.ATA.0.01.00/1

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı
	TELEFON	
	FAKS	
	E-POSTA	

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	B.30.2.ATA.0.01.00/1			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı			
	DESTEKLEYİCİ	Var			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	Kendisi			
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
Gözlemsel ilaç çalışması		☐			
İlaç dışı klinik araştırma		☐			
		Tedavi, Güvenilirlik			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐	

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Sabit Fonksiyonel Apareylerin Kondil Üzerindeki Etkisinin Cbet Ve Lateral Sefalometrik Film İle İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	B.30.2.ATA.0.01.00/1

DEĞERLENDİRİLE N BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ (İncelendi)	30.12.2021	1	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (İncelendi)	30.12.2021	1	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU (İncelendi)	30.12.2021	1	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama			
	SİGORTA	☐				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	BAP tarafından karşılanacaktır.			
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐				
	İLAN	☐				
	YILLIK BİLDİRİM	☐				
	SONUÇ RAPORU	☐				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐				
DİĞER:	☐					
KARAR BİLGİLERİ	Klinik Araştırma Toplantı No:9 Karar No:2	Tarih: 30.12.2021				
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.					

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI

VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU

Bu bölüm kurul sekreterliği tarafından doldurulacaktır.

Dosya kabul tarihi

Gelen Evrak Numarası

Etik Kurul Toplantı Tarihi

Karar Numarası

...../...../.....

...../...../.....

Başvuru Bilgileri

Tanımlayıcı Bilgiler:	
Proje yürütücüsü (Unvan/Ad)	
Kurumu/Anabilim/Bilim Dalı	
İletişim Bilgileri	Tel
	E-Posta
Projenin Adı	
Yardımcı araştırmacılar (Unvan/Ad)	

Girişimsel Olmayan Klinik Araştırma Dosyaları Değerlendirme Listesi

Bu kısım hakemin doldurması içindir. Hakem maddelere gönderme yaparak ek sayfa kullanabilir.

Araştırmanın yapılacağı yerin adı, sorumlu ve yardımcı araştırmacıların adları, özgeçmişleri ve yayın listeleri (isim ve tarih el yazısıyla yazılmalı ve ıslak imzalı olmalıdır.):	☐ Var	☐ Yok	☐ Eksik/Yanlış
Proje yürütücüsü ve yardımcı araştırmacılar tarafından imzalanmış araştırma protokolü ve kaynaklar:	☐ Var	☐ Yok	☐ Eksik/Yanlış
Yapılması öngörülen tüm incelemelerin (testler, girişimler, vs.) yapılacağı yerlerin adı:	☐ Var	☐ Yok	☐ Eksik/Yanlış
Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu Örneği (retrospektif çalışmalar hariç):	☐ Var	☐ Yok	☐ Eksik/Yanlış
Araştırma bütçesi:	☐ Var	☐ Yok	☐ Eksik/Yanlış
Araştırmada Uygulanacak Yaklaşım ve Yöntemler	☐ Var	☐ Yok	☐ Eksik/Yanlış

Sonuç

- ☐ Dosya bu şekliyle onaylanabilir
☐ Dosya belirttiğim evrak eksiklikleri giderildikten sonra onaylanabilir
☐ Dosyanın onaylanması uygun değildir.

Hakem: [imza]

İmza:

Tarih: [imza]

EK-3. TEZ ADI DEĞİŞİKLİĞİ BİLDİRİM FORMU



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

TEZ ADI DEĞİŞİKLİĞİ BİLDİRİM FORMU

Öğrencinin Adı ve Soyadı	HASAN BASRİ BİRCAN
Ana Bilim Dalı	Ortodonti
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora

Ortodonti Ana Bilim Dalı Başkanlığına

Danışmanlığımı yürüttüğüm ve yukarıda bilgileri yazılı olan ana bilim dalımız öğrencisinin tez adı aşağıda belirtilen şekilde değiştirilmiştir. Bilgilerinize arz ederim. 20.03.2025

Değişiklik Türü	Tez adı değişikliği ☒
Tezin Eski Adı	SABİT FONKSİYONEL APAREYLERİN KONDİL ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN CBCT VE LATERAL SEFALOMETRİK FİLM İLE İNCELENMESİ
Tezin Yeni Adı	POWERSCOPE 2 APAREYİNİN KONDİL İLE MANDİBULAR KONUM VE MORFOLOJİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN KİBT İLE İNCELENMESİ
Tezin İngilizce Adı	EVALUATION OF THE EFFECTS OF POWERSCOPE 2 APPLIANCE ON CONDYLAR AND MANDIBULAR POSITION AND MORPHOLOGY USING CBCT
Değişikliğin Gerekçesi	Yöntemde Değişiklik Olması