

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

SINIF II BÖLÜM 1 MALOKLÜZYONLU HASTALARDA
TWINBLOK İLE ŞEFFAF PLAKLARDA MANDİBULAR
İLERLETME APAREYİNİN İSKELETSEL VE
DENTOALVEOLAR YAPILARA ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

DT. ÖZGE ÜNLÜOĞLU
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Yazgı AY ÜNÜVAR

AYDIN-2025

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde Özge Ünlüoğlu tarafından hazırlanan “Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyonlu Hastalarda Twinblok ile Şeffaf Plaklarda Mandibular İlerletme Apareyinin İskeletsel ve Dentoalveolar Yapılara Etkisinin Karşılaştırılması” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 16 / 10 / 2025

Üye (T.D.)	Doç. Dr. Yazgı AY ÜNÜVAR	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	
Üye	Prof. Dr. Mine GEÇGELEN CESUR	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Büşra GÜR	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince bana büyük emeği geçen anlayışını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, hayat görüşü ve duruşuyla bana her zaman örnek olmuş canım hocam, tez danışmanım, Doç. Dr. Yazgı AY ÜNÜVAR’a

Uzmanlık eğitimim boyunca kıymetli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, desteklerini ve yardımlarını hiç esirgemeyen, sevgili hocam Prof. Dr. Mine GEÇGELEN CESUR’a

Tez çalışmamda bana zaman ayırarak büyük bir özveri ile yardımcı olan Prof. Dr. Evrim DERELİ FİDAN’a

Bu yolda birlikte yürüdüğüm, her zaman desteğini yanımda hissettiğim değerli arkadaşlarım Dt. Sercan TAŞKIN, Dt. Ahmet Akif ALDANMAZ, Uzm. Dt. Merve ÇETİNKAYA, Dt. Buket ÖZDEMİR, Dt. Tuğçe KAYACI ve uzmanlık sürecini birlikte geçirdiğim tüm asistan arkadaşlarıma ve bölüm personeline

Her zaman yanımda olarak desteğini ve yakınlığını hissettiren, hayatımda en önemli yerlerden birine sahip olan, ihtiyacım olan her anda koşulsuz desteğini göstereceğini bildiğim, tanıdığım en güzel kalpli insan, canım Dt. Eda YILDIRIM’a

Hayat yolculuğum boyunca sevgileri ve destekleriyle beni her zaman güçlendiren, attığım her adımda yanımda olduklarını hissettiren sevgili annem Ayşe ÜNLÜOĞLU ve babam Ahmet ÜNLÜOĞLU’na

En kıymetlisi, birlikte büyüdüğüm, sevinçlerimi ve zorluklarımı paylaştığım, koşulsuz sevgisini ve desteğini her daim hissettiğim; varlığıyla bana güç ve huzur veren, en yakın dostum, sırdaşım ve en değerlim sevgili ikizim Müge ÜNLÜOĞLU ve biricik Badem’e

Sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
RESİMLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Tanımı ve Sınıflandırılması	3
2.2. Epidemiyoloji	4
2.3. Etiyoloji	4
2.3.1. Genetik Faktörler	5
2.3.2. Çevresel Faktörler	5
2.4. Sınıf II Maloklüzyonların Dental ve İskeletsel Özellikleri	6
2.4.1. Dental Özellikleri	6
2.4.2. İskeletsel Özellikleri	7
2.4.2.1. Maksiller Fazlalık	8
2.4.2.2. Mandibular Yetersizlik	9
2.4.2.3. Maksiller Fazlalık ve Mandibular Yetersizliğin Kombinasyonu	10
2.5. Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyonların Tedavi Yöntemleri	10

2.5.1. Kamuflej Tedavisi	10
2.5.2. Ortognatik Cerrahi.....	11
2.5.3. Büyüme Modifikasyonu	11
2.6. Fonksiyonel Apareyler	13
2.6.1. Hareketli Fonksiyonel Apareyler	13
2.6.1.1. Aktivatör	14
2.6.1.2. Bionatör	15
2.6.1.3. Monoblok.....	15
2.6.1.4. Frankel	16
2.6.1.5. Twinblok.....	16
2.6.2. Sabit Fonksiyonel Apareyler	17
2.7. Fonksiyonel Tedaviye Başlama Zamanı	22
2.8. Büyüme ve Gelişimin Değerlendirilmesi	23
2.8.1. El-Bilek Grafileri	24
2.8.2. Sefalometrik Röntgenler	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1. Birey Seçimi	27
3.2. Apareylerin Tasarımı ve Uygulanması.....	29
3.3. Sefalometrik Filmlerin Değerlendirilmesi.....	31
3.3.1. Kullanılan Lateral Sefalometrik Noktalar	31
3.3.2. Kullanılan Sefalometrik Düzlemler	33
3.3.3. Kullanılan Sefalometrik Ölçümler	35
3.3.3.1. İskeletsel Açısal Ölçümler	35
3.3.3.2. İskeletsel Doğrusal Ölçümler.....	36
3.3.3.3. Dental Açısal Ölçümler	37
3.3.3.4. Dental Doğrusal Ölçümler	38

3.3.3.5. Yumuşak Doku Ölçümleri	40
3.4. İstatiksel Yöntem	41
4. BULGULAR.....	42
5. TARTIŞMA.....	60
5.1. Çalışmanın Amacının Tartışması.....	60
5.2. Materyal Metodun Tartışması.....	61
5.3. Bulguların Tartışması	65
5.3.1. İskeletsel Ölçümlerin Tartışması.....	65
5.3.2. Dental Ölçümlerin Tartışması.....	70
5.3.3. Yumuşak Doku Ölçümlerinin Tartışması.....	76
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR	80
EKLER	96
Ek 1. Etik Kurul İzni.....	96
BİLİMSEL ETİK BEYANI	97
ÖZ GEÇMİŞ.....	98

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MA	: Invisalign mandibular ilerletme apareyi
FR	: Frankel
CVM	: Servikal vertebral maturasyon
T0	: Tedavi öncesi
T1	: Tedavi sonrası
n	: Hasta sayısı
Min	: minimum
Maks	: maksimum
SS	: standart sapma
$\bar{X}$	: Ortalama
S_x	: Standart hata
mm	: Milimetre
MP3	: 3. parmağın orta falanksı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İskeletsel maturasyon belirteçlerinin gözleendiği bölgeler.....	24
Şekil 2. Radyografik olarak iskeletsel olgunluğun belirlenmesi.	25
Şekil 3. Servikal vertebra maturasyon evrelerinin şematik gösterimi.	26
Şekil 4. Hasta akış şeması.	28
Şekil 5. Kullanılan sefalometrik referans noktaları.	33
Şekil 6. Kullanılan sefalometrik referans düzlemleri	34
Şekil 7. İskeletsel açısal ölçümler.....	36
Şekil 8. İskeletsel doğrusal ölçümler.	37
Şekil 9. Dental açısal ölçümler.....	38
Şekil 10. Dental doğrusal ölçümler.	40
Şekil 11. Overbite ve overjet.....	40
Şekil 12. Yumuşak doku ölçümleri.	41

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Twinblok apareyi.	17
Resim 2. Invisalign mandibular ilerletme apareyi (MA).	21



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Çalışmamızda kullanılan ölçümlerin tekrarlanabilirlik katsayıları.	42
Tablo 2. Cinsiyet ve aparey tipine göre yaşa ait bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.	43
Tablo 3. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi iskeletsel açısal değerleri üzerine etkileri (°).	44
Tablo 4. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi iskeletsel doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).	45
Tablo 5. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi dental açısal değerleri üzerine etkileri (°).	45
Tablo 6. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi dental doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).	46
Tablo 7. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi yumuşak doku değerleri üzerine etkileri.	47
Tablo 8. Twinblok apareyinin iskeletsel açısal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (°).	48
Tablo 9. Twinblok apareyinin iskeletsel doğrusal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (mm).	49
Tablo 10. Twinblok apareyinin dental açısal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (°).	49
Tablo 11. Twinblok apareyinin dental doğrusal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (mm).	50
Tablo 12. Twinblok apareyinin yumuşak doku değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması.	51
Tablo 13. Şeffaf plakta iskeletsel açısal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (°)	52
Tablo 14. Şeffaf plakta iskeletsel doğrusal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (mm).	53

Tablo 15. Şeffaf plakta dental açısal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (°).	53
Tablo 16. Şeffaf plakta dental doğrusal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (mm).	54
Tablo 17. Şeffaf plakta yumuşak doku ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi.....	55
Tablo 18. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası iskeletsel açısal değerleri üzerine etkileri (°).	56
Tablo 19. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası iskeletsel doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).	57
Tablo 20. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası dental açısal değerleri üzerine etkileri (°).	57
Tablo 21. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası dental doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).	58
Tablo 22. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası yumuşak doku değerleri üzerine etkileri.	59

ÖZET

SINIF II BÖLÜM 1 MALOKLÜZYONLU HASTALARDA TWINBLOK İLE ŞEFFAF PLAKLARDA MANDİBULAR İLERLETME APAREYİNİN İSKELETSEL VE DENTOALVEOLAR YAPILARA ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ünlüoğlu Ö. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti
Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Aydın, 2025.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip bireylerde Twinblok
apareyi ile şeffaf plaklarda mandibular ilerletme (MA) aparatının iskeletsel, dentoalveolar
ve yumuşak doku üzerine etkilerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya büyüme-gelişim döneminde olan Sınıf II Bölüm 1
maloklüzyona sahip bireyler dâhil edilmiştir. Bu bireyler twinblok ve şeffaf plak mandibular
ilerletme (MA) gruplarına ayrılmış, tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) lateral
sefalometrik filmler üzerinde iskeletsel açısal, iskeletsel doğrusal, dental açısal, dental
doğrusal ve yumuşak doku ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler istatistiksel olarak
değerlendirilmiş ve gruplar arası karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Her iki tedavi yöntemi de Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların düzeltilmesinde
istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler sağlamıştır ($p<0,05$). Twinblok grubunda
mandibular sagittal gelişim, SNB ($p<0,001$) ve Co-Gn ($p=0,001$) ölçümlerinde elde edilen
artışlarla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş; ayrıca yumuşak doku pogonionunun öne
doğru ilerlemesi de anlamlı düzeyde kaydedilmiştir ($p<0,001$). Şeffaf plak grubunda (MA)
ise dentoalveolar değişiklikler daha belirgin olup; L1-MP, U6-OLP, overjet ve overbite
ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar saptanmıştır ($p<0,001$).

Sonuç: Twinblok aparatı iskeletsel değişikliklerde daha güçlü etkilere sahipken, şeffaf
plaklarla mandibular ilerletme aparatı daha kontrollü dentoalveolar değişiklikler ve yüksek
hasta konforu sağlamaktadır. Bu nedenle tedavi seçiminde yalnızca klinik parametreler
değil, hastanın kooperasyonu, estetik beklentileri ve yaşam tarzı da dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel aparey, Mandibular ilerletme, Sınıf II bölüm 1 maloklüzyon, Şeffaf plak, Twinblok.



ABSTRACT

COMPARISON OF THE SKELETAL AND DENTOALVEOLAR EFFECTS OF TWINBLOCK AND CLEAR ALIGNERS WITH MANDIBULAR ADVANCEMENT IN PATIENTS WITH CLASS II DIVISION 1 MALOCCLUSION

Unluoglu O. Aydın Adnan Menderes University Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Specialization Thesis, Aydın, 2025.

Objective: The aim of this study was to compare the skeletal, dentoalveolar, and soft tissue effects of the Twinblock appliance and clear aligners with mandibular advancement (MA) in patients with Class II Division 1 malocclusion.

Materials and Methods: The study included growing patients diagnosed with Class II Division 1 malocclusion. Participants were divided into twinblock and mandibular advancement (MA) clear aligner groups. Lateral cephalometric radiographs taken before (T0) and after treatment (T1) were analyzed to assess skeletal angular, skeletal linear, dental angular, dental linear, and soft tissue parameters. Statistical analyses were performed, and intergroup comparisons were conducted.

Results: Both treatment modalities produced statistically significant improvements in the correction of Class II Division 1 malocclusion ($p < 0.05$). In the Twinblock group, mandibular sagittal growth showed statistically significant increases in SNB ($p < 0.001$) and Co-Gn ($p = 0.001$) measurements, and a significant forward advancement of the soft tissue pogonion was also observed ($p < 0.001$). In the clear aligner group (MA), dentoalveolar changes were more pronounced, with statistically significant reductions observed in L1-MP, U6-OLP, overjet, and overbite measurements ($p < 0.001$).

Conclusion: While the Twinblock appliance exhibited stronger skeletal effects, mandibular advancement with clear aligners provided more controlled dentoalveolar changes and higher patient comfort. Therefore, treatment planning should consider not only skeletal and dental parameters but also patient cooperation, esthetic expectations, and lifestyle factors.

Key Words: Functional appliance, Mandibular advancement, Class II Division 1 malocclusion, Clear aligner, Twinblock.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Baş ve yüz bölgesindeki iskeletsel yapılar genellikle uyumlu bir denge içerisinde. Ancak çevresel ve genetik faktörlerin etkisiyle bu denge bozulabilir ve iskeletsel düzeyde belirgin uyumsuzluklar ortaya çıkabilir. Bu uyumsuzluklara bağlı olarak gelişen iskeletsel Sınıf II maloklüzyonlar, ortodontik anomaliler arasında önemli bir yer tutmaktadır ve popülasyonun yaklaşık %30'unda görülmektedir (1,2). Angle (3), 1899 yılında Sınıf II maloklüzyonları üst kesici dişlerin pozisyonlarına dayanarak Sınıf II Bölüm 1 ve Sınıf II Bölüm 2 olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlar protrüziv üst kesici dişler ve artmış overjet ile karakterize edilirken Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonlar aşırı dikleşmiş üst kesici dişler ve artmış overbite ile tanımlanır (4).

Büyüme ve gelişim süreci devam eden bireylerde bu maloklüzyonların tedavisinde sıklıkla “Fonksiyonel Çene Ortopedisi” yaklaşımı öncelikli olarak değerlendirilmektedir. Fonksiyonel çene ortopedisi, çenelerin hatalı konum ve yapı bozukluklarının tedavisinde fonksiyonel uyarıcılarla dokusal değişimlerin sağlandığı bir yaklaşımdır (5). Çiğneme, mimik ve dil kaslarının kasılmalarıyla stomatognatik sistemde oluşan fonksiyonel kuvvetler, kaslar aracılığıyla çene kemiklerine veya dişler yoluyla periodontal ligament ve alveolar kemiğe iletilerek kemiğin morfolojisini şekillendirir (6).

Fonksiyonel ortopedik tedavi amacıyla kullanılan apareyler “fonksiyonel ortopedik apareyler” olarak adlandırılmaktadır. Sınıf II fonksiyonel ortopedik apareyler, mandibulayı öne ve aşağıya konumlandırarak yumuşak doku ve kaslarda gerilim oluşturur. Bu gerilime bağlı olarak iletilen kuvvetler, dişsel ve iskeletsel yapılarda büyüme modifikasyonu ve diş hareketi sağlayarak mandibular yetersizlik vakalarının tedavisini destekler (5).

Fonksiyonel uyarıları modifiye eden bu apareylerin temel amacı çene konum bozukluklarını düzeltmek ve çene gelişim paternini normale yönlendirmektir. Bu nedenle hastanın büyüme paterninin, adaptasyon kapasitesinin ve büyüme-gelişim döneminin doğru değerlendirilmesi tedavi başarısında kritik bir öneme sahiptir. Fonksiyonel ortopedik apareyler, genellikle erken dönem düzeltici tedavi stratejileri kapsamında tercih edilmektedir (5,6).

Fonksiyonel apareyler hareketli ve sabit olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Hareketli apareyler arasında en yaygın kullanılanlardan biri olan twinblok apareyi alt ve üst

çene için iki ayrı akrilik parçadan oluşur ve mandibulayı aşağı konumlandırmayı sağlayan eğik düzlem şeklinde ısıрма blokları içerir (7).

Hareketli apareyler hasta tarafından takılıp çıkarılabilir apareylerdir. Bu durum ağız hijyeninin daha kolay sağlanması ve apareyin yapım sürecinin daha basit olması gibi avantajlar sunar. Ancak bu apareylerin hacimli yapıları nedeniyle konuşma ve yutkunma sırasında zorluk yaratması, sabit mekaniklerle birlikte kullanılamaması ve tedavi sürecinin hasta iş birliğine bağlı olarak uzayabilmesi dezavantajlar arasında yer almaktadır (8,9).

Son yıllarda estetik olan şeffaf plaklarla yapılan tedaviler oldukça yaygınlaşmıştır. Şeffaf plaklar diş hizalamasının yanı sıra “hassas kanatlar” olarak adlandırılan üst ve alt çene hizalayıcılarda bulunan bukkal çıkıntılar aracılığıyla alt çenenin ileri konumlandırılmasını da mümkün kılmaktadır. Bu yapı Sınıf II maloklüzyonlu hastalarda büyüme modifikasyonu sağlamak amacıyla hareketli fonksiyonel apareylere benzer bir mekanizma ile çalışmaktadır (10,11).

Takıp çıkarılabilir şeffaf plaklar üretim ve tedavi planlamasının laboratuvarında gerçekleştirilmesi sayesinde hekimin hasta başında geçirdiği süreyi azaltır. Ayrıca sabit tedavilerin özel ve sosyal günlerde devam etme zorunluluğu yetişkin hastalarda tedaviyi erteleme veya vazgeçme gibi durumlara yol açabilirken şeffaf plakların çıkarılabilir olması, günlük yaşamda ve özel anlarda hastaya önemli bir konfor sağlar (12).

Çalışmamızın amacı, Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip hastalarda twinblok ve şeffaf plaklarda mandibular ilerletme apareyinin iskeletsel ve dentoalveolar etkilerini karşılaştırmaktır.

Çalışmamızın başlangıç hipotezi; ‘Twinblok ile şeffaf plaklarda mandibular ilerletme apareyinin iskeletsel ve dentoalveolar etkileri arasında fark yoktur.’ şeklinde kurulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tanımı ve Sınıflandırılması

Sınıf II maloklüzyon, ilk kez Angle (3) tarafından 1899 yılında tanımlanmıştır. Bu tanıma göre maksiller birinci molar referans alınarak mandibular birinci moların maksiller birinci molarlara göre daha distal bir pozisyonda konumlanmasıdır. Angle (3), Sınıf II maloklüzyonları üç gruba ayırarak sınıflandırmıştır: Sınıf II Bölüm 1, Sınıf II Bölüm 2 ve Sınıf II Subdivizyon. Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon, protrüziv maksiller keserler ve artmış overjet ile karakterize edilirken Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyon, retrüziv maksiller keserler ve artmış overbite ile tanımlanır. Sınıf II Subdivizyon ise bir tarafın Sınıf I, diğer tarafın Sınıf II maloklüzyon göstermesiyle ayırt edilir (4).

Angle'ın yalnızca dişsel ilişkiyi temel alan sınıflaması, iskeletsel kökenli Sınıf II maloklüzyonların tanımlanmasında yetersiz kalmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte lateral sefalogramların klinik ortodontide yaygın kullanımı bu görüntüler üzerinden kafa kaidesine göre maksillo-mandibular ilişkinin değerlendirilmesini mümkün kılmıştır (13).

Günümüzde iskeletsel sınıflandırmada en yaygın olarak Steiner'in sınıflandırılması kullanılır. Steiner, maksilla ve mandibulanın birbirlerine ve kafa kaidesine göre konumlarını baz alarak maloklüzyonları sınıflandırmıştır. Kafa kaidesine göre maksillanın konumunu Sella-Nasion-A noktası (SNA) açısına göre, mandibulanın konumunu Sella-Nasion-B noktası (SNB) açısına göre ve her iki çenenin birbirlerine göre olan konumlarını A noktası-Nasion-B noktası (ANB) açısına göre belirlemiştir (14). Sınıf II maloklüzyonlarda ANB açısı artmış, SNA açısı normal ve/veya artmış, SNB açısı ise azalmıştır (15). Steiner'a göre normal değerler SNA açısı için 82°, SNB açısı için 80° ve ANB açısı için 2°'dir (14). Gazilerli (16) doçentlik tezinde bu açıların Türk çocuklarındaki ideal değerleri bulmak için bir çalışma yapmıştır. SNA'nın ortalama değerini 81°, SNB'nin ortalama değerini 78° ve ANB'nin ortalama değerini 3° olarak bildirmiştir. ANB açısı 1° ile 5° arasında olan bireyleri iskeletsel sınıf I ilişkiye sahip olarak bulmuştur.

ANB açısının 5°den büyük olması ve artmış overjet sınıf II maloklüzyonların bulgusudur. Sagittal yönde mandibula maksillaya göre daha geride konumlanmıştır.

İskeletsel sınıf II maloklüzyonlar maksiller fazlalık, mandibular yetersizlik veya her ikisinin kombinasyonu şeklinde karşımıza çıkabilir (17).

2.2. Epidemiyoloji

Farklı bölgelerde yapılan çalışmalar Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların yaygın bir şekilde görüldüğünü göstermektedir.

Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi'nin "Tedavi Öncesi İndeksi" verilerine göre 6-11 yaş grubunda bu maloklüzyonun görülme oranı %17, 12-17 yaş grubunda ise %15 olarak bildirilmiştir (18). Ast ve arkadaşlarının (19) 15-18 yaş aralığında 1413 lise öğrencisi üzerinde gerçekleştirdiği araştırmada katılımcıların %23,8'inde Sınıf II maloklüzyon saptanmıştır. Graber (20) bazı izole etnik gruplarda Sınıf II anomalilere rastlanmadığını, Güney Afrikalılarda ise bu oranın %2,7 olduğunu belirtmiştir. Soh ve arkadaşları (21) ise Asyalı erkeklerde Sınıf II anomalilerin diğer maloklüzyonlara göre daha yüksek oranda görüldüğünü rapor etmiştir.

Türkiye'de yapılan çalışmalarda Sarı ve arkadaşları (22) bireylerin %81'inde anomali tespit etmiş, bu anomaliler arasında Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon oranını %15,9, Sınıf II Bölüm 2 oranını ise %4,3 olarak bildirmişlerdir. Sayın ve Türkkahraman (23) Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun görülme sıklığını %19, Sınıf II Bölüm 2'nin ise %5 olarak rapor etmiştir. Gelgör ve arkadaşlarının (2) Anadolu'dan seçilen 2329 birey üzerinde yaptığı başka bir çalışmada Sınıf I grubu bireylerin %34,9'unu, Sınıf II Bölüm 1 grubunun ise popülasyonun %40'ını oluşturduğu belirtilmiştir.

2.3. Etiyoloji

Deformiteye neden olan faktörler ortadan kaldırılmadıkça etkili bir tedavi mümkün olmayacağı için öncelikli olarak maloklüzyonun etiyolojisinin belirlenmesi gereklidir (24). Sınıf II maloklüzyonlar genetik, çevresel ve ırksal faktörleri içeren multifaktöriyel bir etiyolojiye sahiptir (25). Bu etkenler çevresel ve genetik faktörler olarak 2 grupta incelenebilir.

2.3.1. Genetik Faktörler

Kalıtsal özellikler, bir ebeveyninden gelen genetik faktörler veya her iki ebeveynin genetik özelliklerinin kombinasyonu yoluyla bireyde benzer ya da değiştirilmiş özellikler ortaya çıkarabilir. Ayrıca gen havuzlarının bir popülasyon içinde karışması, mevcut özellikleri değiştirebilir veya yeni özelliklerin oluşumuna neden olabilir (4).

Ülgen (26), iskeletsel Sınıf II maloklüzyonu fossa glenoidalisin, nazomaksiller kompleksin ve vertikal alveolar kemik gelişiminin alt çenenin kondiler kemik gelişimi ile dengelenmesi gerektiğini belirtmiştir. Alt çene kondiler gelişiminin yetersiz kalması durumunda bu denge bozulur ve iskeletsel Sınıf II anomali oluşur.

İkizler üzerinde yapılan bir araştırmada monozigot ikizlerde Sınıf II maloklüzyon görülme olasılığı %68, dizigotik ikizlerde ise %24 olarak bildirilmiştir. Bu sonuç aynı genotipe sahip bireylerde dahi farklı maloklüzyonların ortaya çıkabileceğini göstermektedir (27).

Nakasima ve arkadaşları (28), Sınıf II maloklüzyonun genetik faktörlerini araştırarak 96 lateral ve frontal röntgen üzerinde yaptıkları incelemede aileler ve çocuklar arasında yüksek bir korelasyon tespit etmiş ve genetik yapının bu maloklüzyonun oluşumunda önemli bir rol oynadığını belirtmiştir.

2.3.2. Çevresel Faktörler

Sınıf II maloklüzyonun ortaya çıkmasında çevresel faktörler önemli role sahiptirler.

Süt dişlerinin konjenital eksikliği, çürük nedeniyle erken kaybı veya restorasyonların yer tutucu işlevini yerine getirememesi maksiller ark boyutunun kısılmasına neden olabilir. Bu durum daimî üst birinci molar dişin meziyale kayması, rotasyonu ve devrilmesiyle sonuçlanarak distal kapanış yani Sınıf II molar kapanışa yol açabilir (29). Ayrıca üst birinci molar dişlerin alt birinci molar dişlerden önce sürmesi de Sınıf II ilişkiye neden olabilir (30).

Parmak emme gibi kötü alışkanlığı olan bireylerde üst kesici dişlerde protrüzyon ve mandibular arkta gelişim geriliği meydana gelir. Üst kesici dişlerin ileri konumlanmasıyla

oluşan boşluğa alt dudak yerleşir ve bu durum protrüzyonu daha da artırır. Protrüzyonun çok belirgin olduğu durumlarda dudakların kapanması zorlaşabilir veya tamamen kapanmayabilir (24). Bishara (4), üst kesici dişlerdeki protrüzyon sonucu oluşan boşluğa alt dudağın yerleşmesinin kas aktivitesindeki hatalı fonksiyonla birlikte overjet artışına neden olduğunu bildirmiştir.

Nazal tıkanıklık, adenoid büyümesi veya ağız solunumu alışkanlığı yanak kaslarında aşırı kontraksiyona yol açarak maksillada darlık oluşmasına ve mandibulanın aşağı ve geriye rotasyonu ile birlikte kraniyofasiyal morfolojinin bozulmasına neden olabilir (31,32).

Ağız solunumu yapan bireylerde genellikle Sınıf II maloklüzyonun yanı sıra posterior çapraz kapanış ve anterior açık kapanış da sıkça görülmektedir (32).

Yanlış yutkunma Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların etiyolojisinde etkili bir faktördür. Yutkunma sırasında dilin kesici dişler arasına yerleşmesi ve protrüzyonu artırıcı yönde kuvvet uygulaması Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun ilerlemesine ve şiddetinin artmasına neden olmaktadır (24).

Shetty ve arkadaşları (33), Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip 4590 çocuk üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada etiyolojik faktör olarak dil itimli yutkunmayı belirlemişlerdir.

2.4. Sınıf II Maloklüzyonların Dental ve İskeletsel Özellikleri

2.4.1. Dental Özellikleri

Edward Angle (3), Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonu molarların Sınıf II kapanışta olması, artmış overjet ve daralmış maksiller ark ile tanımlamıştır. Ayrıca maksiller kesici dişlerin labiale eğimli olması bu maloklüzyonla sıkça ilişkilendirilmiştir. Angle, overbite ilişkisinin ise artmış veya azalmış şekilde değişkenlik gösterebileceğini ifade etmiştir.

Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonda;

- Maksiller keserlerde protrüzyon
- Artmış overjet
- Mandibular keserlerde retrüzyon

- Artmış keserler arası açısı
- Maksiller molarlarda mezializasyon görülmektedir (4,34,35).

Al-Khateeb ve Al-Khateeb (36) Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların oluşumunda maksiller protrüzyon ve mandibular retrüzyonun kombinasyonu olduğunu rapor etmişlerdir. Aynı zamanda alt keserlerde protrüzyon görülmesi ile keserler arası açısı azalmaktadır.

2.4.2. İskeletsel Özellikleri

Araştırmacılar perioral kasların kraniyofasiyal morfolojiyi etkilediğini ve maloklüzyonların oluşumuna katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir (37,38). Mentalis ve buksinatör kaslarının yutkunma sırasında anormal kas aktivitesi sergilemesi dil pozisyonunda değişikliklere, maksiller posterior bölgede daralmaya ve üst ile alt kesici dişlerin eğiminde bozulmalara yol açabilir (4).

Ahlgren (39), Sınıf II Bölüm 1 anomalilere sahip bireylerde maksimum oklüzyon sırasında normal bireylere kıyasla daha düşük elektromiyografik aktivite tespit etmiş ancak istirahat durumunda her iki grup arasında benzer bulgular gözlemlemiştir.

ANB açısının 5°den büyük olması ve artmış overjet sınıf II maloklüzyonların bulgusudur. Sagittal yönde mandibula maksillaya göre daha geride konumlanmıştır (17). Birçok araştırmacı morfolojik özellikleri farklı perspektiflerden ele almış ve değerlendirmiştir (40,41).

Fisk ve ark. (41), Sınıf II Bölüm 1 anomalilerde görülen olası 6 olası morfolojik varyasyonları şu şekilde özetlemiştir;

1. Maksilla ve maksiller dişler kafa tabanına göre daha anteriorda konumlanmıştır.
2. Maksillanın konumu doğru iken maksiller dişler daha anteriorda konumlanmıştır.
3. Mandibular gelişimi yeterli değildir.
4. Mandibulanın boyutu normal iken daha posteriorda konumlanmıştır.
5. Mandibulanın konumu doğru iken mandibular dişler daha posteriorda konumlanmıştır.

6. Bütün yukarıdaki durumların kombinasyonları görülebilmektedir.

Drelich (40), Sınıf II Bölüm 1 anomaliye sahip bireyler ile normal bireylerin sefalometrik görüntülerini karşılaştırdığı çalışmada;

- Benzer ön kafa kaide uzunluğuna sahip bireylere bakıldığında Sınıf II Bölüm 1 anomaliye sahip bireylerde mandibula uzunluğu daha kısadır.
- Sınıf II Bölüm 1 anomaliye sahip bireylerde çene ucu daha geride konumlanmıştır.
- Sınıf II Bölüm 1 anomalide alt posterior yüz yüksekliği daha kısadır ve mandibular düzlem açısı daha diktir.

İskeletsel Sınıf II maloklüzyonlar maksiller fazlalık, mandibular yetersizlik veya her ikisinin kombinasyonu şeklinde karşımıza çıkabilir (17).

2.4.2.1. Maksiller Fazlalık

Anteroposterior yönde aşırı gelişim gösteren maksilla vakalarında mandibula genellikle normal konumda bulunur. Orta yüz bölgesinin (burun, infraorbital alan ve üst dudak) öne çıkması, yüz konveksitesinde artışa yol açar. Sefalometrik incelemelerde SNA ve ANB açıları artarken SNB açısı normal değerler gösterir. A noktası, nasion noktasından Frankfurt horizontal düzleme indirilen dikmenin (N-perp) önünde yer alır ve maksillanın uzunluğu (Co-A) sagittal yönde artış gösterir. Bu durum diğer Sınıf II anomalilerde olduğu gibi protrüze mandibular keserler, dar transversal maksilla, artmış overjet ve bu overjetin neden olduğu dental kompanzasyonlarla (uzayan alt keserler ve derin kapanış) karakterizedir. Şiddetli uyumsuzluklarda alt dudak maksiller keserlerin palatinalinde konumlanabilir (4).

Maksilla vertikal yönde aşırı gelişim gösterdiğinde üst çenenin posterior bölgesinin uzaması kesici diş bölgesinde açık kapanış ile sonuçlanır. Maksillanın dik yönde fazla büyümesi ise “gummy smile” (dişeti gülümsemesi) oluşumuna neden olabilir. Maksillanın anteroposterior veya vertikal yönde aşırı gelişim gösterdiği her iki durumda da mandibulanın posterior rotasyonu gerçekleşir ve bu durum Sınıf II maloklüzyonun ortaya çıkmasına yol açar(15).

Blair (42) ve Rothstein (34) ise mandibulanın normal konum ve boyutta olduğunu maksillanın protrüzyonundan dolayı anomali görüldüğünü bildirmişlerdir.

2.4.2.2. Mandibular Yetersizlik

Mandibulanın geride konumlanması veya boyutunun küçük olması mandibular yetersizlik ile ilişkilendirilebilir ve bu durum sefalometrik analizde mandibulanın aşağı ve arkaya rotasyonu ile karakterizedir. Nazolabial açı genellikle normaldir. Aşırı artmış overjet vakalarında alt dudak üst kesici dişlerin palatinalinde konumlanır, bu da normal dudak kapanışını engelleyerek alt dudağın devrik bir görünüme ve belirgin labiomenta kırma yol açar (15).

Ramus ve korpus boyunun kısa olduğu mandibular yetersizlik vakalarında azalmış arka yüz yüksekliği ve SNB açısı gözlenirken artmış mandibular düzlem açısı, ANB açısı, konveksite açısı ve overjet de sıklıkla rapor edilmektedir (15).

Mandibular yetersizlik bazen normal veya artmış ramus boyutuna rağmen kısa mandibular korpus ile de ortaya çıkabilir. Çene ucu belirginliğinin artması nedeniyle Artiküler-Pogonion mesafesi normal değerlere sahiptir. Sefalometrik analizde artmış posterior yüz yüksekliği, azalmış anterior yüz yüksekliği ve düz mandibular düzlem açısı gözlenir. Bu bireylerde artmış overbite, retrüzyv maksiller kesici dişler ve azalmış overjet ile karakterize bir Sınıf II maloklüzyon görülür (15).

Mandibular yetersizliğin bir diğer varyasyonu ise mandibulanın geride konumlanmasıdır. Bu durum sella açısında artışa yol açar ve glenoid fossa daha posteriora yerleşir. Ramus boyu, korpus boyu ve alt yüz yüksekliği normal olmasına rağmen maksilla ile mandibula arasındaki sagittal uyumsuzluk Sınıf II maloklüzyona neden olur (15).

Valinoti (43), iskeletsel Sınıf II maloklüzyonların oluşumunda hem maksiller protrüzyonun hem de mandibular retrüzyonun etkili olduğunu belirtmiştir. Ancak Sınıf II maloklüzyonların oluşumunda çoğunlukla mandibular retrüzyonun sorumlu olduğunu vurgulamıştır. Mandibular retrüzyondan sorumlu üç ana faktör şu şekilde tanımlanmıştır:

1. Glenoid fossanın sella tursikaya göre daha geride konumlanması,
2. Ramusun kısa olması,

3. Artmış gonial açısı.

McNamara (44) bir çalışmasında retrognatik mandibulanın Sınıf II maloklüzyonların oluşmasındaki ana sebep olduğunu belirtmiştir. Daha az oranla maksiller protrüzyonun etkisi de vardır. Yaklaşık vakaların yarısında artmış vertikal gelişim olduğunu da ifade etmiştir.

2.4.2.3. Maksiller Fazlalık ve Mandibular Yetersizliğin Kombinasyonu

Sınıf II maloklüzyonlar, maksiller fazlalık ve mandibular yetersizlik kombinasyonu sonucu oluşabilirler. Bu durumlarda yukarıda anlatılan genel özellikleri gösterebilirler (4).

2.5. Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyonların Tedavi Yöntemleri

Sınıf II maloklüzyonların tedavisi hastanın yaşı, büyüme ve gelişim dönemi, maloklüzyonun etiyojisi, çeneler arasındaki uyumsuzluğun şiddeti, dişsel ve iskeletsel yapıdaki morfolojik değişiklikler, hastanın iş birliği ve beklentileri gibi faktörlere bağlı olarak farklı apareyler ve tedavi planlamaları ile gerçekleştirilir (45). Diğer ortodontik tedavilerde olduğu gibi öncelikle klinik muayene, sefalometrik analiz, çalışma modelleri ve fotoğraflar incelenerek vakaya en uygun tedavi planı belirlenmelidir (6).

Sınıf II maloklüzyon tedavisinde mevcut maloklüzyon faktörlerinin değerlendirilmesinin ardından genellikle üç ana tedavi yöntemi tercih edilebilir (46).

- Kamuflej tedavisi
- Ortognatik cerrahi
- Büyüme modifikasyonu

2.5.1. Kamuflej Tedavisi

Kamuflej tedavisi, iskeletsel yapıyı değiştirmeden ortodontik diş hareketleri ile estetik görünüm ve oklüzyonu kabul edilebilir bir düzeye getirmeyi amaçlar, böylece altta yatan

iskeletsel maloklüzyon maskelenir (15). Bu tedavi diş çekimli veya çekimsiz olarak uygulanabilir. Büyüme ve gelişimin tamamlanmış olduğu bireylerde hafif ve orta şiddetli uyumsuzluklarda premolar çekimli kamuflej tedavisi veya sabit fonksiyonel apareyler (Herbst, Forsus, Jasper Jumper) kullanılabilir (47). Çekimli tedavide maksiller 1. küçük azı dişin çekimiyle maksiller kesici ve kanin dişlerin retrakte edilmesi, overjetin azaltılması ve molar ilişkisinin düzeltilmesi hedeflenir (15). Çekimsiz tedavilerde ise üst çenede distalizasyon sağlamak için pendulum, pendex, minivida destekli distalizasyon mekanikleri, zigomatik ankrajlar veya headgear gibi apareyler tercih edilir (48).

2.5.2. Ortognatik Cerrahi

Erişkin hastalarda ortognatik cerrahi tedavi, ortodontik tedaviyle düzgün oklüzyon sağlanmasına rağmen yüz estetiğinin yeterli düzeyde elde edilemediği durumlarda veya maloklüzyonun diş hareketleriyle kamufle edilemeyecek kadar şiddetli olduğu vakalarda tercih edilir. Cerrahi yaklaşım genellikle sagittal split osteotomi veya mandibular distraksiyon osteogenezi ile mandibulanın öne alınması şeklinde uygulanır. İskeletsel uyumsuzluğun ciddi olduğu veya maksillanın önde konumlandığı durumlarda ise mandibular ilerletme ile maksiller osteotomi birlikte yapılabilir (49).

2.5.3. Büyüme Modifikasyonu

Büyümesi devam eden bireylerin tedavisi için büyüme modifikasyonu önerilmektedir (47). Bu yaklaşımda ekstraoral apareyler, fonksiyonel apareyler veya her iki yöntemin kombinasyonu kullanılabilir (15).

Fonksiyonel tedavi felsefesi aşağıdaki teoriler üzerine temellendirilmiştir:

Wolff prensibine göre fonksiyonel uyarılar kemiğin dokusal yapısını etkileyerek matematiksel bir düzen içerisinde morfolojik değişikliklere yol açar (26).

Muzy (50), büyüme ve gelişimi açıklayan iki teori ortaya koymuştur:

- Enerjivital teori, canlıların daha iyi şekil almaya eğilimli olduğunu ancak bu eğilimin engelleri aşacak kadar güçlü olmadığını savunur. Gelişim engel ortadan kalkana kadar duraklar ve sonrasında devam eder.
- Lienplastik teori ise temas halindeki iki kemiğin birbirini etkilediğini belirtir; örneğin kondildeki bir değişiklik glenoid fossayı da etkiler.

Moss'un (51) "Fonksiyonel Matriks Teorisine" göre her fonksiyonel ünite, kemik ve çevresindeki yumuşak dokularla bir bütün oluşturur. İskelet yapılarındaki değişiklikler fonksiyonel matrikste meydana gelen değişimlere bağlıdır.

Var olan düzende organ ve fonksiyon arasında bir denge bulunur. Sürekli fonksiyonel uyarılar bu dengeyi bozmadığı için kemik morfolojisinde değişiklik oluşturmaz. Ancak şartlandırılmış uyarılar dengeyi bozarak kemikte morfolojik değişikliklere yol açar (26).

Fonksiyonel çene ortopedisinde büyüme ve gelişim dönemindeki bireylerde kasların istirahat halindeki tonuslarının aparey yardımıyla aktive edilmesiyle oluşan kuvvet çene kemiklerine iletilir. Bu kuvvet kemikte rezorpsiyon ve apozisyonel süreçleri başlatarak dokusal değişimlere ve çene büyüme-gelişiminin yönlendirilmesine olanak tanır (26,52).

Woodside (53), fonksiyonel apareylerin alt çene gelişim geriliğine bağlı Sınıf II maloklüzyonların tedavisindeki etki mekanizmalarını şu şekilde sıralamıştır:

1. Dentoalveolar değişiklikler
2. Orta yüzün öne doğru büyümesinin sınırlandırılması
3. Mandibulanın büyüme kapasitesinin artırılması
4. Kondiler büyüme yönünün yukarı ve öne doğru büyümesinin posteriora yönlendirilmesi
5. Ramus formasyonunda rotasyon
6. Mandibular büyümenin aşağı ve öne yönünden horizontal eksene kaydırılması
7. Nöromüsküler anatomi ve fonksiyondaki değişimlerle kemik yapımının yeniden şekillenmesinin sağlanması
8. Glenoid fossa konumunda öne ve yukarı adaptif değişimlerin sağlanması.

Sınıf II iskeletsel anomalilerin büyüme modifikasyonunda genel olarak ağız dışı apareyler, fonksiyonel apareyler ve çeneler arası elastikler olmak üzere başlıca üç çeşit ortodontik aparey kullanılmaktadır (15).

Maksiller fazlalığa bağlı Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde ağız dışı apareyler (headgear gibi) kullanılabilir (4). Headgear ile yukarı ve arkaya uygulanan kuvvet, maksiller suturalarda baskı oluşturarak kemik apozisyon paternini değiştirir; böylece maksillanın öne ve aşağı büyümesi ile posterior dişlerin mezial ve oklüzal yönde sürmesi engellenir (15,35).

Mandibular yetersizlik kaynaklı Sınıf II maloklüzyonlarda ise mandibular büyümeyi teşvik eden fonksiyonel apareyler tercih edilir (54). Maksiller fazlalık ve mandibular yetersizliğin birlikte bulunduğu durumlarda ekstraoral kuvvetler ve fonksiyonel apareylerin kombinasyonu kullanılabilir.

2.6. Fonksiyonel Apareyler

Fonksiyonel ortopedik tedavi, ağız çevresi kaslarının fonksiyonel aktiviteleri sırasında oluşan kuvvetlerin fonksiyonel apareyler aracılığı ile çene ve diş yapılarına iletilmesiyle alt çenenin sagittal ve vertikal konumlarının düzenlenmesini amaçlar (8). Bu tedavi kas aktiviteleri sonucu oluşan biyomekanik streslerin kemikte hücresel aktiviteyi artırarak kemik remodellingine katkı sağlaması esasına dayanır (55).

Fonksiyonel apareyler, mandibula üzerinde postüral etkiler oluşturarak çeneler arası morfolojik ve fonksiyonel uyumu iyileştirmeyi hedefler. Ayrıca kas dengesizliklerini düzeltir, yumuşak doku tonusunu optimize eder ve oro-nazofarengeal işlevlerde gelişim sağlar. Bu aygıtlar çenelerin ideal konumlanmasını destekleyerek iskeletsel büyüme ve gelişimi yönlendirmede etkin bir rol oynar (56).

Hasta kooperasyonuna göre fonksiyonel apareyler hareketli ve sabit olmak üzere 2 grupta incelenebilir.

2.6.1. Hareketli Fonksiyonel Apareyler

Hareketli fonksiyonel apareylerin kökeni Kingsley'in 1879 yılında mandibulanın öne konumlanmasını sağlamak amacıyla geliştirdiği ilk aparey tasarımına dayanmaktadır. Daha sonra Pierre Robin ve Andresen tarafından farklı tasarımlarla uygulanmış ancak temel

olarak alt çenenin geride olduğu bireylerde çeneler arası ön-arka ilişkiyi düzeltmeye yönelik benzer bir felsefe benimsenmiştir (57).

Bu apareyler hasta tarafından takılıp çıkarılabilir olmaları nedeniyle ağız hijyeninin kolay sağlanması, düşük maliyet, yapım kolaylığı ve dudak fonksiyonlarında iyileşme gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca karma dişlenme döneminde kullanılabilmesi ve çürük riskini azaltmaları da önemli faydaları arasında yer alır. Bununla birlikte büyük yapıları nedeniyle konuşma ve yutkunmayı zorlaştırmaları, sabit mekaniklerle birlikte kullanılamamaları, diş hareketlerinin kontrolünde sınırlı etkileri ve tedavinin hasta kooperasyonuna bağlı olması gibi dezavantajlara sahiptir (8,9).

Hareketli fonksiyonel apareylerin alt dişler ve lingual mukoza ile geniş temas alanları, mandibulanın öne doğru uyarılmasında sabit apareylere göre daha etkili olmalarını sağlar. Ancak bu apareylerin yalnızca büyüme dönemi bireylerde etkili olması, tedavi başarısının büyük ölçüde hasta iş birliğine bağlı olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır (58).

2.6.1.1. Aktivatör

İskeletsel Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde kullanılan ilk fonksiyonel aparey olan “Andresen Aktivatörü,” 1908 yılında Viggo Andresen tarafından Norveç’te geliştirilmiştir (59). Andresen, bu apareyi başlangıçta pekiştirme amacıyla kullanmış, ardından tedavi edici etkilerini fark ederek Sınıf II maloklüzyonlarda uygulamaya başlamıştır. Başlangıçta Hawley benzeri bir plağa mandibulayı öne konumlandırarak şekilde akrilik eklenerek tasarlanan bu aygıt daha sonra Andresen ve Haupl tarafından geliştirilmiştir. Mandibular kaslar üzerindeki etkisi nedeniyle “aktivatör” adı verilmiştir(60). Sınıf II maloklüzyonun tedavisinde kullanılan, mandibulayı birkaç milimetre öne almayı hedefleyen, lingual bölgede uzantıları bulunan ve kapanışı 3-4 mm açacak şekilde tasarlanmış gevşek uyumlu diş destekli pasif bir hareketli apareydir. Bu aparey tekrar eden ileri kapatma hareketleriyle kasların yeniden eğitilmesine katkıda bulunan bir egzersiz apareyi olarak işlev görmektedir (57,61).

2.6.1.2. Bionatör

1950'li yıllarda Balters, Andresen aktivatör apareyini modifiye ederek mandibulayı önde konumlandıran ve “bionatör” adını verdiği bir aparey geliştirmiştir. Bu apareyin Andresen aktivatöründen temel farkı palatal bölgedeki akriliğin yerini bir coffin spring almasıdır. Akrilik kısmın azaltılmasıyla apareyin hacmi küçülmekte ve bu da hastanın konuşma yetisini daha az kısıtlamaktadır (62).

Balters, dil ve perioral kaslar arasındaki dengenin dental arkın şekli ve dişlerin kapanışından sorumlu olduğunu ileri sürmüştür. Normal kraniofasiyal gelişim için dilin fonksiyonel bir alana ihtiyaç duyduğunu savunmuştur. Mandibulanın ileri konumlandırılmasıyla ağız boşluğunun genişlediği, dilin posterior kısmının yumuşak damakla temas ettiği, dudakların kapanışının sağlandığı ve bu mekanizmalar sayesinde maloklüzyonun düzeldiği rapor edilmiştir (61).

2.6.1.3. Monoblok

Monoblok, 1902 yılında Pierre Robin tarafından tasarlanmıştır. İlk olarak “Pierre Robin Sendromu” adı verilen ve mandibular gerilik, dudak-damak yarığı ile karakterize bireylerde dilin hipofarenkse kaçmasını engellemek ve solunumu rahatlatmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu sendrom glossopitozis (adenoid yüz tipi, ektomorfik yapı, ağız solunumu alışkanlığı, yüksek ve dar damak) gibi belirtilerle ilişkilidir (57).

Bu aparey Kingsley’in hareketli plaklarının bir modifikasyonu olup alt ve üst plakların oklüzal düzlemde birleştirilmesiyle oluşan, her iki çeneyi de kavrayan tek parçalı bir akrilik splintten oluşmaktadır. Ayrıca mandibulanın önde ve aşağıda konumlanmasını sağlayan lingual bölgede bir uzantısı bulunmaktadır. Bu tasarım hem mandibular pozisyonun düzeltilmesini hem de hava yolu açıklığının korunmasını destekleyerek etkili bir tedavi yöntemi sunmaktadır (17).

2.6.1.4. Frankel

Frankel (8), maloklüzyonların temel etiyolojik nedeninin hatalı postür ve zayıf orofasiyal kas aktivitesi olduğunu ileri sürmüştür. Rolf Frankel tarafından tasarlanan bu aparey paslanmaz çelik teller ve akrilik yastıklardan oluşmaktadır. Paslanmaz çelik teller iskeletsel tutuculuğu sağlarken akrilik yastıklar dudak ve yanak kuvvetlerini alveolar kaideler ve dişlerden uzaklaştırır. Bu tasarım periosteal dokularda stimülasyon sağlayarak ortopedik etkilerin elde edilmesine olanak tanır (63).

Frankel apareyi farklı maloklüzyon tiplerinin tedavisinde etkili bir şekilde kullanılabilmektedir ve bu doğrultuda dört farklı sınıfa ayrılmıştır (64):

- FR I Apareyi: Sınıf I ve Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların tedavisinde kullanılır.
- FR II Apareyi: Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonların tedavisinde tercih edilir.
- FR III Apareyi: Sınıf III maloklüzyonların tedavisinde kullanılır.
- FR IV Apareyi: Openbite ve bimaksiller protrüzyonların tedavisinde uygulanır.

2.6.1.5. Twinblok

Twinblok, günümüzde yaygın olarak Sınıf II maloklüzyonların tedavisi amacıyla kullanılan hareketli fonksiyonel apareylerden biridir ve ilk kez 1988 yılında Clark tarafından geliştirilmiştir. Bu aparey alt ve üst çenelerde kullanılan iki ayrı akrilik plak ve mandibulayı öne konumlandırmaya yardımcı olan birbiriyle 70° açıyla kilitlenen eğik düzlem şeklindeki ısırma bloklarından oluşur (7).

Maksiller plak, molar bölgeyi kaplayan bir akrilik blok içerir. Maksiller birinci büyük azılarda Adams kroşeler, premolar bölgede ise tutuculuğu artırmak amacıyla damla kroşeler bulunur. Mandibular plak ise alt nalı şeklinde tasarlanmıştır ve ikinci premolarlara kadar uzanır. Molar bölgede oklüzal yüzey kaplanmamış olup dişlerin erüpsüyonuna engel olmaz. Mandibular birinci küçük azılar bölgesinde kroşeler ile tutuculuk sağlanır ve tutuculuğu artırmak için lateral dişler ile kaninler arasına ek damla kroşeler yerleştirilir (Resim 1) (65,66).



Resim 1. Twinblok apareyi.

Twinblok apareyi, çiğneme kuvvetleri dahil olmak üzere dentisyonu etkileyen tüm fonksiyonel kuvvetleri optimize ederek en iyi sonucu sağlamak amacıyla tüm gün kullanım için tasarlanmıştır. Aparey ağızdayken eğik düzlemler sayesinde hastanın çenesini geriye doğru kapatması engellenir. Eğik düzlemlerin yerleşimi ile kassal alışkanlıklar hemen değişmeye başlar. Çiğneme kasları mandibulayı önde tutan bu pozisyona rehberlik ederek değişen oklüzal kuvvetlere uyum gösterir. Bu süreç hızlı bir yumuşak doku adaptasyonu ile sonuçlanır (67,68).

Twinblok apareyinin en önemli avantajlarından biri ihtiyaca göre modifiye edilebilmesidir. Örneğin mandibulanın öne alınması sırasında maksillada transversal bir darlık meydana gelirse maksiller parçaya genişletme vidası eklenerek bu durum düzeltilebilir. Ayrıca maksiller keser dişlerin protrüzyonu istenirse üst santral keserlere tork destekleri ile anterior bir vida birlikte yerleştirilebilir. Bu modifikasyon özellikle retrüziv santral keserler ve protrüziv lateral keserler gibi durumlarda oldukça faydalıdır (67).

Aparey kullanılmaya başlandığında hastanın yüz profili belirgin bir şekilde iyileşir. Ayrıca dudak, yanak ve dil yastıklarının bulunmaması normal fonksiyonların serbestçe devam etmesine olanak tanır (69).

2.6.2. Sabit Fonksiyonel Apareyler

Sabit fonksiyonel apareyler, hareketli apareylerin hasta kooperasyonuna bağlı olma dezavantajını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Sürekli ağızda bulundukları için alt çeneye kesintisiz kuvvet uygularlar ve bu sayede çeneler arası ilişkide hızlı bir düzelme sağlanabilir (9,70). Apareyin etkisi 24 saat boyunca sürdüğü ve sabit tedavi ile uygulanabildiği için tek aşamada tedavi imkânı sunarak tedavi süresini kısaltır (71).

Sabit apareyler, hareketli apareylere kıyasla daha hafif bir yapıya sahip olup sürekli kuvvet uygulamaları sayesinde daha etkili sonuçlar alınmasını sağlar. Ayrıca boyutlarının daha küçük olması hastanın çiğneme, konuşma ve yutkunma gibi fonksiyonlarını rahatça gerçekleştirmesine olanak tanır. Bu apareyler hasta kooperasyonuna ihtiyaç duyulmaması ve uyum açısından daha konforlu bir kullanım sağlaması ile avantajlıdır. Ancak apareyde kırılma riski bulunması ve tedavi etkisinin daha çok dentoalveolar değişikliklerle sınırlı olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (71).

Sabit fonksiyonel apareylerin dezavantajları arasında alt kesici dişlerde protrüzyon, üst molar dişlerde rotasyon gibi istenmeyen diş hareketleri yer alır. Ayrıca rijit olan sabit fonksiyonel apareylerin yapıları nedeniyle mandibulanın lateral hareketlerini kısıtlayabilirler. Bunun yanı sıra apareylerde kırılma riski bulunmakta ve yumuşak dokularda yaralanmalara neden olabilmektedirler. Bu faktörler tedavi planlamasında dikkatle değerlendirilmelidir (66,72).

Sabit fonksiyonel apareyler esnekliklerine göre rijit, esnek ve hibrit apareyler olarak 3 grupta sınıflandırılır.

Rijit sabit fonksiyonel apareyler kırılmaya karşı yüksek dirençleriyle öne çıkmakla birlikte elastik özellik taşımadıkları için mandibulayı sürekli önde konumlandırmaya zorlar. Sentrik oklüzyonda kapanışa izin vermeyen bu apareyler yalnızca açma-kapama hareketlerine olanak tanır ve lateral hareketleri kısıtlar, bu da kullanım konforunu azaltabilir. Ayrıca uyguladıkları yüksek kuvvetler destek dişlerde travma riskini artırabilir ve apareyde kırılmalara yol açabilir (71). Bu grupta yer alan rijit sabit fonksiyonel apareylere örnek olarak Herbst apareyi, Ritto apareyi, Mandibular Anterior Konumlandırıcı Aparey (MARA) ve Fonksiyonel Mandibular İlerletici Aparey gösterilebilir (71,73).

Esnek sabit fonksiyonel apareyler yapısal olarak esnek bir tasarıma sahiptir. Rijit sabit fonksiyonel apareylerde görülen lateral hareketlerde kısıtlılık ve destek dişlerde travma gibi olumsuz özellikler bu esnek yapılı aygıtlarda bulunmaz (73). Bu gruba örnek olarak Jasper Jumper, Forsus Nitinol Flat Spring, Bite Fixer, Adjustable Bite Corrector gösterilebilir.

Hibrit sabit fonksiyonel aygıtlar, yarı rijit ve yarı esnek bir yapıya sahiptir. Bu esnekliği, sahip oldukları piston sistemindeki açık yaylar sağlamaktadır. Rijit aygıtlar kadar güçlü iskeletsel etkiler oluşturmazlar da kullanım açısından daha kolaydırlar. Bununla birlikte bu aygıtların etkilerinin yaklaşık %90'ı dentoalveolar düzeyde tanımlanmıştır

(71,74). Forsus Fatigue Resistans Device, Twin Force, Eureka Spring bu gruptaki apareylere örnek gösterilebilir.

Bacetti'nin (74) 2009 yılında yaptığı araştırmada mandibular yetersizlik bulunan Sınıf II maloklüzyonlarda sabit fonksiyonel aygıtların etkileri şu şekilde sıralanmıştır:

1. Kondil bölgesinde yeniden şekillenme
2. Glenoid fossada yapısal değişiklikler
3. Kondilin fossa içindeki pozisyonunun değişimi
4. Mandibular büyümenin yönlendirilmesi
5. Dentoalveolar düzeyde değişiklikler
6. Orta yüz bölgesindeki büyümenin sınırlanması.

2.6.3. Şeffaf Plaklar ile Yapılan Fonksiyonel Apareyler

Şeffaf plaklarla diş hareketleri sağlama prensibi, ilk olarak 1945 yılında Kesling tarafından ortaya konulmuştur. Kesling, sabit ortodontik mekaniklere ihtiyaç duyulmadan vakumla şekillendirilen şeffaf plaklarla küçük ölçekli diş hareketlerinin elde edilebileceğini öngörmüştür. Bu yaklaşım özellikle ortodontik tedavinin son aşamalarında kullanılan esnek positioner aygıtlarla uygulanmıştır. Ancak bu yöntem yoğun laboratuvar süreci ve yüksek hassasiyet gerektiren işlemleri içermektedir. Dişler mum eklemeleriyle manuel olarak yeniden konumlandırılmakta ve her bir hareket için seri halinde plakların üretilmesi zorunlu hale gelmektedir. Bu teknik yalnızca sınırlı ve basit diş hareketlerinin gerçekleştirilmesine olanak tanır (75).

Şeffaf plak uygulamalarının gelişimi, 1959 yılında Marshall ve Horvay tarafından “Vacuum Former” adı verilen basınçlı kalıplama cihazının üretilmesiyle başlamıştır (76). Nahoum(77), 1960 yılında bu cihazı kullanarak ilk şeffaf plakları üretmiş, bu plakları bir hasta üzerinde uygulamış ve tedavi sonuçlarını yayınlamıştır. Bu tedavi yöntemi yıllar içinde birçok araştırmacı tarafından geliştirilmiştir (76).

Şeffaf plaklar arasında en bilinenlerden biri Raintree Essix tarafından geliştirilen “Essix” plaklardır. Ayrıca 1971 yılında Ponitz (78), “Invisible Retainer” adı verilen plastik bir cihazdan bahsetmiş ve bu apareyin belirli ölçüde diş hareketi sağlayabildiğini ifade

etmiştir. Bu gelişmeler şeffaf plak uygulamalarının ilerlemesine önemli katkılar sağlamış ve yöntemin yaygınlaşmasına öncülük etmiştir.

1980'lerde yetişkin hastaların ortodontik tedavisinde dişlere sıkıca oturan, vakumla şekillendirilmiş şeffaf termoplastik plakların kullanımı yaygınlaşmıştır. Termoplastik materyalin plastik özellikleri nedeniyle yalnızca küçük miktarlarda diş hareketi sağlanabilmektedir. Daha fazla diş hareketi elde etmek için yeni bir plak yapılmakta veya mevcut plak yeniden şekillendirilebilmektedir. Bu durum belirli sıcaklıklara kadar ısıtılmış penslerle plakların yeniden şekillendirilmesi sayesinde kolaylaştırılmıştır ve böylece birden fazla plak üretme gerekliliği azalmıştır. Termoplastik plaklar ısıtılmış penslerle yeniden şekillendirildiğinde en fazla 3 mm kadar gerilime dayanabilmekte, daha yüksek gerilimler plakların incelererek kuvvet uygulama kabiliyetini kaybetmesine yol açmaktadır. Bunun yanı sıra yeniden şekillendirilmiş plaklar yalnızca sınırlı ve kontrolsüz diş hareketlerine neden olabilmektedir. Daha geniş ve kontrollü diş hareketlerinin gerektiği durumlarda dişleri kademeli olarak hareket ettiren plak serilerine dayalı yeni teknikler geliştirilmiştir (5).

Align Technology, 1997 yılında invisalign şeffaf plak sistemini tanıtmış ve bu yenilikçi teknoloji 1999 yılından itibaren ortodontistler tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Santa Clara, California'da kurulan Align Technology mühendisler ve ortodontistlerden oluşan bir ekip tarafından geliştirilmiştir. Ekip önceki yıllarda şeffaf plak üretimine ilişkin mevcut fikirleri bilgisayar destekli tasarım (CAD)/ bilgisayar destekli üretim (CAM) teknolojisi ile birleştirerek dişleri hizalamak için takip çıkarılabilen bir seri plak üretmiştir. CAD/CAM teknolojilerini kullanan ilk ortodontik tedavi yöntemi olan bu sistem, her diş hareketi için ayrı bir model üretme gerekliliğini ortadan kaldırarak tek bir ölçüden çok sayıda diş düzeni oluşturulmasını mümkün kılmıştır. Invisalign 1998 yılında piyasaya tanıtılmış ve 2000 yılında klinik kullanıma sunulmuştur (79).

Tedavi sırasında her bir plak, dişlerin bir önceki plağa kıyasla düzeltilmiş bir konumda olacak şekilde tasarlanır. Her diş, morfolojisi ve kök yüzey alanına bağlı olarak hareket ettirilmesi için gereken optimal kuvvet miktarına göre özelleştirilebilir. Diş hareketinin miktarı bireyin sahip olduğu kemiğin fizyolojik özelliklerine göre belirlenir. Hareketin başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için plak dişin kron yüzeyine tam olarak oturmalı ve dişe mükemmel şekilde uyum sağlamalıdır. Tedavi ilerledikçe hekim plakların uyumluluğunu değerlendirerek hastanın plak kullanım alışkanlıkları hakkında bilgi edinebilir. Diş ile şeffaf plak arasındaki uyumsuzluğun en yaygın nedeni hastanın plak kullanımının yetersiz olmasıdır. Bununla birlikte eksik ya da hatalı yapılan arayüz aşındırma

(IPR) uygulamaları, yetersiz kron yüksekliği veya ataşmanın yanlış pozisyonda yapıştırılması gibi faktörler de uyumsuzluğa yol açabilir (80).

Son yıllarda İnvisalign mandibular ilerletme aparey (MA) sistemi, şeffaf plaklar aracılığıyla hem alt çenenin öne konumlandırılmasını hem de eşzamanlı olarak dişlerin hizalanmasını mümkün kılarak geleneksel fonksiyonel apareylerin etkisini estetik ve konforla birleştiren modern bir tedavi seçeneği sunmaktadır. İnvisalign MA sistemi, mandibular retrüzyona bağlı Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde etkinliği kanıtlanmış olup estetik görünüm, yüksek hasta konforu ve dijital planlama ile sağlanan uygulama hassasiyeti açısından geleneksel tedavi yöntemlerine göre önemli avantajlar sağlamaktadır (10,11,81). Bu sistem alt çeneyi anteriora yönlendirmek amacıyla birinci molar ve ikinci premolarlar arasına yerleştirilen bukkal konumlu “hassas kanatlar” aracılığıyla etki gösterir. Bu kanatlar twinblok apareyinden farklı olarak oklüzal değil, bukkal yönde konumlandırılmış olup vertikal yöndeki açılmaları sınırlandırarak hastanın normal ağız açıklığını korumasına olanak tanır. Bu özellik, tedavi süresince hasta konforunu artıran önemli bir biyomekanik avantaj sunar (Resim 2) (82,83).



Resim 2. Invisalign mandibular ilerletme apareyi (MA).

İnvisalign MA hem ortopedik hem de ortodontik etkilere sahip olup fonksiyonel tedavi prensiplerini dijital teknolojiyle birleştirerek büyüme çağındaki bireylerde etkili sonuçlar elde edilmesini hedefler. Aynı zamanda aktif plak komponenti sayesinde anterior bölgede diş hareketleri gerçekleştirilirken posterior bölgede büyüme modifikasyonu da sağlanabilmektedir (84).

Fonksiyonel tedavilerdeki oklüzal düzeydeki iyileşmeler hem iskeletsel hem de dental değişikliklerin bir kombinasyonu ile elde edilir. Bununla birlikte literatürde İnvisalign MA sisteminin iskeletsel etkilerinin geleneksel fonksiyonel apareylere kıyasla daha sınırlı olabileceği ifade edilmektedir (10). Sabouni ve arkadaşları (85), İnvisalign MA ile sağlanan

iskeletsel değişikliklerin ölçülü düzeyde kaldığını ve tedavi etkisinin büyük ölçüde dentoalveoler düzeyde gerçekleştiğini bildirmiştir.

Sistemin uygulanabilirliği özellikle büyüme-gelişim döneminde olan bireylerle sınırlı olup geç karma ya da daimî dişlenme dönemindeki Sınıf II maloklüzyon vakalarında önerilmektedir. Ancak premolar ve molar bölgede süpernümerer diş varlığı gibi anatomik engeller, hassas kanatların ideal konumlandırılmasını zorlaştırarak istenmeyen kuvvet dağılımlarına yol açabileceğinden önemli bir kontraendikasyon oluşturmaktadır. Ayrıca mandibular ilerletme öncesinde posterior çapraz kapanış, 8 mm ve üzeri overbite, üst birinci molarların 20 dereceyi aşan mezial rotasyonu veya azalmış overjet ile karakterize Sınıf II Bölüm 2 olguların öncelikle ortodontik olarak düzeltilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (84).

2.7. Fonksiyonel Tedaviye Başlama Zamanı

Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde tedaviyi etkileyen en önemli faktörlerden biri büyüme dönemidir. Ancak maloklüzyonun oluşumunda yüz yapısı, dişsel gelişim, alt ve üst çene büyümesi gibi çeşitli etkenler de rol oynadığı için bu faktörler tedavi planlamasında göz önünde bulundurulmalıdır (86). Fonksiyonel ortopedik tedavi ile istenen sonuçların elde edilmesi ve bu sonuçların kalıcı olması tedaviye başlama zamanının doğru belirlenmesine bağlıdır. Bu konuda yapılan birçok araştırmaya rağmen Sınıf II maloklüzyonların tedavisine başlamak için en uygun zaman hâlâ tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir.

Sınıf II maloklüzyonların tedavi zamanlaması konusunda iki farklı görüş bulunmaktadır: Erken tedavi ve geç tedavi yaklaşımları. Erken tedavi yaklaşımında, ortodontik tedavi preadölesan dönemde (8-11 yaş) başlatılmakta ve bu süreçte kesicilerin seviyelenmesi, molar ilişkisinin düzeltilmesi ve overjet/overbite miktarlarının azaltılması hedeflenmektedir. Bu ilk fazı takiben adölesan dönemde (12-15 yaş) oklüzyonun tam olarak düzeltilmesi ve tedavinin sonlandırılması amaçlanmaktadır (87–89). Geç tedavi yaklaşımında ise tüm düzeltmeler adölesan dönemde gerçekleştirilmekte ve tedavi tek fazda tamamlanmaktadır (90,91).

Faltin ve arkadaşlarının (62) yaptığı bir çalışmada, bionatör apareyi ile tedavi edilen prepubertal ve pubertal dönem hastalarının uzun dönem sonuçları incelenmiş ve en uygun tedavi zamanının pubertal büyüme atağından hemen önce olduğu savunulmuştur. Björk (92) ise aktivatör tedavisinin en etkili olduğu dönemin süt dentisyon aşaması (4-7 yaş) olduğunu

belirtmiştir. Daimî dentisyon döneminde hızlı alveolar kaide gelişimi görülse de bu dönemde tedavi etkinliği sınırlı olacağı için şiddetli Sınıf II Bölüm 1 vakalarda tedaviye erken başlanması gerektiğini ifade etmiştir. Benzer şekilde, Tofani (93), Harvold (94) ve Hotz (95) fonksiyonel tedavide iskeletsel ve dental gelişimden en üst düzeyde faydalanmak için tedavinin prepubertal dönemde yapılması gerektiğini savunmuşlardır.

Hsieh ve çalışma arkadaşları (96), tedaviye erken dönemde başlanmasının tedavi süresini uzattığını bu durumun hasta ve ailesinin psikolojisi üzerinde olumsuz etkiler yaratarak tedavi başarısını azalttığını belirtmişlerdir. Doruk ve Göyenç (97), headgear ve monoblok tedavisiyle daimî dentisyon başlangıcında hatta MP3 cap döneminden sonra bile etkili sonuçlar alınabileceğini ifade etmişlerdir. Pancherz (98), Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların tedavisinde daimî dentisyon döneminde yapılan tedavinin hem süre hem de sonuç açısından erken veya geç karma dentisyon döneminde yapılan tedaviden daha avantajlı olduğunu savunmuştur.

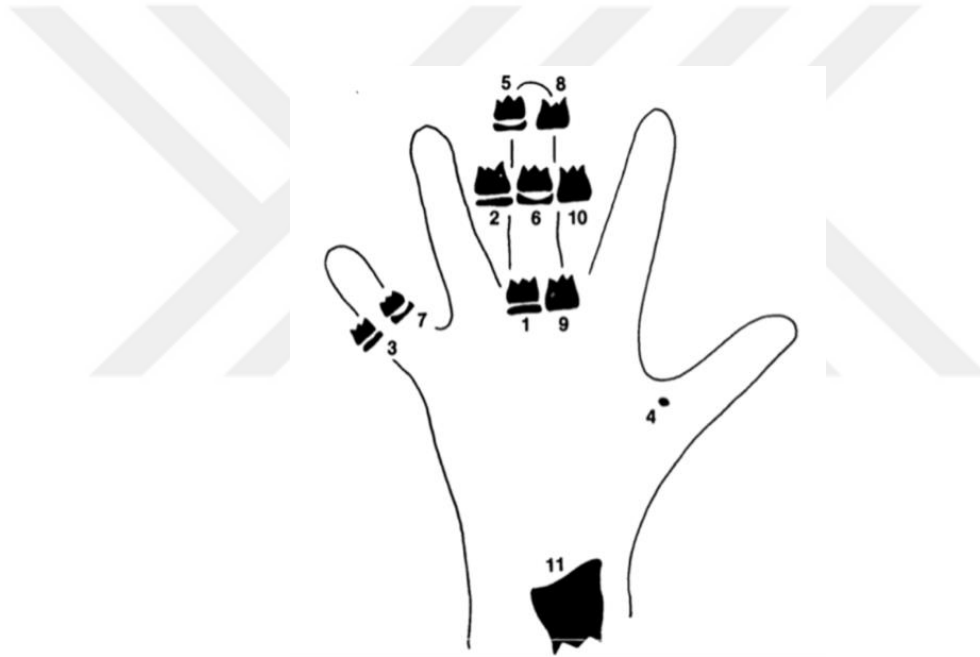
Baccetti ve arkadaşları (99), twinblok apareyinin kraniyofasiyal yapılar üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmada en uygun tedavi zamanının pubertal büyüme atağı dönemi veya hemen sonrası olduğunu bildirmiştir. Pubertal dönemde yapılan tedavinin erken döneme kıyasla daha fazla iskeletsel değişim sağladığını ve alt çene uzunluğu ile ramus yüksekliğinde daha belirgin artışlara yol açtığını rapor etmişlerdir.

2.8. Büyüme ve Gelişimin Değerlendirilmesi

Tedaviye başlama zamanının doğru belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak kronolojik yaş iskeletsel maturasyonu değerlendirmek için güvenilir bir yöntem değildir. Bu nedenle bireyin büyüme ve gelişim döneminin hangi aşamada olduğunu tespit etmek amacıyla alternatif yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Bu yöntemlerden biri kemik maturasyonunun radyolojik incelemelerle değerlendirilmesidir (100,101). Ortodontide iskeletsel maturasyonun belirlenmesinde en yaygın kullanılan teknikler el bilek grafileri ve sefalometrik filmlerdir.

2.8.1. El-Bilek Grafileri

El-bilek radyografileri, büyüme ve gelişimin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde el-bilek atlasları yardımıyla iskelet yaşı belirlenir veya el-bilek kemiklerinin kalsifikasyon süreçleri ve epifizyal değişimleri incelenerek maturasyon dönemi tespit edilir. El-bilek kemikleşmesini temel alan ilk atlas 1937 yılında Siegart tarafından yayımlanmıştır (102). Daha sonra Todd'un 1937'de başlattığı ve Greulich ile Pyle tarafından devam ettirilen çalışmalar sonucunda günümüzde yaygın olarak kullanılan Greulich-Pyle atlası 1950 yılında geliştirilmiştir (103). Bu değerlendirme için el-bilekteki 29 kemiğin kalsifikasyon durumu incelenmektedir (Şekil 1) (104).



Şekil 1. İskeletsel maturasyon belirteçlerinin gözleendiği bölgeler.

Sesamoid kemiğin kalsifikasyonunun tamamlanarak radyografide görülebilir hale gelmesi ve 3. parmak orta falanks epifizi ile diyafiz genişliklerinin eşit olması pubertal büyüme atağının başladığını göstermektedir. Pubertal büyüme hızının zirveye ulaştığı dönem, 3. parmak orta falanks epifizinin diyafizi kep gibi sarması ile belirlenir. Bu süreçten yaklaşık bir yıl sonra orta falanksın epifizi ile diyafizinin kaynaşması, pubertal büyümenin sona erdiğini ve post-pubertal dönemin başladığını işaret eder. Radius epifizinin diyafiz ile kaynaşması ise bireyin erişkin dönemine geçtiğini göstermektedir (Şekil 2) (17).



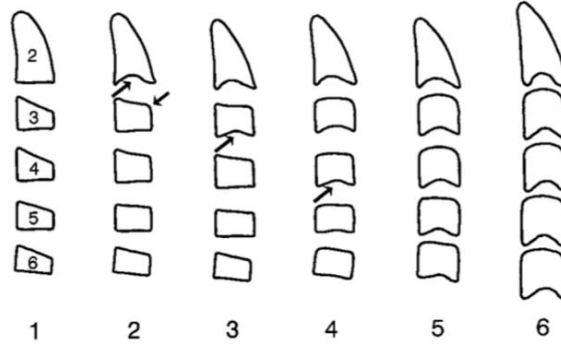
Şekil 2. Radyografik olarak iskeletsel olgunluğun belirlenmesi.

2.8.2. Sefalometrik Röntgenler

Lateral sefalometrik radyografiler, ortodontik tedaviye başlamadan önce teşhis ve tedavi planlaması amacıyla rutin olarak kullanılan aynı zamanda servikal vertebraların kolaylıkla değerlendirilebildiği bir görüntüleme yöntemidir. Geleneksel olarak bireylerin büyüme ve gelişim dönemlerinin belirlenmesinde altın standart olarak el-bilek radyografileri kullanılmıştır. Ancak büyüme ve gelişim dönemi servikal vertebra maturasyon aşamalarıyla da güvenilir bir şekilde tespit edilebilir (105).

Lamparski, büyüme ve gelişim döneminde servikal vertebralardaki değişiklikleri ilk fark eden araştırmacıdır. Daha sonra Hassel ve Farman, servikal maturasyonu altı evreye ayırmış ve bu yöntemin en az el-bilek radyografileri kadar güvenilir olduğunu bildirmişlerdir (106,107).

Büyüme atılımını belirlemek için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır ve bunlar arasında en etkili yöntemin Servikal Vertebra Maturasyon (CVM) indeksi olduğu ifade edilmiştir (66). Baccetti ve çalışma arkadaşları (101), 2000 yılında yaptıkları araştırmada servikal vertebra maturasyonunu beş evreye ayırmış ve bu sınıflandırmayı Servikal Vertebra Maturasyon (CVM) indeksi olarak adlandırmışlardır. Bu yöntemin diğer yöntemlere kıyasla daha avantajlı olduğu düşünülmektedir, çünkü yalnızca tek bir sefalometrik görüntü değerlendirme için yeterlidir. Analiz ikinci, üçüncü ve dördüncü servikal vertebralar üzerinde gerçekleştirilir (Şekil 3).



Şekil 3. Servikal vertebra maturasyon evrelerinin şematik gösterimi.

CVM I: C2, C3 ve C4 vertebraalarının alt kenarları düzdür. Bireylerin yaklaşık yarısında C2 vertebraasının alt kenarında konkavite görülebilir. C2 ve C3 vertebra gövdeleri yamuk şekline sahiptir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan en az bir yıl sonra beklenir.

CVM II: C2 ve C3 vertebraalarının alt kenarlarında konkavite görülür. C2 ve C3 vertebra gövdeleri yatay dikdörtgen şekline sahiptir. Mandibular büyüme atağı bu aşamayı takip eden bir yıl içinde gerçekleşir.

CVM III: C2, C3 ve C4 vertebraalarının alt kenarlarında konkavite vardır. C3 ve C4 vertebra gövdeleri yatay dikdörtgen şeklindedir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan 1-2 yıl önce tamamlanmıştır.

CVM IV: C2, C3 ve C4 vertebraalarının alt kenarlarında konkavite devam etmektedir. C3 veya C4 vertebraalarından en az biri kare şekline sahiptir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan en az bir yıl önce sona ermiştir.

CVM V: C2, C3 ve C4 vertebraalarının alt kenarlarında belirgin konkavite vardır. C3 veya C4 vertebraalarından en az biri dikey dikdörtgen şeklindedir. Diğer vertebra dikey dikdörtgen değilse kare şekline sahiptir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan en az iki yıl önce tamamlanmıştır.

Alt çene gelişiminin CVM II ve CVM III evrelerinde zirveye ulaştığı belirtilmiştir. Bu nedenle fonksiyonel tedavilerin CVM II ve CVM III evreleri arasında uygulanması en başarılı sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır (101).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Birey Seçimi

Bu tez çalışması retrospektif olup Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (2024/101).

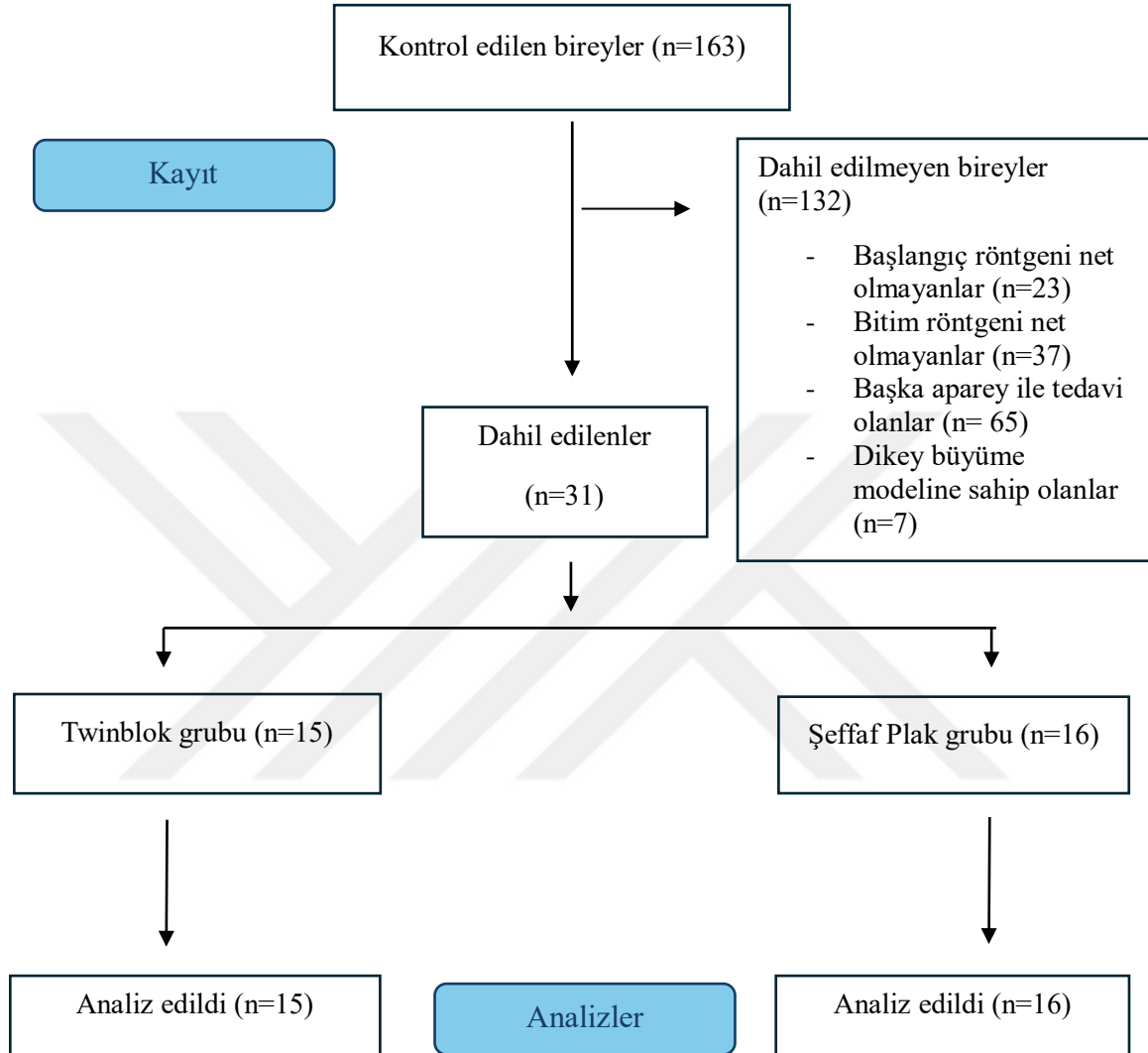
Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında literatürde konu ile benzerlik gösteren Bilgiç ve diğerlerinin (108) “Comparison of the effects of fixed and removable functional appliances on the skeletal and dentoalveolar structures” adlı makalesi referans alınmıştır. Power analizi protokolüne göre 0.46 etki büyüklüğü ve %95 güç düzeyinde yapılan hesaplamalar en az 22 bireyden oluşan bir örneklem önermektedir.

Çalışma için Ocak 2015 – Nisan 2024 tarihleri arasında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’ne başvurmuş ve sefalometrik görüntüleri alınmış 163 birey değerlendirilmiş, bunlardan yalnızca 31’i çalışmaya dahil edilmiştir. Başlangıç röntgeni net olmayan 23 birey, bitim röntgeni yetersiz olan 37 birey, farklı apareylerle tedavi edilen 65 birey ve dikey büyüme modeline sahip 7 birey çalışma dışı bırakılmıştır (Şekil 4).

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekildedir:

- Aktif büyüme döneminde olması
- Retrognatik mandibulaya bağlı gelişen Sınıf 2 Bölüm 1 maloklüzyona sahip olması
- Modifiye Baccetti sınıflamasına göre CVM2 ve CVM3 servikal vertebral maturasyon döneminde olması (101)
- Yatay veya normal büyüme modeline sahip olması
- Normal veya azalmış kesici diş-mandibular düzlem açısının olması
- Artmış overjet bulunması
- Daimî veya karma dişlenme döneminde olması
- Tedavide amacıyla twinblok veya şeffaf plaklarda mandibular ilerletme apareyinin kullanılmış olması

- Tedavi öncesi ve sonrası görüntü kalitesi iyi olan lateral sefalometrik röntgenlerin bulunması.



Şekil 4. Hasta akış şeması.

Çalışmaya dahil edilen bireyler twinblok grubu ve şeffaf plak grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Twinblok grubunda 9 kız ve 6 erkek olmak üzere toplam 15 birey, şeffaf plak grubunda ise 8 kız ve 8 erkek olmak üzere toplam 16 birey yer almıştır.

3.2. Apareylerin Tasarımı ve Uygulanması

Kliniğimizde twinblok apareyi için uygulanan rutin şu şekildedir:

Alt ve üst çene ölçüleri aljinat ölçü maddesi kullanılarak alınmakta ve bu ölçülerden sert alçıdan çalışma modelleri elde edilmektedir. Elde edilen modeller üzerinde diş kavsine uyumlu şekilde 6-7 mm kalınlığında mum blok hazırlanmaktadır. Hazırlanan mum blok hasta ağzına yerleştirilmekte ve alt çene sagittal yönde fonksiyonel aktivasyon miktarı yaklaşık bir premolar boyu kadar önde ve kesici dişler başa baş pozisyonda olacak şekilde konumlandırılmaktadır. Mumlu kapanış sırasında molar dişlerin süper Sınıf I veya Sınıf III ilişkide olmasına dikkat edilmiştir. Vertikal yönde ise mumlu kapanış, istirahat dikey boyutunun 2-3 mm kadar artırılmasıyla alınmaktadır. Daha sonra çalışma modelleri mumlu kapanış yardımıyla oklüzöre sabitlenmektedir.

Twinblok, alt ve üst çenelerde kullanılan iki ayrı akrilik plak ve mandibulayı öne konumlandırmaya yardımcı olan birbiriyle 70° açıyla kilitlenen eğik düzlem şeklindeki ısırma bloklarından oluşur. Maksiller parçada birinci molar dişlere adams kroşe, premolar dişler arasına damla kroşe ve kesici dişler bölgesine vestibül ark yerleştirilir. Maksiller parça posterior grup dişlerin palatinal yüzeyini kaplayacak şekilde tasarlanır ve sağ-sol bölgelerde ısırma blokları oluşturulur. Isırma bloklarının ön yüzeyleri 70 derece eğimle eğik düzlem biçiminde şekillendirilir. Üst çenede genişletme ihtiyacı olan bireylerde ekspansiyon vidası yerleştirilir ve bu vida orta hatta hatta ikinci küçük azılar hizasında konumlandırılır. Mandibular parça at nalı şeklinde ve çift taraflı olarak ikinci premolar dişlere kadar uzanacak şekilde tasarlanır. Mandibular birinci premolar dişlere adams kroşe uygulanır. Alt çenede ikinci premolarlardan kanin dişlere kadar uzanan ısırma blokları akrilik malzeme ile oluşturulur. Tüm dişlerin lingual ve palatinal yüzeyleri akrilikle kaplanır. Tüm kroşeler ve arkların bükümü için 0.7'lik paslanmaz tam yuvarlak çelik ark teli kullanılır.

Akrilik uygulama sırasında öncelikle alt çenedeki dişlerin lingual ve palatinal yüzeyleri akrilikle kaplanır ve mandibulanın öne gelmesini sağlayacak şekilde 70 derece açıyla eğimli bir yüzey oluşturulur. Polimerizasyon aşamasının ardından üst çene akrilik yüzeyi alt çenedeki eğimli yüzeye uyumlu olacak şekilde hazırlanır. Tedavinin başlangıcında (T0) ve fonksiyonel aparey kullanımı sona erdikten yani Sınıf I molar ilişkisi sağlandıktan hemen sonra (T1) lateral sefalometrik radyografiler çekilmektedir.

Kliniğimizde şeffaf plaklar için uygulanan rutin şu şekildedir:

Hastaların ağız içi ölçümleri dijital olarak alınmakta ve bu işlem için Trios Orthodontics (3Shape, Denmark) üç boyutlu tarama cihazı kullanılmaktadır. Ağız içi fotoğrafları ve anamnez bilgileri sisteme yüklenerek bir hasta reçete formu oluşturulur. Daha sonra hekimin talepleri doğrultusunda diş hareketlerini ardışık plaklarla düzeltecek bir sanal tedavi planı hazırlanır. Bu plan Invisalign sistemine kayıtlı hekimler için geliştirilmiş olan ClinCheck adlı program ile hekime gönderilir. ClinCheck tedavi planının 3 boyutlu bir sanal simülasyonunu sunar ve hekim bu planı kendi tedavi hedeflerine göre düzenleyebilir. Diş hareketleri istenen pozisyona ulaştığında tedavi planı onaylanır ve her bir adım için gereken dijital modellerden stereolitografik modeller üretilir. Bu modeller üretim merkezine gönderilir ve şeffaf plaklar hazırlanarak hekime teslim edilir.

Her bir plak ile dişlerde 0,25-0,33 mm hareket elde edilmesi hedeflenmektedir. Plakların planlanan diş hareketine bağlı olarak 7 veya 10 gün süreyle kullanılması önerilmektedir. Invisalign MA öncesinde rotasyonlu dişler, ark darlıkları, çapraz kapanışlar ve alt kesici dişlerde ekstrüzyon gibi ilerletmeyi engelleyebilecek durumlarda tedaviye Pre-MA Faz eklenir. Bu yaklaşım geleneksel apareylere kıyasla bir avantaj sağlamakta ve fonksiyonel tedaviyle eş zamanlı olarak diş hareketlerinin düzeltilmesine olanak tanımaktadır. Invisalign MA aşamasında, hassas kanatlar üst ve alt posterior bölgelerde konumlanmakla birlikte yerleri sabit değil dinamiktir ve mandibulanın hareketine bağlı olarak yer değiştirebilir. Genellikle her 8 plakta mandibulada 2 mm'lik bir ilerleme hedeflenmektedir. Aktivasyon miktarı hastanın anomalisine bağlı olarak hekim tarafından belirlenebilir. Sistem otomatik olarak kontrol edildiğinde dişler başa baş pozisyona gelene kadar aktivasyon sağlanır. Ancak hekim dilerse aktivasyon miktarını artırabilir.

İlk seansta hekimin gerekli düzenlemeleri yaparak plakların etkili bir şekilde çalışmasını sağladığı ve tutuculuğu artırmak amacıyla “ataşman template” kullanılarak dişlere geçici ataşmanlar eklenir. Ataşmanlar tedavi sonunda çıkarılmak üzere uygun dolgu materyali ile uygulanır. Tedavinin başlangıcında (T0) ve fonksiyonel aparey kullanımı sona erdikten yani Sınıf I molar ilişki sağlandıktan hemen sonra (T1) lateral sefalometrik radyografiler çekilmektedir.

3.3. Sefalometrik Filmlerin Değerlendirilmesi

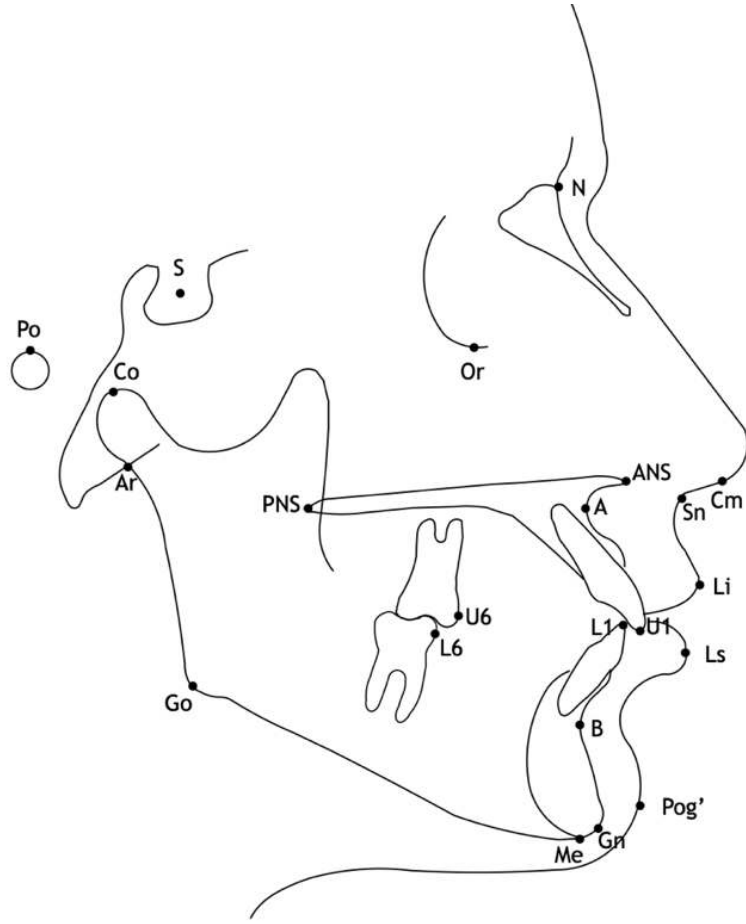
Çalışmamızda kullanılan tüm sefalometrik görüntüler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda bulunan Planmeca ProMax panoramik cihazı (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) kullanılarak elde edilmiştir. Sefalometrik röntgenler, Vistadent OC (DentSply Sirona, GAC International, Inc., Bohemia, NY, USA) kullanılarak aynı araştırmacı tarafından analiz edilmiştir.

3.3.1. Kullanılan Lateral Sefalometrik Noktalar

Bu çalışmada kullanılan sefalometrik referans noktaları ve bu noktalara ilişkin tanımlar aşağıda detaylı bir şekilde sunulmuş, ayrıca Şekil 5'te görsel olarak temsil edilmiştir.

1. Sella (S): Sfenoid kemiğin sella tursika yapısının merkez noktası; hipofiz bezinin bulunduğu bölge.
2. Nasion (N): Frontal kemiğin nazal kemiğe birleştiği nokta; kraniyofasiyal iskeletin orta hat noktasında yer alır.
3. Porion (Po): Dış kulak yolunun üst sınırındaki en üst nokta.
4. Orbitale (Or): Göz çukurunun (orbita) en alt kenarının en derin noktası.
5. Condylion (Co): Mandibular kondilin en üst ve arka noktasında yer alır.
6. Gonion (Go): Mandibulanın arka kenarı ile alt kenarının birleştiği açının en dış kısmındaki nokta.
7. Gnathion (Gn): Mandibulanın alt sınırının ve çene ucunun en ön-alt kısmında yer alan nokta.
8. Menton (Me): Mandibular simfizin en alt noktası.
9. Artikülare (Ar): Mandibular kondil ile temporal kemiğin birleşme noktasında, arka-alt kısmında yer alan nokta.
10. Anterior Nasal Spina (ANS): Sert damağın sagittal düzlemde en ön ve uç noktası.

11. Posterior Nasal Spina (PNS): Sert damağın sagittal düzlemde en arka ve uç noktası.
12. Subspinale (A): Anterior nasal spinanın altındaki konkav kemik yüzeyinin en derin noktası.
13. Supramentale (B): Pogonion ile mandibular kesici dişler arasındaki konkav kemik yüzeyinin en derin noktası.
14. U1: Üst en anteriordaki orta kesicinin insizal uç noktası
15. L1: Alt en anteriordaki orta kesicinin insizal uç noktası.
16. U6: Üst birinci moların mezial noktası.
17. L6: Alt birinci moların mezial noktası.
18. Yumuşak doku Pogonion (Pog'): Çene ucunun yumuşak dokusunda, ön-arka düzlemde en ileri noktası.
19. Li (Labiale Inferius): Alt dudağın yumuşak dokusunda, ön-arka düzlemde en ileri noktası.
20. Ls (Labiale Superius): Üst dudağın yumuşak dokusunda, ön-arka düzlemde en ileri noktası.
21. Kolumella (Cm): Burun ucunun alt kısmında, nazal septumun alt sınırındaki en ileri noktadır.
22. Subnazale (Sb): Burun septumu ile üst dudağın birleşim noktasıdır.



Şekil 5. Kullanılan sefalometrik referans noktaları.

3.3.2. Kullanılan Sefalometrik Düzlemler

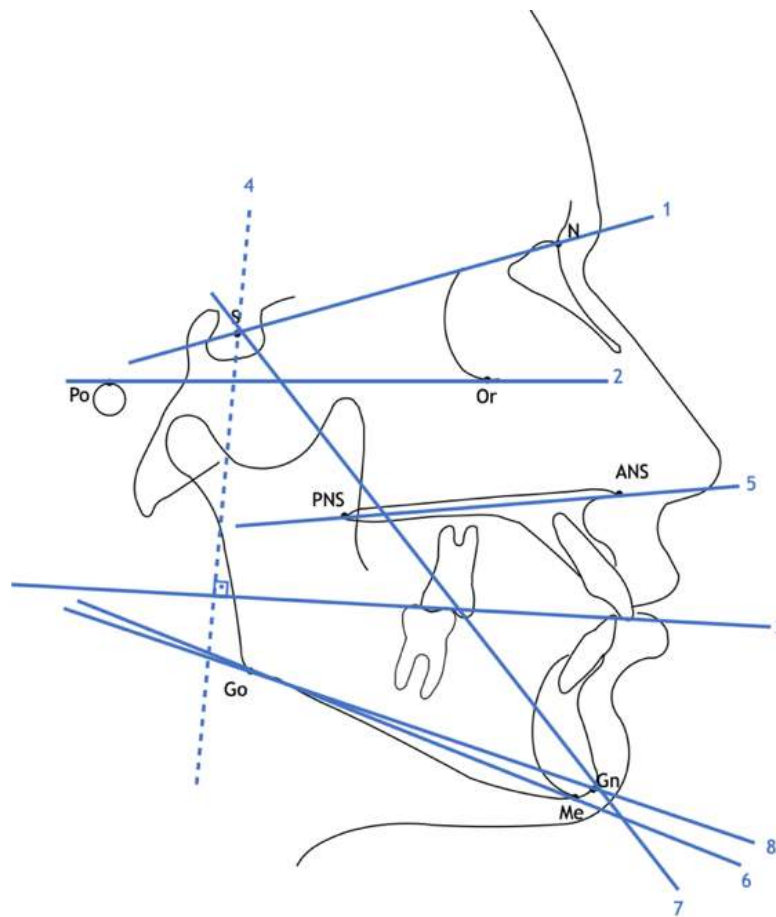
Bu çalışmada kullanılan sefalometrik referans düzlemleri ve bu düzlemlere ilişkin tanımlar aşağıda detaylı bir şekilde sunulmuş, ayrıca Şekil 6'da görsel olarak temsil edilmiştir.

1. Ön Kafa Kaidesi Düzlemi (SN): Sella ve Nasion noktalarından geçen referans düzlem.

2. Frankfurth Horizontal Düzlemi (FH): Porion ve Orbitale noktalarından geçen yatay referans düzlem.

3. Okluzal Düzlem (Occ): Alt ve üst kesici dişlerin kesici kenar noktalarını birleştiren doğru parçasının orta noktası ile üst birinci molar dişin meziobukkal tüberkülünün distal kenarındaki orta noktadan geçen düzlem.

8. Gonion-Gnathion Düzlemi (GoGn): Gonion ve Gnathiondan geçen düzlem.



Şekil 6. Kullanılan sefalometrik referans düzlemleri

3.3.3. Kullanılan Sefalometrik Ölçümler

3.3.3.1. İskeletsel Açısal Ölçümler

Bu çalışmada kullanılan sefalometrik iskeletsel açısal ölçümler Şekil 7’de gösterilmiştir.

1. SNA: Üst çene kaidesinin ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumunu gösteren açıdır.

2. SNB: Alt çene kaidesinin ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumunu gösteren açıdır.

3. ANB: Üst ve alt çenenin ön-arka yöndeki birbirleriyle ilişkisini ifade eden açıdır.

4. SN/GoGn (Alt Çene Düzlem Eğim Açısı): Kafa kaidesi düzlemi (SN) ile alt çene düzlemi (Go-Gn) arasında kalan açıdır.

5. Gonial açı: “Ar-Go” doğrusu ile “Go-Gn” doğrusunun oluşturduğu açıdır.

6. Sella açısı: “S-N” doğrusu ile “S-Ar” doğrusunun oluşturduğu açıdır.

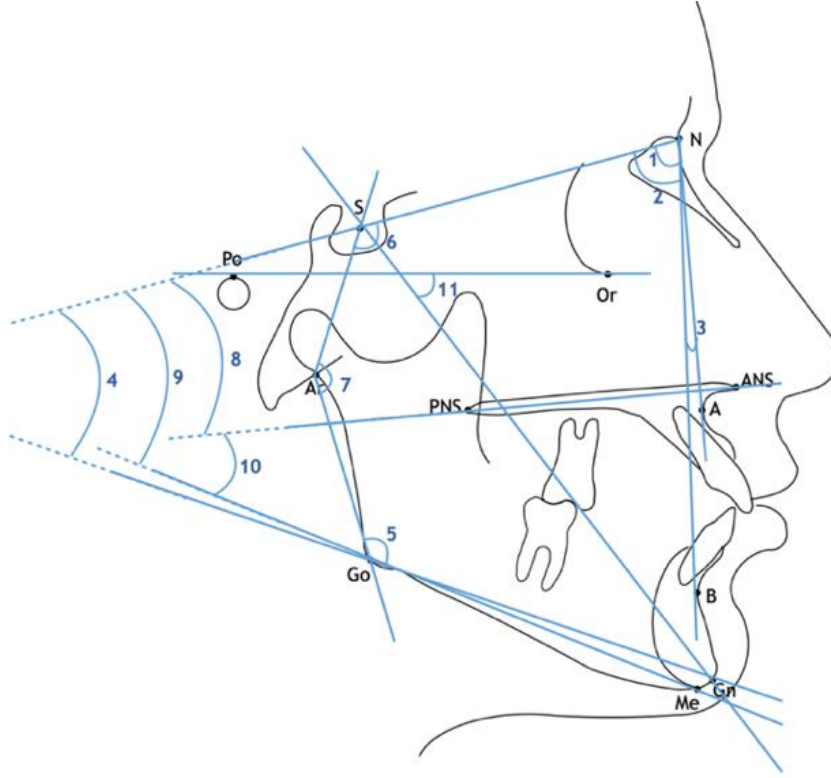
7. Artiküler açı: “S-Ar” doğrusu ile “Ar-Go” doğrusunun oluşturduğu açıdır.

8. SN/PP: Kafa kaidesi düzlemi (SN) ile palatal düzlem (PP) arasında kalan açıdır.

9. SN/MP: Kafa kaidesi düzlemi (SN) ile mandibular düzlem (MP) arasında kalan açıdır.

10. PP/MP: Palatal düzlem (PP) ile mandibular düzlem (MP) arasındaki açıdır.

11. Y açısı (SGn-FH): Y eksenini (SGn) ile frankfurth horizontal düzlemi arasında kalan açıdır.



Şekil 7. İskeletsel açısal ölçümler.

3.3.3.2. İskeletsel Doğrusal Ölçümler

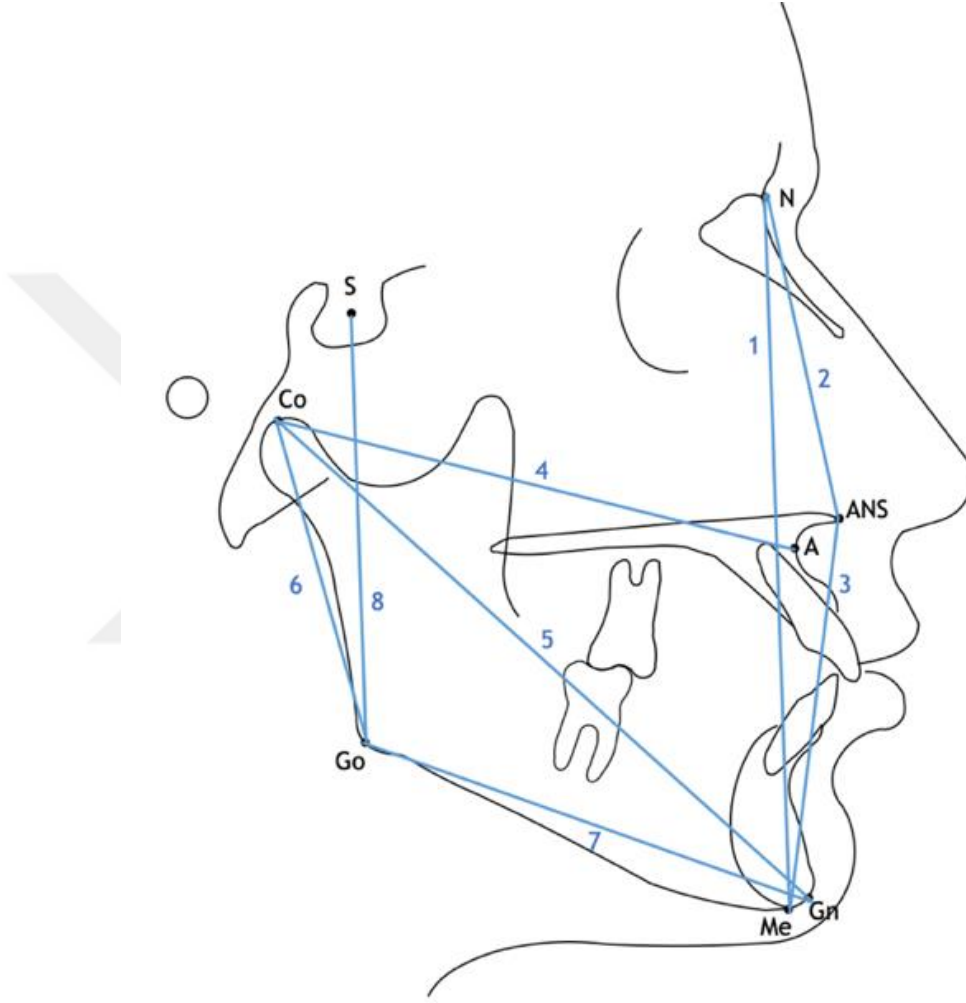
Bu çalışmada kullanılan sefalometrik iskeletsel doğrusal ölçümler Şekil 8'de gösterilmiştir.

1. N-Me (Total Ön Yüz Yüksekliği): Nasion ile menton noktaları arasındaki mesafe.
2. N-ANS (Üst Ön Yüz Yüksekliği): Nasion ile anterior nasal spina (ANS) noktaları arasındaki mesafe.
3. ANS-Me (Alt Ön Yüz Yüksekliği): Anterior nasal spina (ANS) ile menton noktaları arasındaki mesafe.
4. Co-A: Condylion noktası ile A noktası arasındaki mesafe. Efektif maksiller uzunluktur.
5. Co-Gn: Condylion noktası ile gnathion noktası arasındaki mesafe. Efektif mandibular uzunluktur.

6. Co-Go: Condylion noktası ile gonion noktası arasındaki mesafe. Ramus uzunluğudur.

7. Go-Gn: Gonion ile gnathion noktası arasındaki mesafe.

8. S-Go: Sella ile gonion arasındaki mesafe.



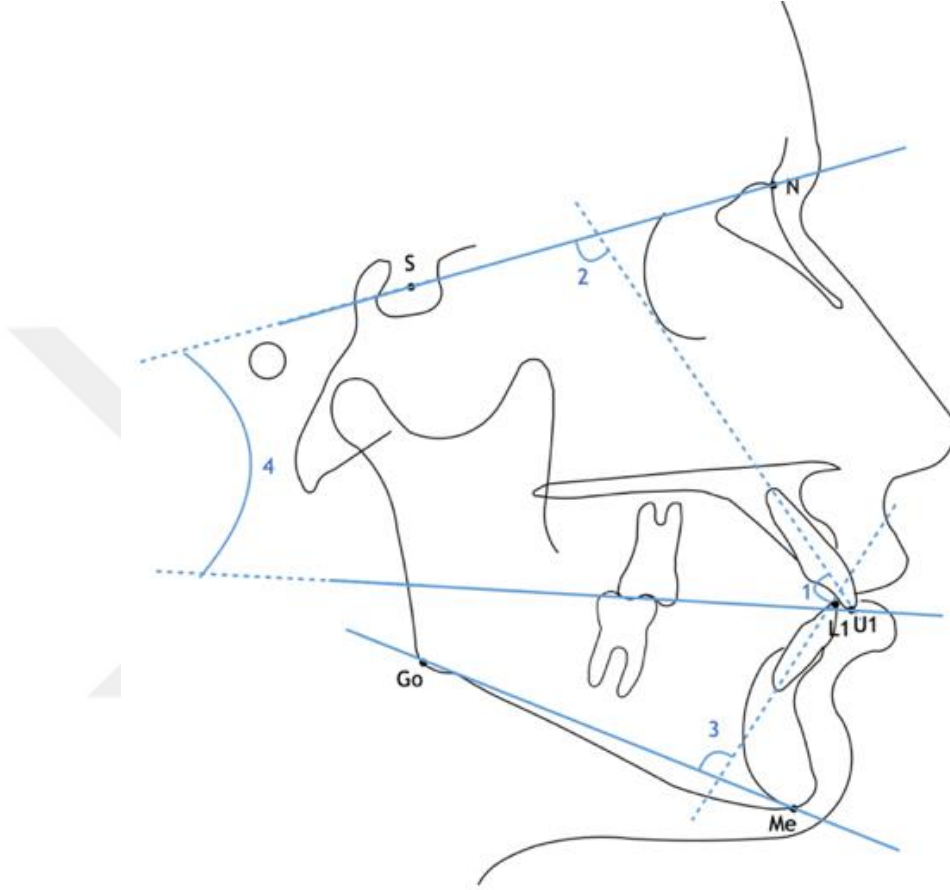
Şekil 8. İskeletsel doğrusal ölçümler.

3.3.3.3. Dental Açısal Ölçümler

Bu çalışmada kullanılan sefalometrik dental açısal ölçümler Şekil 9’da gösterilmiştir.

1. İnterinsizal açı: Üst orta kesici dişin uzun ekseni ile alt orta kesici dişin uzun ekseni arasında kalan açı.

2. U1/SN: Üst orta kesicinin uzun aksı ile SN düzlemi arasındaki açı.
3. L1/MP: Alt orta kesicinin uzun aksı ile mandibular düzlem arasındaki açı.
4. SN/Occ: SN düzlemi ile okluzal düzlem arasındaki açı.



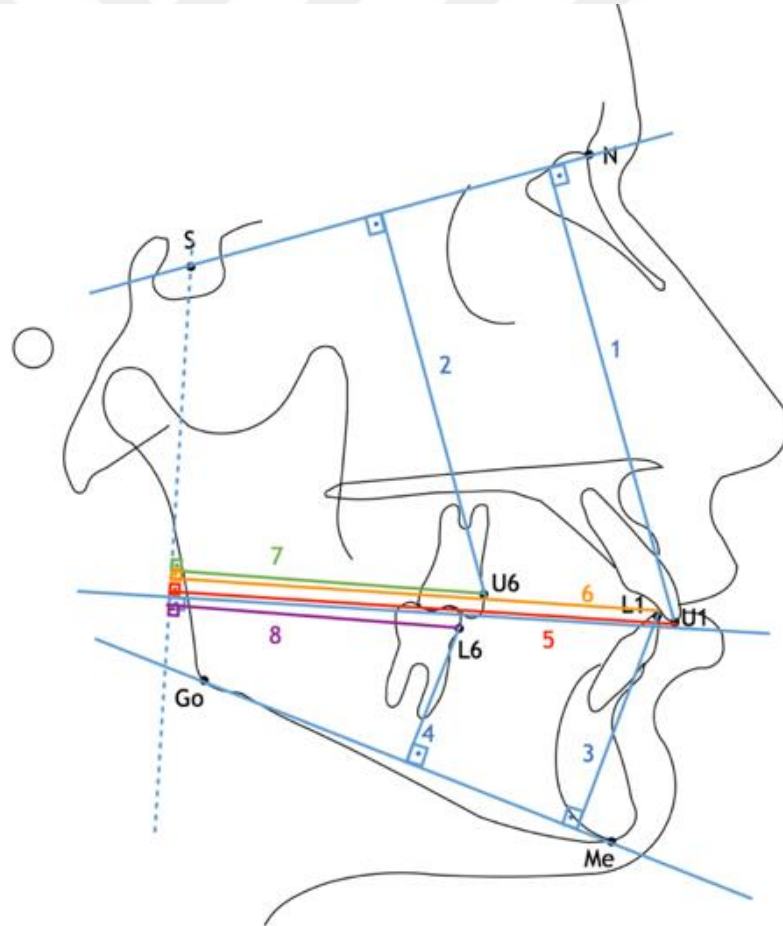
Şekil 9. Dental açısal ölçümler.

3.3.3.4. Dental Doğrusal Ölçümler

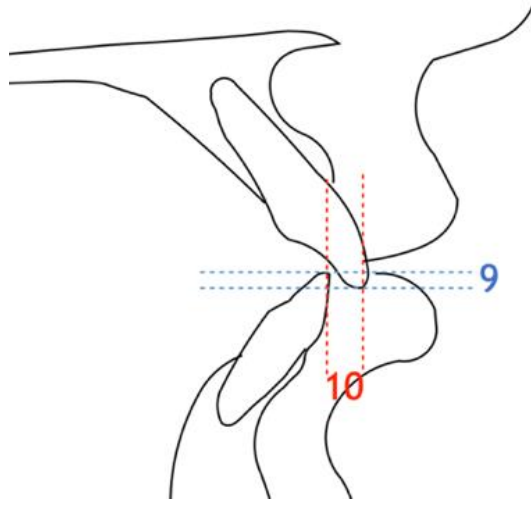
Bu çalışmada kullanılan sefalometrik dental doğrusal ölçümler Şekil 10 ve 11’de gösterilmiştir.

1. U1-SN: Üst orta kesicinin insizal ucu ile SN düzlemi arasındaki dik uzaklık.
2. U6-SN: Üst birinci moların mezial noktası ile SN düzlemi arasındaki dik uzaklık.
3. L1-MP: Alt orta kesicinin insizal ucu ile MP düzlemi arasındaki dik uzaklık.

4. L6-MP: Alt birinci moların mezial noktası ile MP düzlemi arasındaki dik uzaklık.
5. U1-OLp: Üst orta kesicinin insizal ucu ile OLp düzlemi arasındaki dik uzaklık.
6. L1-OLp: Alt orta kesicinin insizal ucu ile OLp düzlemi arasındaki dik uzaklık.
7. U6-OLp: Üst birinci moların mezial noktası ile OLp düzlemi arasındaki dik uzaklık.
8. L6-OLp: Alt birinci moların mezial noktası ile OLp düzlemi arasındaki dik uzaklık.
9. Overbite: Alt ve üst kesici dişlerin en ileri insizal noktalarının dikey referans düzlemi üzerindeki izdüşümleri arasındaki mesafedir.
10. Overjet: Alt ve üst kesici dişlerin en ileri insizal noktalarının yatay referans düzlemi üzerindeki izdüşümleri arasındaki mesafedir.



Şekil 10. Dental doğrusal ölçümler.



Şekil 11. Overbite ve overjet.

3.3.3.5. Yumuşak Doku Ölçümleri

Bu çalışmada kullanılan sefalometrik yumuşak doku ölçümleri Şekil 12’de gösterilmiştir.

1. Ls-OLp: Üst dudağın en ileri noktası ile OLp düzlemi arasındaki mesafe.
2. Li-OLp: Alt dudağın en ileri noktası ile OLp düzlemi arasındaki mesafe.
3. Pog’-OLp: Yumuşak doku pogonion noktası ile OLp düzlemi arasındaki mesafe.
4. Nazolabial açı: Kolumella ve subnazale noktalarından geçen düzlem ile subnazale ve labiale superius noktalarından geçen düzlem arasında kalan açıdır.

4. BULGULAR

Çalışma gruplarında yapılan sefalometrik ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla, sefalometrik ölçümlerin %40'ı 4 haftalık bir arayla aynı gözlemci tarafından yeniden gerçekleştirilmiştir. İlk ve ikinci ölçüm sonuçları karşılaştırılarak ölçümlerin tekrarlanabilirliği incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda hesaplanan tekrarlanma katsayı değerinin 0.80 ve üzerinde olması yapılan ölçümlerin yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Çalışmamızda kullanılan ölçümlerin tekrarlanabilirlik katsayıları.

Parametre	Tekrarlanma Katsayısı	Parametre	Tekrarlanma Katsayısı
SNA	0,91	İnterinsizal açı	0,99
SNB	0,9	U1/SN	0,99
ANB	0,94	L1/MP	0,97
SN/GoGn	0,97	SN/Occ	0,96
Gonial açı	0,98	U1-SN	0,97
Sella açısı	0,94	U6-SN	0,97
Artiküler açısı	0,97	L1-MP	0,93
SN/PP	0,96	L6-MP	0,88
SN/MP	0,97	U1-OLP	0,96
PP/MP	0,98	L1-OLP	0,96
Y Açısı	0,94	U6-OLP	0,94
N-Me	0,98	L6-OLP	0,96
N-ANS	0,98	Overbite	0,94
ANS-Me	0,98	Overjet	0,97
Co-A	0,98	Ls-OLP	0,96
Co-Go	0,97	Li-OLP	0,97
Co-Gn	0,98	Pog'-OLP	0,96
Go-Gn	0,96	Nazolabial açı	0,99
S-Go	0,98		

Bu çalışmaya twinblok grubunda 9 kız ve 6 erkek olmak üzere toplam 15 birey, şeffaf plak grubunda ise 8 kız ve 8 erkek olmak üzere toplam 16 birey dahil edilmiştir. Yaş ve cinsiyet dağılımları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Cinsiyet ve aparey tipine göre yaşa ait bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Cinsiyet	Aparey Tipi	n	Minimum değer	Maksimum değer	Mean ($\bar{X}$)	Standart hata ($\bar{Sx}$)	Standart sapma	Varyans
Kız	Şeffaf plak	8	11	12	11,25	0,16	0,46	0,21
	Twinblok	9	10	13	11,56	0,29	0,88	0,78
Erkek	Şeffaf plak	8	11	14	12,38	0,38	1,06	1,13
	Twinblok	6	11	13	12,00	0,26	0,63	0,40

* n: hasta sayısı

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının iskeletsel ölçümler için kullanılan açısal parametrelerin tedavi öncesi değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda SNA değeri ortalama $82,06 \pm 2,28^\circ$, SNB değeri $76,06 \pm 2,02^\circ$, ANB değeri $5,96 \pm 1,39^\circ$, SN/GoGn değeri $29,45 \pm 3,41^\circ$, Gonial açı $122,92 \pm 5,47^\circ$, Sella açısı $121,55 \pm 4,29^\circ$, Ar $146,62 \pm 6,47$ mm, SN/PP açısı $8,06 \pm 2,69^\circ$, SN/MP açısı $32,94 \pm 3,36^\circ$, PP/MP açısı $24,88 \pm 5,11^\circ$, Y açısı ise $59,06 \pm 2,31^\circ$ olarak bulunmuştur. Şeffaf plak grubunda ise SNA değeri $82,73 \pm 2,69^\circ$, SNB değeri $76,66 \pm 1,71^\circ$, ANB değeri $6,08 \pm 1,82^\circ$, SN/GoGn değeri $28,61 \pm 4,87^\circ$, Gonial açı $122,27 \pm 5,78^\circ$, Sella açısı $121,50 \pm 3,47^\circ$, Artiküler açı $146,00 \pm 6,01$ mm, SN/PP açısı $8,04 \pm 2,04^\circ$, SN/MP açısı $31,91 \pm 5,02^\circ$, PP/MP açısı $23,87 \pm 3,72^\circ$, Y açısı ise $57,40 \pm 3,17^\circ$ olarak ölçülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi iskeletsel açısal değerleri üzerine etkileri (°).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
SNA	Twinblok	77	85	82,06	2,28	0,461
	Şeffaf plak	77	87	82,73	2,69	
SNB	Twinblok	70	79	76,06	2,02	0,380
	Şeffaf plak	74	81	76,66	1,71	
ANB	Twinblok	4	8	5,96	1,39	0,846
	Şeffaf plak	4	8	6,08	1,82	
SN/GoGn	Twinblok	21	35	29,45	3,41	0,585
	Şeffaf plak	20	36	28,61	4,87	
Gonial açı	Twinblok	113	136	122,92	5,47	0,750
	Şeffaf plak	114	136	122,27	5,78	
Sella açısı	Twinblok	115	130	121,55	4,29	0,975
	Şeffaf plak	114	127	121,50	3,47	
Artiküler açı	Twinblok	136	158	146,62	6,47	0,788
	Şeffaf plak	138	159	146,00	6,01	
SN/PP	Twinblok	4	14	8,06	2,69	0,978
	Şeffaf plak	4	11	8,04	2,04	
SN/MP	Twinblok	25	39	32,94	3,36	0,510
	Şeffaf plak	23	40	31,91	5,02	
PP/MP	Twinblok	18	30	24,88	5,11	0,537
	Şeffaf plak	15	33	23,87	3,72	
Y açısı	Twinblok	55	59	59,06	2,31	0,108
	Şeffaf plak	52	63	57,40	3,17	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının iskeletsel ölçümler için kullanılan doğrusal parametrelerin tedavi öncesi değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda N-Me ortalaması 111,20±7,73 mm, N-ANS ortalaması 52,77±3,90 mm, ANS-Me ortalaması 60,99±4,85 mm, Co-A ortalaması 84,42±4,36 mm, Co-Go ortalaması 53,06±4,15 mm, Co-Gn ortalaması 105,68±7,16 mm, Go-Gn ortalaması 70,28±4,46 mm, S-Go ortalaması ise 72,82±5,84 mm olarak bulunmuştur. Şeffaf plak grubunda ise N-Me ortalaması 110,34±6,33 mm, N-ANS ortalaması 52,49±3,23 mm, ANS-Me ortalaması 60,22±4,91 mm, Co-A ortalaması 85,46±5,71 mm, Co-Go ortalaması 53,73±3,40 mm, Co-Gn ortalaması 107,14±5,80 mm, Go-Gn ortalaması 71,58±4,46 mm, S-Go ortalaması ise 72,83±4,75 mm olarak ölçülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi iskeletsel doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
N-Me	Twinblok	95	122	111,20	7,73	0,735
	Şeffaf plak	96	117	110,34	6,33	
N-ANS	Twinblok	44	59	52,77	3,90	0,834
	Şeffaf plak	47	58	52,49	3,23	
ANS-Me	Twinblok	54	68	60,99	4,85	0,662
	Şeffaf plak	51	67	60,22	4,91	
Co-A	Twinblok	74	91	84,42	4,36	0,575
	Şeffaf plak	74	93	85,46	5,71	
Co-Go	Twinblok	44	58	53,06	4,15	0,628
	Şeffaf plak	48	60	53,73	3,40	
Co-Gn	Twinblok	91	113	105,68	7,16	0,538
	Şeffaf plak	94	117	107,14	5,80	
Go-Gn	Twinblok	61	77	70,28	4,46	0,426
	Şeffaf plak	62	78	71,58	4,46	
S-Go	Twinblok	61	79	72,82	5,84	0,996
	Şeffaf plak	62	81	72,83	4,75	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının dental açısal ölçümler için kullanılan parametrelerin tedavi öncesi değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda interinsizal açı ortalaması $119,00 \pm 14,36^\circ$, U1/SN açısı $112,82 \pm 13,39^\circ$, L1/MP açısı $38,66 \pm 3,05^\circ$ ve SN/Occ açısı $10,81 \pm 4,94^\circ$ olarak ölçülmüştür. Şeffaf plak grubunda ise interinsizal açı ortalaması $123,38 \pm 10,68^\circ$, U1/SN açısı $107,45 \pm 10,04^\circ$, L1/MP açısı $37,12 \pm 2,67^\circ$ ve SN/Occ açısı $13,56 \pm 4,26^\circ$ olarak bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi dental açısal değerleri üzerine etkileri ($^\circ$).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
İnterinsizal açı	Twinblok	100	156	119,00	14,36	0,341
	Şeffaf plak	111	146	123,38	10,68	
U1/SN	Twinblok	81	129	112,82	13,39	0,215
	Şeffaf plak	85	121	107,45	10,04	
L1/MP	Twinblok	33	43	38,66	3,05	0,146
	Şeffaf plak	31	40	37,12	2,67	
SN/Occ	Twinblok	4	23	10,81	4,94	0,107
	Şeffaf plak	5	21	13,56	4,26	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının dental doğrusal ölçümler için kullanılan parametrelerin tedavi öncesi değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda U1-SN ortalaması $77,94 \pm 5,46^\circ$, U6-SN ortalaması $67,75 \pm 5,56^\circ$, L1-MP ortalaması $38,48 \pm 3,04^\circ$, L6-MP ortalaması $24,84 \pm 2,39$ mm, U1-OLP ortalaması $77,29 \pm 5,47$ mm, L1-OLP ortalaması $72,95 \pm 4,39$ mm, U6-OLP ortalaması $45,64 \pm 3,86$ mm, L6-OLP ortalaması $43,72 \pm 3,65$ mm, overbite $4,90 \pm 1,93$ mm ve overjet $9,54 \pm 2,86$ mm olarak bulunmuştur. Şeffaf plak grubunda ise U1-SN ortalaması $78,94 \pm 4,47^\circ$, U6-SN ortalaması $67,42 \pm 3,69^\circ$, L1-MP ortalaması $36,95 \pm 2,69^\circ$, L6-MP ortalaması $25,29 \pm 1,82$ mm, U1-OLP ortalaması $80,55 \pm 6,11$ mm, L1-OLP ortalaması $77,29 \pm 6,58$ mm, U6-OLP ortalaması $49,49 \pm 5,24$ mm, L6-OLP ortalaması $47,89 \pm 6,09$ mm, overbite $4,76 \pm 1,69$ mm ve overjet $7,64 \pm 2,43$ mm olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında yalnızca L1-OLP ($p=0,016$), U6-OLP ($p=0,028$) ve L6-OLP ($p=0,029$) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Diğer parametreler açısından anlamlı fark gözlenmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 6).

Tablo 6. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi dental doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
U1-SN	Twinblok	67	88	77,94	5,46	0,580
	Şeffaf plak	68	86	78,94	4,47	
U6-SN	Twinblok	57	75	67,75	5,56	0,845
	Şeffaf plak	58	73	67,42	3,69	
L1-MP	Twinblok	33	43	38,48	3,04	0,147
	Şeffaf plak	30	40	36,95	2,69	
L6-MP	Twinblok	20	29	24,84	2,39	0,566
	Şeffaf plak	22	28	25,29	1,82	
U1-OLP	Twinblok	67	89	77,29	5,47	0,131
	Şeffaf plak	68	90	80,55	6,11	
L1-OLP	Twinblok	58	77	72,95	4,39	0,016*
	Şeffaf plak	62	81	77,29	6,58	
U6-OLP	Twinblok	37	50	45,64	3,86	0,028*
	Şeffaf plak	36	57	49,49	5,24	
L6-OLP	Twinblok	37	49	43,72	3,65	0,029*
	Şeffaf plak	34	56	47,89	6,09	
Overbite	Twinblok	1	9	4,90	1,93	0,830
	Şeffaf plak	1	8	4,76	1,69	
Overjet	Twinblok	4	13	9,54	2,86	0,056
	Şeffaf plak	4	11	7,64	2,43	

*: $P<0,05$, **: $P<0,01$, ***: $P<0,001$

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının yumuşak doku ölçümlerine ait tedavi öncesi değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda Ls-OLP ortalaması $83,92 \pm 5,11$ mm, Li-OLP

ortalaması $80,07 \pm 4,91$ mm, Pog'-OLP ortalaması $77,04 \pm 6,10$ mm ve nazolabial açı ortalaması $100,99 \pm 9,81^\circ$ olarak ölçülmüştür. Şeffaf plak grubunda ise Ls-OLP ortalaması $88,25 \pm 6,54$ mm, Li-OLP ortalaması $85,04 \pm 7,37$ mm, Pog'-OLP ortalaması $83,52 \pm 7,24$ mm ve nazolabial açı ortalaması $106,12 \pm 11,42^\circ$ olarak bulunmuştur. Gruplar arasında Ls-OLP ($p=0,050$), Li-OLP ($p=0,037$) ve Pog'-OLP ($p=0,012$) ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Nazolabial açı açısından ise gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,192$) (Tablo 7).

Tablo 7. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi öncesi yumuşak doku değerleri üzerine etkileri.

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
Ls-OLP (mm)	Twinblok	72	93	83,92	5,11	0,050*
	Şeffaf plak	75	96	88,25	6,54	
Li-OLP (mm)	Twinblok	70	90	80,07	4,91	0,037*
	Şeffaf plak	68	94	85,04	7,37	
Pog'-OLP (mm)	Twinblok	61	88	77,04	6,10	0,012*
	Şeffaf plak	67	92	83,52	7,24	
Nazolabial açı (°)	Twinblok	83	115	100,99	9,81	0,192
	Şeffaf plak	86	128	106,12	11,42	

*: $P<0,05$, **: $P<0,01$, ***: $P<0,001$

Twinblok apareyinin tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) iskeletsel açısal değerleri karşılaştırıldığında; SNB ($p<0,001$), SN/GoGn ($p=0,008$) ve SN/MP ($p=0,018$) açılarında tedavi sonrası anlamlı artış bulunmuştur. ANB açısında ise anlamlı azalma ($p<0,001$) gözlenmiştir. Diğer parametreler olan SNA, Gonial açı, Sella açısı, Artiküler açı, SN/PP, PP/MP ve Y açısı açısından tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 8).

Tablo 8. Twinblok apareyinin iskeletsel açısal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (°).

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
SNA	T0	77	85	82,05	2,28	0,073
	T1	77	83	81,11	1,56	
SNB	T0	70	79	76,05	2,02	<0,001***
	T1	76	79	78,08	1,19	
ANB	T0	4	8	5,96	1,39	<0,001***
	T1	1	5	3,09	1,02	
SN/GoGn	T0	21	35	29,45	3,41	0,008**
	T1	22	35	31,17	3,58	
Gonial açı	T0	113	136	122,91	5,47	0,057
	T1	109	132	125,75	6,41	
Sella açısı	T0	115	130	121,54	4,29	0,156
	T1	117	128	122,48	3,52	
Artiküler açı	T0	136	158	146,61	6,01	0,091
	T1	135	153	144,43	5,06	
SN/PP	T0	4	14	8,06	2,69	0,692
	T1	4	14	8,27	2,60	
SN/MP	T0	25	39	32,94	3,36	0,018*
	T1	26	39	34,52	3,56	
PP/MP	T0	18	30	24,87	3,72	0,102
	T1	14	30	26,25	4,73	
Y açısı	T0	55	59	59,06	2,31	0,858
	T1	54	62	58,97	2,76	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Twinblok apareyinin tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) iskeletsel doğrusal değerleri karşılaştırıldığında; N-Me (p=0,007), ANS-Me (p=0,049), Co-Go (p=0,027) ve Co-Gn (p=0,001) ölçümlerinde tedavi sonrası anlamlı artış gözlenmiştir. Diğer parametreler olan N-ANS, Co-A, Go-Gn ve S-Go değerleri açısından tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05) (Tablo 9).

Tablo 9. Twinblok apareyinin iskeletsel doğrusal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (mm).

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
N-Me	T0	95	122	111,20	7,73	0,007**
	T1	100	129	114,29	7,73	
N-ANS	T0	44	59	52,77	3,90	0,418
	T1	45	60	53,17	4,17	
ANS-Me	T0	54	68	60,99	4,85	0,049*
	T1	56	70	62,97	4,66	
Co-A	T0	74	91	84,42	4,36	0,505
	T1	75	90	84,00	4,01	
Co-Go	T0	44	58	53,06	4,15	0,027*
	T1	45	64	54,34	4,64	
Co-Gn	T0	91	113	105,68	7,16	0,001***
	T1	93	120	108,91	7,62	
Go-Gn	T0	61	77	70,28	4,46	0,064
	T1	61	77	71,50	4,23	
S-Go	T0	61	79	72,82	5,84	0,165
	T1	63	83	73,78	5,66	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Twinblok apareyinin tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) dental açısal değerleri karşılaştırıldığında; U1/SN açısında tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ($p=0,050$) gözlenirken SN/Occ açısında ise anlamlı bir artış ($p=0,005$) gözlenmiştir. İnterinsizal açı ve L1/MP açısı açısından ise tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 10).

Tablo 10. Twinblok apareyinin dental açısal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (°).

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
İnterinsizal açı	T0	100	156	119,00	14,36	0,508
	T1	107	135	121,00	8,34	
U1/SN	T0	81	129	112,82	13,39	0,050*
	T1	90	116	107,44	8,53	
L1/MP	T0	33	43	38,66	3,05	0,344
	T1	34	45	38,13	2,98	
SN/Occ	T0	4	23	10,81	4,94	0,005**
	T1	8	23	13,41	4,06	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Twinblok apareyinin tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) dental doğrusal değerleri karşılaştırıldığında; L6-MP ($p=0,018$), L1-OLP ($p<0,001$) ve L6-OLP ($p<0,001$) ölçümlerinde tedavi sonrası anlamlı artış gözlenirken U6-OLP ($p=0,006$), overbite ($p<0,001$) ve overjet ($p<0,001$) ölçümlerinde ise anlamlı azalma gözlenmiştir. U1-SN, U6-SN, L1-MP ve U1-OLP ölçümleri açısından ise tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 11).

Tablo 11. Twinblok apareyinin dental doğrusal değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması (mm).

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
U1-SN	T0	67	88	77,94	5,46	0,092
	T1	69	90	79,19	5,68	
U6-SN	T0	57	75	67,75	5,56	0,243
	T1	57	78	68,67	5,86	
L1-MP	T0	33	43	38,48	3,04	0,374
	T1	34	45	37,99	3,00	
L6-MP	T0	20	29	24,84	2,39	0,018*
	T1	21	29	25,41	2,22	
U1-OLP	T0	67	89	77,29	5,47	0,782
	T1	69	85	77,61	4,58	
L1-OLP	T0	58	77	67,75	4,39	<0,001***
	T1	65	82	73,48	4,58	
U6-OLP	T0	37	50	45,64	3,86	0,006**
	T1	35	49	43,27	3,54	
L6-OLP	T0	37	49	43,72	3,65	<0,001***
	T1	45	58	50,32	3,63	
Overbite	T0	1	9	4,90	1,93	<0,001***
	T1	1	3	2,08	0,92	
Overjet	T0	4	13	9,54	2,86	<0,001***
	T1	2	6	4,07	1,70	

*: $P<0,05$, **: $P<0,01$, ***: $P<0,001$

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Twinblok apareyinin tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) yumuşak doku değerleri karşılaştırıldığında; Li-OLP ($p=0,023$) ve Pog'-OLP ($p<0,001$) ölçümlerinde tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir. Ls-OLP ve nazolabial açı değerleri açısından ise tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 12).

Tablo 12. Twinblok apareyinin yumuşak doku değerler bakımından tedavi öncesi ve sonrası değişikliklerin karşılaştırılması.

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
Ls-OLP (mm)	T0	72	93	83,92	5,11	0,375
	T1	76	91	84,82	4,11	
Li-OLP (mm)	T0	70	90	80,07	4,91	0,023*
	T1	74	91	82,81	4,40	
Pog'-OLP (mm)	T0	61	88	77,04	6,10	<0,001***
	T1	73	94	82,98	5,30	
Nazolabial aç (°)	T0	83	115	100,99	9,81	0,976
	T1	89	116	101,05	7,71	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Şeffaf plak grubunun tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) iskeletsel açısal değerleri karşılaştırıldığında; SNB (p=0,001) ve Sella açısı (p=0,017) değerlerinde tedavi sonrası anlamlı artış gözlenirken SNA (p=0,023), ANB (p<0,001) ve Artiküler aç (p=0,014) değerlerinde ise anlamlı azalma gözlenmiştir. SN/GoGn, Gonial aç, SN/PP, SN/MP, PP/MP ve Y açısı ölçümleri açısından tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05) (Tablo 13).

Tablo 13. Şeffaf plakta iskeletsel açısal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (°)

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
SNA	T0	77	87	82,73	2,69	0,023*
	T1	76	85	81,61	2,23	
SNB	T0	74	81	76,65	1,71	0,001***
	T1	74	80	77,87	1,77	
ANB	T0	4	8	6,07	1,82	<0,001***
	T1	0,6	6	3,74	1,45	
SN/GoGn	T0	20	36	28,61	4,87	0,528
	T1	19	40	28,91	5,13	
Gonial açı	T0	114	136	122,26	5,78	0,492
	T1	114	134	122,89	4,57	
Sella açısı	T0	114	127	121,50	3,47	0,017*
	T1	118	130	122,97	2,96	
Artiküler açı	T0	138	159	146,00	6,47	0,014*
	T1	135	154	143,73	5,54	
SN/PP	T0	4	11	8,04	2,04	0,452
	T1	4	11	8,37	2,09	
SN/MP	T0	23	40	31,90	5,02	0,782
	T1	21	44	32,04	5,38	
PP/MP	T0	15	33	23,86	5,11	0,698
	T1	15	35	23,66	4,96	
Y açısı	T0	52	63	57,40	3,17	0,416
	T1	50	66	57,12	3,78	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Şeffaf plak grubunun tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) iskeletsel doğrusal değerleri karşılaştırıldığında; N-Me (p=0,015), Co-Go (p=0,006), Co-Gn (p=0,005), Go-Gn (p=0,050) ve S-Go (p=0,009) ölçümlerinde tedavi sonrası anlamlı artış gözlenmiştir. N-ANS, ANS-Me ve Co-A ölçümleri açısından ise tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05) (Tablo 14).

Tablo 14. Şeffaf plakta iskeletsel doğrusal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (mm).

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
N-Me	T0	96	117	110,34	6,33	0,015*
	T1	96	127	112,44	7,13	
N-ANS	T0	47	58	52,49	3,23	0,384
	T1	47	59	52,81	3,14	
ANS-Me	T0	51	67	60,22	4,91	0,051
	T1	50	70	61,53	5,41	
Co-A	T0	74	93	85,46	5,71	0,853
	T1	75	96	85,59	5,68	
Co-Go	T0	48	60	53,73	3,40	0,006**
	T1	48	63	55,17	4,41	
Co-Gn	T0	94	117	107,14	5,80	0,005**
	T1	95	121	109,72	6,51	
Go-Gn	T0	62	78	71,58	4,46	0,050*
	T1	63	80	72,95	4,76	
S-Go	T0	62	81	72,83	4,75	0,009**
	T1	62	86	74,29	5,74	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Şeffaf plak grubunun tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) dental açısal değerleri karşılaştırıldığında; interinsizal açı (p=0,017) ve SN/Occ açısı (p=0,008) ölçümlerinde tedavi sonrası anlamlı artış gözlenirken U1/SN (p=0,007) ve L1/MP açısında (p=0,001) ise tedavi sonrası anlamlı azalma gözlenmiştir (Tablo 15).

Tablo 15. Şeffaf plakta dental açısal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (°).

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
İnterinsizal açı	T0	111	146	123,38	10,68	0,017*
	T1	120	134	130,23	4,40	
U1/SN	T0	85	121	107,45	10,04	0,007**
	T1	90	108	100,76	5,29	
L1/MP	T0	31	40	37,12	2,67	0,001***
	T1	29	39	35,78	2,86	
SN/Occ	T0	5	21	13,56	4,26	0,008**
	T1	9	22	15,95	4,03	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Şeffaf plak grubunun tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) dental doğrusal değerleri karşılaştırıldığında; L1-OLP ($p=0,005$) ve L6-OLP ($p<0,001$) ölçümlerinde tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenirken U6-OLP ($p=0,015$), L1-MP ($p<0,001$), overbite ($p<0,001$) ve overjet ($p<0,001$) ölçümlerinde ise tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlenmiştir. U1-SN, U6-SN, L6-MP ve U1-OLP değerleri açısından ise tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 16).

Tablo 16. Şeffaf plakta dental doğrusal ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi (mm).

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
U1-SN	T0	68	86	78,94	4,47	0,103
	T1	69	90	78,90	4,52	
U6-SN	T0	58	73	67,42	3,69	0,196
	T1	56	79	68,11	4,59	
L1-MP	T0	30	40	36,95	2,69	<0,001***
	T1	29	39	35,58	2,83	
L6-MP	T0	22	28	25,29	1,82	0,520
	T1	19	30	25,96	2,48	
U1-OLP	T0	68	90	80,55	6,11	0,753
	T1	70	86	80,23	5,01	
L1-OLP	T0	62	81	72,95	6,58	0,005**
	T1	66	84	76,32	5,08	
U6-OLP	T0	36	57	49,49	5,24	0,015**
	T1	35	55	46,39	4,77	
L6-OLP	T0	34	56	47,89	6,09	<0,001***
	T1	42	62	53,57	4,77	
Overbite	T0	1	8	4,76	1,69	<0,001***
	T1	0,2	5	2,77	1,38	
Overjet	T0	4	11	7,64	2,43	<0,001***
	T1	2	4	3,81	0,88	

*: $P<0,05$, **: $P<0,01$, ***: $P<0,001$.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Şeffaf plak grubunun tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) yumuşak doku ölçümleri karşılaştırıldığında; Pog'-OLP değerinde tedavi sonrası anlamlı artış gözlenmiştir ($p=0,001$). Ls-OLP, Li-OLP ve nazolabial açı ölçümleri açısından ise tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 17).

Tablo 17. Şeffaf plakta yumuşak doku ölçümlerine etkisinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı değerlendirmesi.

	T0/T1	Min	Maks	Ortalama	ss	p
Ls-OLP (mm)	T0	75	96	88,25	6,54	0,739
	T1	76	97	88,60	6,23	
Li-OLP (mm)	T0	68	94	85,04	7,37	0,184
	T1	75	93	86,64	5,72	
Pog'-OLP (mm)	T0	67	92	83,52	7,24	0,001***
	T1	71	97	88,20	7,25	
Nazolabial aç (°)	T0	86	128	106,12	11,42	0,731
	T1	85	125	107,13	10,34	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

T0: Tedavi Öncesi, T1: Tedavi Sonrası

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası iskeletsel açısal ölçümler için kullanılan parametrelerinin değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda SNA açısı ortalaması $81,61 \pm 1,56^\circ$, SNB açısı $78,08 \pm 1,19^\circ$, ANB açısı $3,09 \pm 1,02^\circ$, SN/GoGn açısı $31,17 \pm 3,58^\circ$, Gonial açısı $125,75 \pm 6,41^\circ$, Sella açısı $122,48 \pm 3,52^\circ$, Artiküler açı değeri $144,43 \pm 5,06$ mm, SN/PP açısı $8,27 \pm 2,60^\circ$, SN/MP açısı $34,52 \pm 3,56^\circ$, PP/MP açısı $26,25 \pm 4,73^\circ$ ve Y açısı $58,97 \pm 2,76^\circ$ olarak ölçülmüştür. Şeffaf plak grubunda ise SNA açısı ortalaması $81,11 \pm 2,23^\circ$, SNB açısı $77,87 \pm 1,77^\circ$, ANB açısı $3,74 \pm 1,45^\circ$, SN/GoGn açısı $28,91 \pm 5,13^\circ$, Gonial açısı $122,89 \pm 4,57^\circ$, Sella açısı $122,97 \pm 2,96^\circ$, Artiküler açı değeri $143,73 \pm 5,54$ mm, SN/PP açısı $8,37 \pm 2,09^\circ$, SN/MP açısı $32,04 \pm 5,38^\circ$, PP/MP açısı $23,66 \pm 4,96^\circ$ ve Y açısı $57,12 \pm 3,78^\circ$ olarak bulunmuştur (Tablo 18).

Tablo 18. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası iskeletsel açısal değerleri üzerine etkileri (°).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
SNA	Twinblok	77	83	81,61	1,56	0,480
	Şeffaf plak	76	85	81,11	2,23	
SNB	Twinblok	76	79	78,08	1,19	0,692
	Şeffaf plak	74	80	77,87	1,77	
ANB	Twinblok	1	5	3,09	1,02	0,164
	Şeffaf plak	0,6	6	3,74	1,45	
SN/GoGn	Twinblok	22	35	31,17	3,58	0,169
	Şeffaf plak	19	40	28,91	5,13	
Gonial açı	Twinblok	109	132	125,75	6,41	0,161
	Şeffaf plak	114	134	122,89	4,57	
Sella açısı	Twinblok	117	128	122,48	3,52	0,679
	Şeffaf plak	118	130	122,97	2,96	
Artiküler açı	Twinblok	135	153	144,43	5,06	0,714
	Şeffaf plak	135	154	143,73	5,54	
SN/PP	Twinblok	4	14	8,27	2,60	0,904
	Şeffaf plak	4	11	8,37	2,09	
SN/MP	Twinblok	26	39	34,52	3,56	0,144
	Şeffaf plak	21	44	32,04	5,38	
PP/MP	Twinblok	14	30	26,25	4,73	0,149
	Şeffaf plak	15	35	23,66	4,96	
Y açısı	Twinblok	54	62	58,97	2,76	0,134
	Şeffaf plak	50	66	57,12	3,78	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası iskeletsel doğrusal ölçümler için kullanılan parametrelerin değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda N-Me değeri ortalama 114,29±7,73 mm, N-ANS 53,17±4,17 mm, ANS-Me 62,97±4,66 mm, Co-A 84,00±4,01 mm, Co-Go 54,34±4,64 mm, Co-Gn 108,91±7,62 mm, Go-Gn 71,50±4,23 mm ve S-Go 73,78±5,66 mm olarak ölçülmüştür. Şeffaf plak grubunda ise N-Me değeri ortalama 112,44±7,13 mm, N-ANS 52,81±3,14 mm, ANS-Me 61,53±5,41 mm, Co-A 85,59±5,68 mm, Co-Go 55,17±4,41 mm, Co-Gn 109,72±6,51 mm, Go-Gn 72,95±4,76 mm ve S-Go 74,29±5,74 mm olarak bulunmuştur (Tablo 19).

Tablo 19. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası iskeletsel doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
N-Me	Twinblok	100	129	114,29	7,73	0,492
	Şeffaf plak	96	127	112,44	7,13	
N-ANS	Twinblok	45	60	53,17	4,17	0,785
	Şeffaf plak	47	59	52,81	3,14	
ANS-Me	Twinblok	56	70	62,97	4,66	0,436
	Şeffaf plak	50	70	61,53	5,41	
Co-A	Twinblok	75	90	84,00	4,01	0,380
	Şeffaf plak	75	96	85,59	5,68	
Co-Go	Twinblok	45	64	54,34	4,64	0,612
	Şeffaf plak	48	63	55,17	4,41	
Co-Gn	Twinblok	93	120	108,91	7,62	0,754
	Şeffaf plak	95	121	109,72	6,51	
Go-Gn	Twinblok	61	77	71,50	4,23	0,379
	Şeffaf plak	63	80	72,95	4,76	
S-Go	Twinblok	63	83	73,78	5,66	0,804
	Şeffaf plak	62	86	74,29	5,74	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası dental açısal ölçümler için kullanılan parametrelerin değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda interinsizal açı ortalaması $121,00 \pm 8,34^\circ$, U1/SN açısı $107,44 \pm 8,53^\circ$, L1/MP açısı $38,13 \pm 2,98^\circ$ ve SN/Occ açısı $13,41 \pm 4,06^\circ$ olarak ölçülmüştür. Şeffaf plak grubunda ise interinsizal açı ortalaması $130,23 \pm 4,40^\circ$, U1/SN açısı $100,76 \pm 5,29^\circ$, L1/MP açısı $35,78 \pm 2,86^\circ$ ve SN/Occ açısı $15,95 \pm 4,03^\circ$ olarak bulunmuştur (Tablo 20).

Tablo 20. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası dental açısal değerleri üzerine etkileri ($^\circ$).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
İnterinsizal açı	Twinblok	107	135	121,00	8,34	0,001***
	Şeffaf plak	120	134	130,23	4,40	
U1/SN	Twinblok	90	116	107,44	8,53	0,013*
	Şeffaf plak	90	108	100,76	5,29	
L1/MP	Twinblok	34	45	38,13	2,98	0,033*
	Şeffaf plak	29	39	35,78	2,86	
SN/Occ	Twinblok	8	23	13,41	4,06	0,092
	Şeffaf plak	9	22	15,95	4,03	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası dental doğrusal ölçümler için kullanılan parametrelerin değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda U1-SN değeri ortalama $79,19 \pm 5,68$ mm, U6-SN $68,67 \pm 5,86$ mm, L1-MP $37,99 \pm 3,00$ mm, L6-MP $25,41 \pm 2,22$ mm, U1-OLP $77,61 \pm 4,58$ mm, L1-OLP $73,48 \pm 4,58$ mm, U6-OLP $43,27 \pm 3,54$ mm, L6-OLP $50,32 \pm 3,63$ mm, overbite $2,08 \pm 0,92$ mm ve overjet $4,07 \pm 1,70$ mm olarak ölçülmüştür. Şeffaf plak grubunda ise U1-SN değeri ortalama $79,90 \pm 4,52$ mm, U6-SN $68,11 \pm 4,59$ mm, L1-MP $35,58 \pm 2,83$ mm, L6-MP $25,96 \pm 2,48$ mm, U1-OLP $80,23 \pm 5,01$ mm, L1-OLP $76,32 \pm 5,08$ mm, U6-OLP $46,39 \pm 4,77$ mm, L6-OLP $53,57 \pm 4,77$ mm, overbite $2,77 \pm 1,38$ mm ve overjet $3,81 \pm 0,88$ mm olarak bulunmuştur (Tablo 21).

Tablo 21. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası dental doğrusal değerleri üzerine etkileri (mm).

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
U1-SN	Twinblok	69	90	79,19	5,68	0,699
	Şeffaf plak	69	90	79,90	4,52	
U6-SN	Twinblok	57	78	68,67	5,86	0,770
	Şeffaf plak	56	79	68,11	4,59	
L1-MP	Twinblok	34	45	37,99	3,00	0,029*
	Şeffaf plak	29	39	35,58	2,83	
L6-MP	Twinblok	21	29	25,41	2,22	0,520
	Şeffaf plak	19	30	25,96	2,48	
U1-OLP	Twinblok	69	85	77,61	4,58	0,140
	Şeffaf plak	70	86	80,23	5,01	
L1-OLP	Twinblok	65	82	73,48	4,58	0,114
	Şeffaf plak	66	84	76,32	5,08	
U6-OLP	Twinblok	35	49	43,27	3,54	0,049*
	Şeffaf plak	35	55	46,39	4,77	
L6-OLP	Twinblok	45	58	50,32	3,63	0,043*
	Şeffaf plak	42	62	53,57	4,77	
Overbite	Twinblok	1	3	2,08	0,92	0,121
	Şeffaf plak	0,2	5	2,77	1,38	
Overjet	Twinblok	2	6	4,07	1,70	0,598
	Şeffaf plak	2	4	3,81	0,88	

*: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$, ***: $P < 0,001$.

Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası yumuşak doku ölçümlerine ilişkin parametrelerin değerleri incelendiğinde; Twinblok grubunda Ls-OLP ortalaması $84,82 \pm 4,11$ mm, Li-OLP $82,81 \pm 4,40$ mm, Pog'-OLP $82,98 \pm 5,30$ mm ve nazolabial açı $101,05 \pm 7,71^\circ$ olarak ölçülmüştür. Şeffaf plak grubunda ise Ls-OLP ortalaması $88,60 \pm 6,23$ mm, Li-OLP $86,64 \pm 5,72$ mm, Pog'-OLP $88,20 \pm 7,25$ mm ve nazolabial açı $107,13 \pm 10,34^\circ$ olarak bulunmuştur (Tablo 22).

Tablo 22. Twinblok ve şeffaf plak uygulamalarının tedavi sonrası yumuşak doku değerleri üzerine etkileri.

	Grup	Min	Maks	Ortalama	ss	p
Ls-OLP (mm)	Twinblok	76	91	84,82	4,11	0,058
	Şeffaf plak	76	97	88,60	6,23	
Li-OLP (mm)	Twinblok	74	91	82,81	4,40	0,047*
	Şeffaf plak	75	93	86,64	5,72	
Pog'-OLP (mm)	Twinblok	73	94	82,98	5,30	0,031*
	Şeffaf plak	71	97	88,20	7,25	
Nazolabial açı (°)	Twinblok	89	116	101,05	7,71	0,075
	Şeffaf plak	85	125	107,13	10,34	

*: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001.

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmanın Amacının Tartışması

Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon toplumlarında farklı oranlarda görülmekle birlikte ortodontik anomaliler arasında önemli bir yer tutmakta ve genellikle mandibular retrognati ve artmış overjet ile karakterize edilmektedir (4). Büyüme ve gelişim dönemindeki bireylerde mandibular yetersizliğin tedavisinde fonksiyonel çene ortopedisi yaklaşımı yaygın olarak tercih edilmekte olup mandibulanın öne konumlandırılmasını hedefleyen çeşitli apareyler kullanılmaktadır (5). Twinblok apareyi bu amaçla sıklıkla tercih edilen ve mandibulayı öne ve aşağıya yönlendirerek dentoalveolar ve iskeletsel yapılar üzerinde değişim sağlayan bir fonksiyonel ortopedik apareydir (7).

Son yıllarda estetik beklentilerin ve hasta konforuna verilen önemin artmasıyla geleneksel hareketli apareylere alternatif olarak şeffaf plaklar geliştirilmeye başlanmıştır. Align Technology tarafından geliştirilen Invisalign Mandibular Advancement (MA) sistemi üst ve alt şeffaf plaklara eklenen hassas kanatlar aracılığıyla mandibulanın öne konumlandırılmasını sağlamaktadır. Bu sistem hem dişlerin hizalanmasına hem de mandibulanın ilerletilmesine olanak tanımakta ve böylece ortodontik ve ortopedik tedaviyi aynı anda gerçekleştirebilmektedir (10,11).

Literatürde twinblok apareyinin mandibular büyüme ve iskeletsel düzeltme üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde incelenmiş olmakla birlikte Invisalign MA sisteminin iskeletsel ve dentoalveolar etkileri üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Özellikle şeffaf plaklarla mandibular ilerletme tedavisinin alt kesici dişlerde protrüzyon gelişimini engelleyip engelleyemeyeceği ve elde edilen iskeletsel etkilerin geleneksel apareylerle karşılaştırıldığında yeterli olup olmadığı literatürde tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bu nedenle çalışmamız twinblok ve şeffaf plaklarda mandibular ilerletme apareyinin Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyon tedavisindeki etkinliklerini doğrudan karşılaştırmayı ve bu tedavi yöntemlerinin iskeletsel ve dentoalveolar etkilerini objektif verilerle ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bu yönüyle çalışma hem literatürdeki sınırlı veriye katkı sağlamayı hem de estetik, hasta konforu ve klinik etkinlik açılarından tedavi tercihlerine yön verecek bulgular sunmayı hedeflemektedir.

5.2. Materyal Metodun Tartışması

Çalışma için Ocak 2015 – Nisan 2024 tarihleri arasında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne başvurmuş ve sefalometrik görüntüleri alınmış 163 birey değerlendirilmiş, bunlardan yalnızca 31'i çalışmaya dahil edilmiştir. Başlangıç röntgeni net olmayan 23 birey, bitim röntgeni yetersiz olan 37 birey, farklı apareylerle tedavi edilen 65 birey ve dikey büyüme modeline sahip 7 birey çalışma dışı bırakılmıştır. Bireyler tedavi yöntemi temelinde iki gruba ayrılmıştır: Twinblok grubunda 9 kız ve 6 erkek olmak üzere 15 birey, şeffaf plak grubunda ise 8 kız ve 8 erkek olmak üzere 16 birey yer almıştır.

Çalışmaya başlanmadan önce yapılan istatistiksel analizler, cinsiyetin araştırma sonuçları üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını göstermiştir. Bu nedenle grupların oluşturulmasında cinsiyet değişkeni dikkate alınmamış ve kız ile erkek bireyler arasında ayırım yapılmamıştır. Bu yaklaşımın temelinde cinsiyetin fonksiyonel tedaviye verilen yanıt üzerindeki etkisinin sınırlı olduğuna dair literatür bulguları yer almaktadır. Aelbers ve Dermaut (109), fonksiyonel apareylerle ilgili yaptıkları derleme çalışmasında cinsiyet farklılığının tedavi sonuçları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu gösteren çalışma sayısının oldukça az olduğunu bildirmiştir. Pancherz (110) ise cinsiyet ayrımı yapılmadan değerlendirilen sonuçların daha güvenilir olduğunu ifade etmiştir. Öte yandan bazı araştırmacılar (4,111) mandibular büyümenin cinsiyete bağlı olarak değişebileceğini savunmaktadır. Cinsiyete göre ayrı gruplar oluşturulması, örneklem sayısında dengesizlik ve analiz güvenilirliğinde azalma riskleri taşıdığından bu çalışmada böyle bir uygulamaya gidilmemiştir.

Fonksiyonel tedavinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri bireyin büyüme-gelişim dönemidir. Bu nedenle çalışmamıza dahil edilen bireylerin iskeletsel gelişim dönemlerinin doğru şekilde belirlenmesi öncelikli kriterlerden biri olmuştur (112). Literatürde iskeletsel yaş tayini için çeşitli yöntemler tanımlanmıştır. Bazı araştırmacılar boy uzama eğrilerini referans alırken (113), Williams (114) ise vücut ve yüzün büyüme

atılımının aynı döneme denk gelmesi nedeniyle el-bilek radyografilerinin en güvenilir yöntem olduğunu bildirmiştir. Ancak ortodontik alanda yaygın kabul gören bir diğer yöntem de servikal vertebra maturasyon analizidir. Özellikle Baccetti ve arkadaşları (99) tarafından geliştirilen sınıflama sistemi lateral sefalometrik filmler üzerinden iskeletsel gelişim evrelerinin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bizim çalışmamızda sefalometrik radyografik görüntülerin tedavi öncesi ve sonrası standart olarak alınması amacıyla bireylerin büyüme-gelişim dönemlerini belirlemede servikal vertebra maturasyon yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerin tamamı mandibular büyümenin en aktif olduğu CVM II ve CVM III evresinde yer alan bireylerden seçilmiştir.

Fonksiyonel tedaviye başlama zamanı, Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonların iskeletsel olarak düzeltilmesinde kritik bir rol oynamakta olup literatürde bu konuda farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılar (93–95), tedaviye erken dönemde başlanmasının özellikle karma dişlenme döneminde uygulanan ortopedik kuvvetlerin büyüme modifikasyonu üzerindeki etkisini artırdığını savunmaktadır. King ve arkadaşları (115), mandibulanın büyüme ve gelişimin desteklenmesi açısından en etkili sonucun erken dönemde elde edilebileceğini belirtmiştir. Bridges ve ark. (116), Hansen ve ark. (117) ile Graber (61) gibi araştırmacılar da benzer şekilde büyüme gelişim dönemi tamamlanmadan önce fonksiyonel tedaviye başlanması gerektiğini vurgulamıştır. McNamara ve Bryan (118), Rhesus maymunları üzerinde yaptıkları deneysel çalışmada mandibular protrüzyonun büyüme üzerindeki etkisinin karışık dişlenme döneminde daha belirgin olduğunu göstermiştir. Erken müdahalenin özellikle ciddi overjet durumlarında keser diş travmalarını önleme potansiyeli taşıdığı da Thiruvenkatachari ve arkadaşlarının (119) sistematik derlemesinde bildirilmiştir. Ayrıca bazı araştırmacılar (120–122), tedavi edilmeden bırakılan Sınıf II maloklüzyonların zamanla şiddetlenme eğiliminde olduğunu ve bu nedenle önleyici erken tedavinin gerekli olduğunu savunmuştur.

Diğer yandan bazı çalışmalar fonksiyonel tedavi için en uygun zamanlamanın pubertal büyüme atağı dönemi veya hemen sonrası olduğunu ileri sürmektedir. Pancherz ve Hagg (123), kondiler büyümenin en yoğun olduğu pik dönemde tedaviye başlanmasının maksimum iskeletsel etki sağlayacağını ve retansiyon süresini kısaltacağını belirtmiştir. Baccetti (124) de pubertal dönemin fonksiyonel ortopedik müdahaleler açısından daha verimli olduğunu savunmaktadır. Bu dönemde uygulanan kuvvetlerin daha fazla iskeletsel yanıt oluşturduğu geç döneme bırakılan tedavilerde ise iskeletsel etkinin azalarak sonuçların daha çok dentoalveolar düzeyde kaldığı bildirilmiştir (125). Covell ve arkadaşları (126) ile

Cozza ve ark. (127) gibi araştırmacılar en başarılı sonuçların büyüme atılımı sonrası elde edildiğini ifade etmiştir. Öte yandan Proffit ve Tulloch (128), tedaviye çok erken yaşta başlanmasının tedavi süresini uzatabileceğini bu durumun da hasta kooperasyonunu olumsuz etkileyebileceğini belirtmiştir.

Fonksiyonel apareylerle uygulanan tedavilerin yalnızca sagittal değil, aynı zamanda vertikal yüz boyutları üzerinde de belirgin etkileri bulunmaktadır. Literatürde hareketli fonksiyonel apareylerin mandibulada posterior rotasyona neden olarak ön yüz yüksekliğini artırdığı, mandibular düzlem açısında artışa yol açtığı ve bunun sonucunda dik yönde büyümenin uyarıldığı bildirilmiştir (61,129–131). Bu durum tedavi sürecinde iskeletsel dengeyi etkileyebileceği gibi özellikle alt ön yüz yüksekliğinde artışa ve tedavi sonrası relaps eğilimine de neden olabilir. Bu nedenle hem sabit hem de hareketli fonksiyonel apareylerin kullanıldığı çalışmalarda, artmış vertikal büyüme paternine sahip bireylerin çalışmalara dahil edilmediği görülmektedir (61,132–135). Bizim çalışmamızda da bu faktör göz önünde bulundurularak tedaviye alınan bireylerin normal veya düşük vertikal büyüme paternine sahip olmasına dikkat edilmiştir. Böylece tedavi sürecinde vertikal yönde istenmeyen büyüme paternlerinin etkisi minimize edilerek daha kontrollü ve öngörülebilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir.

Fonksiyonel tedaviye yönelik kullanılan apareylerin etkinliği, büyük ölçüde seçilen sistemin biyomekanik özelliklerine, uygulama zamanlamasına ve hasta kooperasyonuna bağlıdır. Geleneksel hareketli apareyler, mandibular gelişimi destekleyici etkileriyle uzun yıllardır kullanılmakta olup literatürde iskeletsel düzeltme sağlama potansiyelleri sıklıkla vurgulanmaktadır (44,129). İnvisalign MA gibi şeffaf plak sistemlerinin fonksiyonel tedaviye entegre edilmesi ise bu alanda daha yeni bir yaklaşımdır. Bu sistem özellikle estetik kaygıları olan bireyler için tercih sebebi olmakla birlikte hasta uyumunun tedavi başarısı üzerindeki etkisini daha da artırmaktadır (80). Literatürde sabit ya da yarı sabit sistemlere göre hareketli apareylerin daha fazla hasta kooperasyonu gerektirdiği buna karşın bireysel uyarlamaya olanak tanıdığı belirtilmektedir (99,129). Ayrıca dijital planlama avantajı sayesinde İnvisalign MA gibi sistemlerin tedavi sürecinde daha kontrollü ve öngörülebilir ilerleme sağladığı ifade edilmektedir (83). Bu açıdan fonksiyonel tedavi yaklaşımında aparey seçimi yalnızca iskeletsel hedeflere değil; aynı zamanda bireyin estetik beklentileri, tedaviye uyumu ve genel tedavi yönetimine göre şekillenmelidir.

Fonksiyonel ortopedik tedavinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri aparey kullanım süresidir. Literatürde bu konuda farklı görüşler bildirilmiş olmakla birlikte

genel eğilim tedavi etkinliğinin doğrudan hasta kooperasyonuna bağlı olduğu yönündedir. Twinblok apareyinin günde 24 saat sadece yemek ve belirli sportif aktiviteler dışında sürekli kullanılması gerektiği birçok çalışmada vurgulanmaktadır (67,136). Clark (67), twinblok tedavisinde aktif faz süresini 6–9 ay olarak belirtmiş; Pancherz ve arkadaşları (137) ise mandibular ilerletmenin 7,5 ay sonunda elde edilebildiğini ancak yetersiz retansiyon süresi nedeniyle etkilerin kısmen geriye döndüğünü bildirmiştir. Bu nedenle tedavi süresinin yalnızca aktif faz ile sınırlı kalmaması yeni oluşan kemik yapılarının stabilizasyonu için retansiyonun da dikkatle planlanması gerektiği ifade edilmektedir (138).

Hareketli apareylerin kullanımı genellikle hastanın disiplinine bağlı olduğundan önerilen sürelerin altında kullanım olasılığı klinik başarıyı olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle bazı araştırmacılar apareyin gün içerisinde olabildiğince uzun süre takılmasının tedavi etkinliğini artıracaklarını savunmuştur (135,139,140). Invisalign MA sisteminde mandibulanın öne konumlandırılmasını sağlayan hassas kanat yapısının etkili olabilmesi için apareyin günün büyük bir bölümünde ağızda tutulması önerilmektedir. Bu durum diş fırçalama, yemek ve yoğun fiziksel aktivite dışındaki zamanlarda apareyin takılmasını içermektedir. Literatürde Invisalign MA tedavisinin başarısının doğru endikasyon, titiz dijital planlama ve yüksek hasta uyumuyla doğrudan ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle estetik ve konfor açısından önemli avantajlar sunan bu sistemin iskeletsel etki düzeyinin geleneksel sistemlere kıyasla sınırlı olabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle Invisalign MA'nın etkinliği hasta kooperasyonuna ve apareyin önerilen sürelerde kullanımına bağlıdır (141,142).

Fonksiyonel apareylerle tedavide mandibulanın öne konumlandırılmasında sagittal ve dikey yöndeki aktivasyonun nasıl yapılması gerektiği literatürde tartışmalı bir konudur. Sagittal aktivasyonda bazı araştırmacılar kapanış kaydının keserlerin başa baş getirilerek alınmasının yeterli olduğunu savunurken (68,143), bazıları ise Sınıf I molar ilişkisinin sağlanması gerektiğini bildirmiştir (7,110,135). Ülgen (17) ise mandibulanın küçük azı mesafesi kadar öne konumlandırılmasını önermiştir. Öte yandan kapanış pozisyonunun belirlenmesinde alt çenenin oklüzal pozisyondan 6–7 mm önde ve istirahat boyutuna 2–3 mm ilave edilerek konumlandırılması gerektiği pek çok çalışmada vurgulanmıştır (131,144). Bu doğrultuda çalışmamızda kapanış kayıtları alınırken mandibula, oklüzal konumdan 6–7 mm öne konumlandırılmış ve dikey boyut, istirahat aralığından 2–3 mm daha fazla olacak şekilde ayarlanmıştır.

Aktivasyonun tek aşamada mı yoksa kademeli olarak mı yapılması gerektiği de literatürde tartışmalı bir diğer noktadır. Bazı araştırmacılar iki yöntemin sonuçları arasında anlamlı fark olmadığını bildirirse de (143) kademeli aktivasyonu savunan görüşler daha yaygındır. Kademeli ilerletmenin; hasta kooperasyonunu artırdığı, kas ve yumuşak dokularda aşırı gerilimi önlediği ve alt keserlerde oluşabilecek istenmeyen protrüzyon riskini azalttığı belirtilmiştir (17,52,145,146). Dikey yöndeki aktivasyonla ilgili olarak da görüş ayrılıkları mevcuttur. Bazı çalışmalar istirahat boyutuna 10 mm'ye kadar ilave yapılmasını önerirken (53,94) daha güncel ve yaygın kabul gören görüş bu değer 2–3 mm ile sınırlı tutulması gerektiği yönündedir (17,139).

Şeffaf plak mandibular ilerletme grubunda mandibulanın öne alınması hassas kanatların konumuna bağlı olarak kademeli şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu kanatlar birinci büyük azı ile küçük azı dişleri arasında yer almakta ve tedavi sürecinde her 8 haftada yaklaşık 2 mm öne doğru hareket edecek şekilde planlanmıştır. Aktivasyon keserler başa baş konuma gelene kadar sürdürülmüştür. Vertikal yöndeki aktivasyon ise yalnızca plak kalınlığına bağlı olarak yaklaşık 1,5 mm ile sınırlı tutulmuş olup böylece kondil bölgesinde aşırı açılma önlenerek olası yer değişikliklerinin önüne geçilmiştir (84).

Bu farklı görüşler tedavi planlamasında bireysel faktörlerin dikkate alınması gerektiğini ve aktivasyon düzeyinin tek tip bir yaklaşımla belirlenemeyeceğini göstermektedir. Çalışmamızda kullanılan aktivasyon parametreleri hem literatürde önerilen ortalama değerlere hem de bireysel ağız kapanış ilişkilerine uygun şekilde planlanmıştır.

5.3. Bulguların Tartışması

5.3.1. İskeletsel Ölçümlerin Tartışması

Tez çalışmamızda twinblok grubunda tedavi sonrası iskeletsel açısal değerler karşılaştırıldığında; SNB açısında, SN/GoGn açısında ve SN/MP açısında istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlenmiştir. Bununla birlikte ANB açısında ise istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edilmiştir. SNA açısı, Gonial açısı, Sella açısı, Artüküler açı, SN/PP, PP/MP ve Y açısı gibi diğer iskeletsel açısal parametrelerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aynı grupta iskeletsel doğrusal ölçümler incelendiğinde, N-Me, ANS-Me,

Co-Go ve Co-Gn mesafelerinde tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir. Şeffaf plak grubunda ise tedavi sonrası değerlendirmelerde SNB açısı ve Sella açısı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış meydana gelirken, SNA, ANB ve Artiküler açı değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Şeffaf plak grubunda da SN/GoGn, Gonial açı, SN/PP, SN/MP, PP/MP ve Y açısı ölçümleri açısından tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Şeffaf plak grubunun iskeletsel doğrusal ölçümleri değerlendirildiğinde ise N-Me, Co-Go, Co-Gn, Go-Gn ve S-Go değerlerinde tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür.

Çalışmamızda SNA açısı her iki grupta da azalma eğilimi göstermiş olsa da istatistiksel olarak anlamlı değişim yalnızca şeffaf plak grubunda gözlenmiştir. Bu bulgu twinblok apareyinin maksillanın sagittal yönde büyümesini belirgin biçimde etkilemediğini göstermektedir. Literatürde de benzer sonuçlar mevcuttur (54,147). Babaki ve arkadaşları (148) twinblok tedavisi sonrası SNA açısında ortalama $0,84^{\circ}$ istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma bildirmiştir. Öte yandan Parekh ve ark. (149), Tümer ve Gültan (150) tarafından yapılan çalışmalarda SNA açısında anlamlı bir değişim saptanmamıştır. Bu bulgular twinblok apareyinin maksiller büyümeyi baskılamaktan çok mandibular gelişimi teşvik ettiğini desteklemektedir. Öte yandan çalışmamızda şeffaf plak grubunda SNA açısında saptanan anlamlı azalma, farklı biyomekanik mekanizmalar ve plakların uygulama vektörleriyle ilişkili olabilir.

Çalışmamızda hem twinblok grubunda hem de şeffaf plak grubunda SNB açısında istatistiksel olarak anlamlı artış, ANB açısında ise istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlenmiştir. Bu bulgular, mandibulanın sagittal düzlemde öne doğru konumlandığını ve fonksiyonel tedavilerin mandibular gelişimi uyarıcı etkisini ortaya koymaktadır. Elde edilen veriler literatürde yer alan birçok çalışmayla paralellik göstermektedir (11,139,149–151). Türkkahraman ve Sayın (151), Tümer ve Gültan (150), Cozza ve arkadaşları (68) ile Başçiftçi ve arkadaşları (139) aktivatör tedavisi uyguladıkları bireylerde SNB açısında anlamlı artışlar olduğunu ve ANB açısında da anlamlı azalmalar gözlendiğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Parekh ve arkadaşları (149) modifiye twinblok apareyinin yarı zamanlı ve tam zamanlı kullanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında her iki kullanım şeklinde de SNB açısında yaklaşık $1,5^{\circ}$ 'lik artış rapor etmişlerdir. Tümer ve Gültan (150) da monoblok ve twinblok apareyleri kullandıkları çalışmada her iki grubun SNB açısında anlamlı artış sağladığını bildirmiştir. Öte yandan bazı araştırmalarda SNB açısında gözlenen artışların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ifade edilmiştir. Cozza ve arkadaşları (127) ile

Chang ve arkadaşları (152) fonksiyonel apareyler sonrasında SNB açısında artış bildirmekle birlikte bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Caruso ve arkadaşları (11) twinblok ve İnvisalign MA apareyleri ile tedavi edilen bireylerde, twinblok grubunda SNB açısında $3,2^{\circ}$, İnvisalign MA grubunda ise $4,4^{\circ}$ 'lik artışlar olduğunu, ayrıca ANB açısında sırasıyla $-5,6^{\circ}$ ve $-3,4^{\circ}$ 'lük azalmalar elde edildiğini belirtmişlerdir. Sabouni ve arkadaşları (85) ise İnvisalign MA apareyi ile tedavi edilen bireylerde ANB açısında $0,55^{\circ}$ 'lik istatistiksel olarak anlamlı bir azalma bildirmiştir. Bu alandaki farklı sonuçlar kullanılan apareyin tasarım özellikleri, hastaların uyumu, tedavi süresi ve aktivasyon protokolleri gibi değişkenlerle ilişkilendirilebilir (153). Elde ettiğimiz bulgular genel olarak literatürdeki çalışmalarla uyumlu olup fonksiyonel apareylerin mandibular ilerlemeyi desteklediğini ve bunun SNB açısında artış, ANB açısında ise azalma ile kendini gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tez çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrası diğer iskeletsel açısal parametreler değerlendirildiğinde twinblok grubunda SN/GoGn ve SN/MP açı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Bu bulgu, twinblok apareyinin mandibular düzlem rotasyonunu etkileyerek posterior yönlü eğimi artırabileceğini ve alt yüz yüksekliğinde bir uzama eğilimine neden olabileceğini düşündürmektedir. Literatürde benzer şekilde bazı çalışmalar fonksiyonel aparey kullanımı sonrası SN/GoGn açısında $0,3^{\circ}$ ila $1,8^{\circ}$ arasında artış rapor etmişlerdir (131,150,154,155). Tümer ve Gültan (150) monoblok aparey uygulanan grupta mandibular düzlem eğiminde anlamlı bir artış veya azalma gözlemlenmediği buna karşın twinblok uygulanan grupta mandibular düzlem açısında $1,08^{\circ}$ 'lik anlamlı bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. Türkkahraman ve Sayın (151), aktivatör ile tedavi edilen olgularda mandibulanın posterior rotasyonu sonucu mandibular düzlem açısında artış meydana geldiğini bildirmiştir. Bu bulgular çalışmamızla paralellik göstermektedir. Öte yandan bazı araştırmalar bu açı parametresinde anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmiştir (156,157). Aslan (158) ve Günay (159) sabit fonksiyonel apareylerin kullanıldığı çalışmalarında SN/GoGn açısında anlamlı bir değişim saptamamışlardır. Benzer şekilde Bilgiç ve arkadaşları (160), aktivatör ve forsus aygıtlarıyla yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada SN/MP açısında hem grup içi hem de gruplar arası anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızla uyuşmamaktadır. Bu veriler twinblok gibi fonksiyonel apareylerin mandibular düzlem rotasyonu üzerinde değişken etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Bu farklı sonuçlar kullanılan apareylerin tipi, tedavi süresi, hasta uyumu ve ölçüm yöntemlerindeki farklılıklarla açıklanabilir.

Diğer taraftan çalışmamızda twinblok grubunda SN/PP, PP/MP ve Y açısı gibi diğer açısal parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu sonuç Başçiftçi ve arkadaşlarının (139) aktivatör tedavisi uygulanan bireylerde ANS-PNS/MP açısında değişiklik saptamadıkları bulgularla uyumludur. Benzer şekilde Cozza ve arkadaşları (161) PP/GoMe açısının tedavi sonrası sabit kaldığını belirtmiştir. Tümer ve Gültan (150) hem monoblok hem de twinblok tedavisi uygulanan gruplarda ANS-PNS/GoGn açısının istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermediğini rapor edilmiştir. Bu bulgular çalışmamızla paralellik göstermekte ve fonksiyonel tedavilerin dikey düzlemde sınırlı etkiler oluşturduğunu desteklemektedir.

Şeffaf plak grubunda tedavi sonrası Sella açısında anlamlı bir artış ($p=0,017$), Artiküler açıda ise anlamlı bir azalma ($p=0,014$) gözlenmiştir. Bu bulgu şeffaf plakların iskeletsel açısal parametreler üzerinde sınırlı etkisi olduğunu düşündürmektedir. Nitekim Sabouni ve arkadaşları (85), İnvisalign MA tedavisini değerlendirdikleri çalışmalarında SN/MP ve mandibular düzlem açılarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Caruso ve arkadaşları (11) da İnvisalign MA tedavisi sonrasında Go-Me/ANS-PNS açısında anlamlı düzeyde bir değişiklik gözlemediklerini bildirmiştir. Bu bulgular çalışmamızla paralellik göstermektedir. Şeffaf plak sistemlerinin iskeletsel yapıdan çok dental düzeyde etkili olduğunu ve özellikle açısal değişim açısından sınırlı bir ortopedik etki sağladığını ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrası iskeletsel doğrusal değerler incelendiğinde hem twinblok hem de şeffaf plak grubunda N-Me, Co-Go ve Co-Gn ölçümlerinde tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Bununla birlikte gruplar arası farklılıklar dikkate alındığında twinblok grubunda ANS-Me ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenirken, şeffaf plak grubunda ise Go-Gn ve S-Go ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir. Diğer iskeletsel doğrusal ölçümler değerlendirildiğinde ise her iki grupta da istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Literatürde benzer şekilde aktivatör aparey uygulanan bireylerde mandibular uzunlukta artış olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Başçiftçi ve arkadaşları (139), Türkkahraman ve Sayın (151) ile Cozza ve arkadaşları (68) Co-Gn mesafesinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde Chang ve arkadaşları (152) mandibular uzunluğun değerlendirilmesinde kullandıkları Ar-Gn değerinde tedavi sonrasında anlamlı artış saptamıştır. Bu çalışmalar mandibulanın sagittal yönde büyüme potansiyeline sahip olduğunu ve fonksiyonel apareylerin bu büyümeyi

destekleyebildiğini ortaya koymaktadır. Öte yandan Chen ve arkadaşları (154), fonksiyonel apareylerin mandibular uzunluk üzerindeki etkisinin klinik olarak sınırlı olduğunu ve mandibular boyutlarda anlamlı değişiklik meydana gelmediğini rapor etmişlerdir. Bu durum çalışmamızla çelişmekle birlikte kullanılan aparey türleri, tedavi süresi ve hastaların büyüme evreleri gibi farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızda anterior yüz yüksekliği (N-Me) değerleri her iki grupta da anlamlı olarak artmıştır. Bu artış alt yüz yüksekliğindeki dikey gelişimi göstermekte ve mandibular rotasyonla ilişkili olabilmektedir. Bu bulgu birçok çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir (68,139,151,162). Benzer şekilde Mills ve McCulloch (163), Baysal ve arkadaşları (69) tarafından yapılan çalışmalarda da twinblok, Herbst apareyleri ile tedavi edilen bireylerde N-Me mesafesinde anlamlı artış olduğu bildirilmiştir. Bilgiç ve arkadaşları (108), aktivatör ve forsus apareylerini karşılaştırdıkları çalışmada N-Me mesafesinde artış gözlemlemiş olmasına rağmen bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı rapor edilmiştir.

Twinblok grubunda ANS-Me mesafesinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiş, ancak gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde Dalcı ve ark. (164), Vargarik ve Harvold (131) ile Cozza (68) aktivatör uygulanan bireylerde alt anterior yüz yüksekliğinde artış bildirmiştir. Tümer ve Gültan (150) da hem monoblok hem de twinblok uygulamalarında benzer artışlar rapor etmiştir. Bu bulgular çalışmamızla uyusmaktadır.

Posterior yüz yüksekliği olan S-Go mesafesindeki artış ise yalnızca şeffaf plak grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Özellikle S-Go mesafesindeki artış kondil bölgesinde yönelen vertikal büyümenin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bu durum şeffaf plakların mandibulanın posterosuperior büyüme bileşenlerini daha etkin şekilde destekleyebileceğini düşündürmektedir. Literatürde Bilgiç ve arkadaşları (160), Başçiftçi ve arkadaşları (139) ile Mills ve McCulloch (163) twinblok ve aktivatör tedavileri sonrasında posterior yüz yüksekliğinde benzer şekilde anlamlı artışlar tespit etmişlerdir. Öte yandan Nelson ve arkadaşları (165) , Frankel ve aktivatör apareyleriyle yaptıkları araştırmada posterior yüz yüksekliğinde anlamlı bir değişiklik gözlemlememişlerdir. Bu tür çelişkili sonuçlar bireysel büyüme farklılıkları ve tedavi protokollerindeki çeşitlilik ile açıklanabilir. Literatürde Invisalign MA uygulanan hastalarda S-Go mesafesi üzerine doğrudan odaklanan bir çalışma bulunmamakla birlikte, Wu ve arkadaşlarının (166) yaptığı çalışmada, S-Go/N-Me oranında tedavi sonrasında bir artış gözlemlenmiş ancak bu

değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, dört farklı tedavi grubunda (Vanbeek Aktivator, Herbst, Twinblok ve Invisalign MA dahil) alt yüz oranında tedavi sonrası dönemde kaçınılmaz bir artış meydana geldiği ve bu artışın özellikle uzun yüz morfolojisine sahip bireyler açısından klinik olarak olumsuz sonuçlar doğurabileceği vurgulanmıştır.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde her iki aparey grubunda da mandibular iskeletsel büyümeyi destekleyen etkiler gözlemlenmiş, twinblok apareyinin özellikle anterior yüz yüksekliği üzerinde; şeffaf plağın ise mandibular posterior büyüme yüz yüksekliği üzerinde daha belirgin etkiler oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

5.3.2. Dental Ölçümlerin Tartışması

Tez çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrası dental doğrusal değerler incelendiğinde hem twinblok grubunda hem de şeffaf plak grubunda U1/SN açısında istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmıştır. Bu durum her iki apareyin de üst keser dişlerde retrüzyona neden olduğunu göstermektedir. Maksiller kesici dişlerde retrüzyonun gözlemlendiği bulgular literatürde birçok çalışmayla desteklenmektedir (135,139,150). Caruso ve arkadaşlarının (11) twinblok ve Invisalign MA tedavisi üzerine yaptıkları retrospektif çalışmasında twinblok grubunda, U1/ANS-PNS açısında tedavi öncesi 119° olan değer tedavi sonrası 109°'ye düşmesiyle istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiş ve bu durumun üst kesici dişlerde geriye eğimlenmeye neden olduğunu göstermiştir. Buna karşın Invisalign MA grubunda benzer yöndeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum ise Invisalign MA'nın üst kesici dişlerin pozisyonunu daha iyi kontrol edebildiğini ve tork üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Alt kesici dişlerin eğimini yansıtan L1/MP açısı, çalışmamızda twinblok grubunda tedavi sonrası anlamlı bir değişiklik göstermemiştir. Bu durum twinblok apareyinin alt kesici dişlerde vestibül yönlü eğimlenmeyi sınırlı düzeyde etkilediğini ve mandibular ön segmentteki dentoalveolar kontrolün korunduğunu göstermektedir. Buna karşın şeffaf plak grubunda L1/MP açısı 37,12°'den 35,78°'ye gerileyerek anlamlı bir azalma göstermiştir. Bu azalma alt kesici dişlerin retrüze olduğunu ve bu durumun overjet kontrolüne katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Al Subaie ve arkadaşlarının (167) şeffaf plaklarla uygulanan mandibular ilerletme tedavisini değerlendirdikleri çalışmada, L1/MP

değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir; ancak alt kesici dişlerin daha kontrollü ve sınırlı şekilde bukkale eğilim olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde literatürde hem şeffaf plak hem de twinblok tedavilerinin mandibular kesici eğimi üzerindeki etkileri genellikle sınırlı bulunmuş ve çoğu çalışmada bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir(11,168). Lombardo (169) hem twinblok hem de İnvisalign MA gruplarında IMPA açısında artış gözlenmiş, ancak bu değişiklikler de istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmemiştir. Ayrıca Awad ve Sadek (170) ile Goje ve Dandwate (171) tarafından yapılan çalışmalarda da şeffaf plak tedavisinin alt kesici dişlerin eğimini büyük ölçüde sabit tuttuğu, eğimde belirgin bir değişim oluşmadığı ifade edilmiştir. Bu bulgular çalışmamızın verileri ile uyuşmamaktadır. Buna karşın Sabouni ve arkadaşları (85) İnvisalign MA grubunda azalma bildirmiş; ancak bu değişikliklerin hiçbirisi anlamlı düzeye ulaşmamıştır. Koukou ve arkadaşları (81) İnvisalign MA grubunda IMPA'da anlamlı bir azalma rapor etmiştir. Yu ve arkadaşlarının (172) yürüttüğü meta-analiz çalışmasında ise, İnvisalign MA tedavisinde alt kesicilerin labial eğiminin geleneksel fonksiyonel apareylere göre ortalama 1,94° daha az olduğu bildirilmiştir. L1/MP açısına ilişkin literatürde bildirilen farklı sonuçların, tedavi süresi ve aktivasyon protokolündeki değişiklikler, örneklem büyüklüğündeki farklılıklar ve hasta kooperasyonundaki varyasyonlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mandibular ilerletmenin kademeli veya tek seferde yapılması ve plakların düzenli kullanım düzeyi özellikle şeffaf plak tedavisinde elde edilen dentoalveolar kontrolü doğrudan etkileyebilmektedir.

Çalışmamızda her iki tedavi grubunda da SN-Occ açısında istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir. Bu artış, oklüzal düzlemin posterior yönde rotasyon gösterdiğini ve fonksiyonel apareylerin iskeletsel düzlem ilişkilerini etkileyebildiğini düşündürmektedir. Twinblok grubundaki bu değişim, mandibular gelişimi desteklemek amacıyla maksillanın anterior konumlanması ve mandibulanın posterior rotasyonu ile ilişkili olabilirken; İnvisalign MA grubunda gözlenen benzer artış, şeffaf plakların yalnızca dentoalveolar değil, iskeletsel yapı üzerinde de etkili olabileceğini göstermektedir. Literatürde SN-Occ açısına doğrudan odaklanan çalışma sayısı sınırlı olsa da He ve arkadaşlarının (173) çalışmasında, her iki grupta da oklüzal düzlem açısında artış gözlenmiş, ancak bu artış yalnızca şeffaf plak grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu çalışmamızla paralellik göstermektedir. Buna karşılık, Wu ve arkadaşlarının (166) çalışmasında ise her iki tedavi grubunda da oklüzal düzlem açısında anlamlı bir değişiklik rapor edilmemiştir. Awad ve Sadek (170), İnvisalign MA tedavisi sonrası oklüzal düzlemde anlamlı olmayan ancak

anterior rotasyon eğiliminde bir değişiklik bildirmiştir. Bu bulgular, çalışmamızla uyuşmamakta olup oklüzal düzlemdeki farklı sonuçlar örneklem özellikleri, aparey tasarımı ve aktivasyon protokolünden dolayı kaynaklanabilir.

Çalışmamızda interinsizal açı değerlerinde her iki tedavi grubunda artış gözlenmiş olmakla birlikte bu değişim yalnızca şeffaf plak grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu artış, üst kesici dişlerin retrüzyonu ve alt kesici dişlerin daha kontrollü bir şekilde konumlanmasıyla ilişkilendirilebilir ve overjet kontrolünün sağlanmasında etkili bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Literatürde de bu bulguları destekleyen çok sayıda çalışma mevcuttur. Sharma ve ark. (174) çalışmasında twinblok tedavisi sonrasında interinsizal açıda yaklaşık 7°'lik bir artış bildirildiği ve bu değişimin üst kesici dişlerin retrüzyonu ile alt kesici dişlerin proklinasyonu sonucu meydana geldiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Segnigi ve ark.'nın (175) çalışmasında interinsizal açı değerinin 119,7°'den 126,5°'ye yükseldiği bildirilmiştir. Awad ve Sadek (170) 2022 yılında yaptığı çalışmada, Invisalign MA özelliği ile tedavi edilen bireylerde interinsizal açıda ortalama 7,89°'lik anlamlı bir artış bildirilmiştir. Ancak aynı yıl Sabouni ve çalışma arkadaşları (85), benzer tedavi protokolü uygulanan bireylerde interinsizal açıda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığını rapor etmiştir. Benzer şekilde Tümer ve Gültan'ın (150) twinblok apareyi ile gerçekleştirdikleri çalışmada da interinsizal açıda anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. İnterinsizal açıdaki bu farklılıklar; başlangıçtaki kesici diş eğimleri ve overjet miktarlarının farklı olmasından, apareylerin dentoalveoler etkilerinin değişkenliğinden kaynaklanabilir.

Twinblok ve şeffaf plak tedavi gruplarında dental doğrusal ölçümler karşılaştırıldığında her iki grupta da L1-OLP ve L6-OLP mesafelerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar, U6-OLP, overjet ve overbite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlenmektedir. Ayrıca twinblok grubunda L6-MP değerinde anlamlı artış, şeffaf plak grubunda L1-MP değerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma görülmektedir. Buna karşılık diğer iskeletsel doğrusal ölçümler değerlendirildiğinde ise her iki grupta da istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, her iki tedavi yönteminin benzer dental etkiler oluşturduğunu ancak şeffaf plakların alt kesici diş inklinasyonu ve alt molar pozisyonu üzerinde ilave etkiler gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

Bilgiç ve ark. (108) tarafından yapılan çalışmada, aktivatör ve forsus grubunda L1-OLP mesafesinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış rapor edilmiştir. Camcı ve Salmanpour'un (176) twinblok ve estetik yaklaşımlı mandibular ilerletme apareylerini

karşılaştırdığı çalışmada ise her iki grupta da L1-OLP değerinde artış gözlenmiş, ancak bu artış yalnızca estetik yaklaşımlı aparey grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Cozza ve ark. (68) çalışmasında da aktivatör uygulanan grupta alt kesici dişlerin konumunda anlamlı bir artış saptanmıştır. Bu veriler bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Literatürde üst birinci molar dişlerin distalizasyonuna ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar özellikle fonksiyonel apareylerin kullanımı sonrasında üst molarların sagittal yönde geriye doğru hareket ettiğini ve bu hareketin tedavi etkinliğine katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır (67,156,163,167). Mills ve McCulloch'un (163) yaptıkları çalışmada aktif tedavi fazı boyunca twinblok grubunda üst birinci molarların anlamlı düzeyde ortalama 1 mm distale hareket ettiği rapor edilmiştir. Buna karşılık kontrol grubunda bu dişlerin 1.5 mm mezial yönde ilerlediği gözlenmiş ve bu durum gruplar arasında 2.5 mm'lik istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur. Öztürk ve Tankuter (156) gerçekleştirdikleri çalışmada aktivatör ve headgear'ın kombine olarak uygulandığı tedavi grubunda üst birinci molarların öne doğru hareketi kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde azalmıştır. Benzer şekilde, Tümer ve Gültan'ın (150) araştırmasında twinblok uygulanan bireylerde tedavi süresince üst molarların mezial yöndeki hareketinde bir azalma gözlemlenmiş ve bu bulgu, söz konusu apareyin molar mezializasyonunu geciktirici bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Clark (67) ise twinblok tedavisi sonrası üst molarların distal yüzeyleri ile pterigoid dikey hat arasındaki mesafenin azaldığını yani molar dişlerin distal yönde hareket ettiğini bildirmiştir. Öte yandan, Camcı ve Salmanpour (176), U6-OLP değerinde artış tespit etmiş olmakla birlikte, bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Cozza ve ark. (68) tarafından yapılan çalışmada, U6-OLP mesafesinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış rapor edilmiştir; bu bulgu, tez çalışmamızdaki bulgularla uyuşmamaktadır. Üst molar distalizasyonuna dair literatürde farklı sonuçlar rapor edilmesinin nedenleri kullanılan aparey tipi, ölçüm yöntemleri ve kooperasyon düzeyindeki farklılıkların tedaviye verilen biyomekanik yanıtı değiştirmesi olabilir.

Vargervik ve Harvold'un (131) aktivatör tedavisini değerlendirdiği çalışmada, maksiller birinci molarların Sella-Nasion dikine göre konumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Bu bulgu, çalışmamızda üst molarların sagittal konumlarında anlamlı bir değişiklik gözlenmemesiyle örtüşmektedir. Öte yandan, Mills ve McCulloch'un (163) çalışmasında aynı tedavi fazı boyunca üst birinci molar dişlerde ortalama 0.4 mm'lik bir intrüzyon meydana gelmiş, kontrol grubunda ise 0.8 mm'lik ekstrüzyon izlenmiştir. Bu durum gruplar arasında 1.2 mm'lik istatistiksel olarak anlamlı bir

fark oluşturmuş olup, bu bulgu çalışmamızla çelişmektedir. Bu durumun, çalışmalarda kullanılan ölçüm yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Cozza ve ark. (68), Pangrazio ve ark. (157) ve Tümer ve Gültan'ın (150) çalışmaları farklı fonksiyonel apareylerle tedavi edilen bireylerde alt molar dişlerin kontrol gruplarına kıyasla anlamlı şekilde mezial yönde hareket ettiğini ve bu hareketin hem dişsel hem de iskeletsel değişimlerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, çalışmamızda L6-OLP değerinde gözlenen istatistiksel olarak anlamlı artış ile de uyumluluk göstermektedir.

Mills ve McCulloch'un (163) çalışmasında twinblok tedavisi ile tedavi edilen grupta mandibular molarların dikey yöndeki hareketi kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olmuştur. Benzer şekilde Vargervik ve Harvold (131) ile Cozza ve arkadaşlarının (68) çalışmasında da aktivatör tedavisi uygulanan bireylerde alt molarlarda dikey ekstrüzyon gözlemlenmiştir. Bilgiç ve arkadaşlarının (108) çalışmasında ise alt molarların mandibular düzleme göre konumunun anlamlı derecede arttığı yani dikey olarak sürme eğiliminde olduğu bildirilmiştir. Bu bulgular çalışmamızla paralellik göstermektedir. İnvisalign MA tedavisinde plağın dişi oklüzal yüzeyinden sarması sonucu istatistiksel olarak anlamlı olmayan değişiklikler dentoalveolar büyüme ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızda L1-MP değeri twinblok grubunda istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermezken şeffaf plak grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlenmiştir. Toth ve McNamara'nın (54) çalışmasında twinblok grubunda alt kesici dişin vertikal hareketinde 0.5 ± 1.1 mm'lik bir değişim gözlemlenmiş ancak bu değişim kontrol grubu veya FR-2 grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sun ve ark.'nın (177) çalışmasında twinblok grubunda alt kesici dişlerin alveolar kemik yüksekliği tedavi öncesi ile tedavi sonrası arasında önemli bir azalma gösterirken bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunurken şeffaf plak grubunda aynı parametrede tedavi öncesi ve sonrası arasındaki değişiklik istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. Bu veriler tezimizin bulguları ile paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda hem twinblok hem de İnvisalign MA gruplarında tedavi sonrası overjetle anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Bu bulgu mandibular ilerletmeye yönelik fonksiyonel apareylerin overjet düzeltiminde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde de benzer şekilde overjet üzerindeki etkilerine dair çok sayıda çalışma mevcuttur. Blackham (82), twinblok tedavisi sonrası overjetin anlamlı derecede azaldığını rapor etmiştir. Benzer şekilde Babaki ve ark. (148) twinblok ve bionatör apareyleri

karşılaştırıldıkları çalışmada overjet azalması açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış ancak twinblok grubunda ortalama 4.90 mm'lik bir azalma kaydedilmiştir. Tümer ve Gültan (150) ise twinblok tedavisi sonrası 7.46 mm'lik dikkat çekici bir overjet azalması bildirmiştir. Awad ve Sadek (170) ile Al Subaie ve ark. (167) İnvisalign MA tedavisi sonrası sırasıyla 3.80 mm ve 3.03 mm'lik anlamlı overjet azalması bildirmiştir. Sabouni ve ark. (85) yaklaşık 9 ay süren tedavi sonucunda 1.47 mm'lik overjet düzeltmesi rapor ederken Caruso ve ark. (11) çalışmasında İnvisalign MA ile 1.4 mm'lik azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır; buna karşın twinblok grubunda 3.3 mm'lik anlamlı bir azalma görülmüştür. Lombardo ve ark. (169) tedavi sonrası overjet azalması açısından twinblok ve İnvisalign MA grupları arasında anlamlı fark olmadığını, her iki apareyin de kontrol grubuna kıyasla etkili olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda her iki grupta da tedavi sonrası overbite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edilmiştir. Overbite düzeltimine ilişkin literatürde fonksiyonel apareylerin etkileriyle ilgili farklı sonuçlar bildirilmiştir. Bilgiç ve arkadaşları (160), aktivatör tedavisi sonrası overbite değerinin 2.59 mm oranında anlamlı şekilde azaldığını bildirmiştir. Tümer ve Gültan (150) ise hem monoblok hem de twinblok tedavileri sonrasında overbite değerinde anlamlı düzeyde azalma rapor ederek geleneksel fonksiyonel apareylerin de bu parametre üzerinde etkili olabileceğini ortaya koymuştur. İnvisalign MA tedavisine yönelik çalışmalarda ise genel olarak overbite değerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Caruso ve arkadaşları (11), İnvisalign MA grubunda overbite değerinde 3.15 mm'lik istatistiksel olarak anlamlı bir azalma rapor etmiştir. Benzer şekilde Sabouni ve arkadaşları (85) 0.81 mm'lik overbite azalması bildirmiştir. Buna karşılık Awad ve Sadek (170) İnvisalign MA tedavisi sonrası overbite değerinde anlamlı bir değişiklik gözlemlememiştir. Lombardo ve arkadaşlarının (169) çalışmasında ise twinblok grubunda overbite değerinde 1.1 mm'lik anlamlı bir artış bildirilmiştir; bu bulgu, aynı çalışmada İnvisalign MA grubunda gözlemlenen azalma ile uyuşmamaktadır. Şeffaf plak tedavisinde kullanım sürelerinin düzenli olarak sağlanıp sağlanamaması, planlanan intrüzyon ve ekstrüzyon hareketlerinin öngörüldüğü biçimde gerçekleşmesini sınırlayabilmekte ve bu durum literatürde rapor edilen farklı sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

5.3.3. Yumuşak Doku Ölçümlerinin Tartışması

Tez çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrası yumuşak doku değerleri incelendiğinde twinblok grubundan Li-OLP ve Pog'-OLP değerinde istatistiksel olarak anlamlı artış görülürken şeffaf plak grubunda ise sadece Pog'-OLP değerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir. Diğer yumuşak doku değerleri olan Ls-OLP ve nazolabial açıda ise herhangi bir istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Literatürde fonksiyonel tedavilerin üst dudak pozisyonuna etkisi konusunda farklı ve zaman zaman çelişkili sonuçlar rapor edilmiştir. Birçok araştırmacı fonksiyonel tedaviyle birlikte üst keser dişlerde oluşan devrilme hareketinin üst dudak üzerinde belirgin bir konumsal değişiklik yaratmadığını ifade etmiştir (68,160,178). Küçükkeleş (179) aktivatör tedavisi sonrasında üst dudağın konumunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptamamışlardır. Benzer şekilde Varlık ve ark. (180) hem aktivatör hem de twinblok uygulanan bireylerde üst dudak pozisyonunun tedavi sonrasında sabit kaldığını belirtmişlerdir. Bu bulgu dentoalveoler değişimlerin yumuşak dokuya olan etkisinin sınırlı olabileceğini düşündürmekte olup çalışmamızla uyumludur. Buna karşılık Dalcı ve ark. (164) üst dudağın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde posteriora kaydığını rapor etmişlerdir. Ayrıca bazı çalışmalarda, aktivatör tedavisi sonrası üst dudakta 1,1 mm ile 3 mm arasında değişen miktarlarda retrüzyon gözlemlendiği bildirilmiştir (181,182). Bu veriler çalışmamızla çelişmektedir. Bu çelişkili sonuçlar muhtemelen tedavi süresi, hasta yaşı, büyüme paternleri ve kullanılan analiz yöntemleri gibi değişkenlerden kaynaklanmakta olabilir.

Alt dudak konumuna ilişkin yapılan çalışmalarda farklı fonksiyonel apareylerin etkilerine dair çeşitli bulgular rapor edilmiştir. Al Subaie ve ark. (167) İnvisalign şeffaf plaklarla mandibular ilerletme uygulanan bireylerde alt dudakta ortalama 0.97 mm'lik anlamlı bir azalma bildirmiştir. Camcı ve Salmanpour (176) ise şeffaf plak grubunda alt dudak konumunun E çizgisine göre tedavi öncesi 1.68 mm iken tedavi sonrası 0.30 mm'ye gerilediğini ve bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Bilgiç ve arkadaşları (160) her iki çalışma grubunda da tedavi edilen bireylerde alt dudakta belirgin bir protrüzyon meydana geldiğini bildirmiştir. Bu bulgular bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. Ancak Awad ve Sadek (170) İnvisalign MA tedavisi uygulanan gruplarda alt dudakta istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptamamıştır.

Camcı ve Salmanpour (176) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da twinblok grubunda alt dudak pozisyonunun E çizgisine göre değerlendirilmesi sonucunda tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Cozza ve arkadaşları (68) aktivatör tedavisi uygulanan bireylerde yumuşak doku pogonion noktasının anteriora doğru yer değiştirdiğini bildirmiştir. Bu ilerlemenin esas olarak mandibulanın iskeletsel düzeyde öne hareketine bağlı olarak gerçekleştiği vurgulanmıştır. Lombardo ve arkadaşlarının (169) twinblok ve İnvisalign MA apareylerini karşılaştırdığı çalışmada ise yumuşak doku pogonionunun gerçek dikey referans çizgisine olan mesafesinde meydana gelen artış her iki tedavi grubunda da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak twinblok grubunda hem İnvisalign MA grubuna hem de kontrol grubuna kıyasla daha büyük bir ilerleme elde edilmiştir. Benzer şekilde Bilgiç ve arkadaşları (160) hem aktivatör hem de Forsus tedavisi sonrasında yumuşak doku pogonion noktasının öne doğru kaydığını rapor etmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızla paralellik göstermiş olup mandibular ilerletmeye yönelik tedavi yaklaşımlarının yumuşak doku profili üzerinde olumlu ve ölçülebilir etkiler yarattığını göstermektedir.

Çalışmamızın sınırlılıkları arasında örneklem büyüklüğünün sınırlı olması, retrospektif tasarım nedeniyle hasta kooperasyonu ve aparey kullanım süresinin tam kontrol edilememesi, iki boyutlu sefalometrik analizlerin transversal ve yumuşak doku değişimlerini yeterince yansıtmaması ile kontrol grubu ve uzun dönem takip eksikliği nedeniyle değişikliklerin büyüme mi yoksa tedavi etkisine mi bağlı olduğunun kesin belirlenememesi yer almaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip bireylerde Twinblok ve şeffaf plaklarda mandibular ilerletme (MA) apareylerinin iskeletsel, dentoalveolar ve yumuşak doku üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Her iki aparey de mandibular retrüzyona bağlı Sınıf II anomalilerin düzeltilmesinde etkili bulunmuştur.
- Twinblok apareyi, mandibular sagittal gelişimi artırmış, iskeletsel değişiklikler ve yumuşak doku pogonionunun öne doğru ilerlemesi açısından anlamlı sonuçlar vermiştir.
- Şeffaf plak mandibular ilerletme apareyi (MA) ise dentoalveolar düzeyde daha belirgin etkiler göstermiş; özellikle alt keserlerin konumlanması, molar ilişkilerin düzelmesi ve overjet/overbite değerlerinin azalmasında etkili olmuştur.
- Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, twinblok apareyinin daha güçlü iskeletsel etkiler, şeffaf plak apareyinin ise daha kontrollü, estetik açıdan daha konforlu ve dentoalveolar ağırlıklı etkiler sağladığı görülmüştür.
- Bu bulgular, fonksiyonel tedavilerde aparey seçiminin yalnızca klinik parametrelere değil; aynı zamanda hastanın kooperasyonu, estetik beklentileri ve yaşam tarzına göre yapılması gerektiğini göstermektedir.

Mandibular yetersizliğin belirgin olduğu olgularda, iskeletsel düzeyde daha güçlü etkiler sağlayabilmesi nedeniyle twinblok apareyi klinik açıdan uygun bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir. Öte yandan estetik beklentisi yüksek, sosyal yaşamında aparey kullanımını sınırlı tutmak isteyen veya kooperasyonu kısıtlı olabilecek bireylerde şeffaf plaklarla mandibular ilerletme yöntemi önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu yöntemin özellikle hasta konforunu artırması, ağız hijyenini kolaylaştırması ve dentoalveolar değişikliklerin daha kontrollü bir biçimde yönlendirilmesine olanak tanınması klinik uygulamalarda tercih edilme oranını artırmaktadır. Şeffaf plaklarla yapılan mandibular ilerletme tedavilerinin bir diğer önemli avantajı, fonksiyonel düzeltmenin yanı sıra eş zamanlı olarak diş hareketlerinin de gerçekleştirilebilmesidir. Bu sayede hem iskeletsel hem

de dentoalveolar düzenlemeler aynı tedavi süreci içinde sağlanmakta, ek sabit ortodontik tedavi gereksinimi azaltılmaktadır. Ayrıca dijital planlama sayesinde diş hareketlerinin kademeli ve öngörülebilir biçimde yönlendirilebilmesi, tedavi sürecinin kontrol edilebilirliğini ve hasta konforunu artırmaktadır. Dolayısıyla tedavi planlaması yapılırken yalnızca iskeletsel ve dentoalveolar parametreler değil, aynı zamanda hastanın bireysel motivasyonu, estetik beklentileri ve yaşam tarzı da dikkate alınmalıdır.

İlerleyen dönemlerde yapılacak araştırmalarda, twinblok ve şeffaf plaklarla gerçekleştirilen mandibular ilerletme tedavilerinin uzun dönemli stabilite sonuçlarının ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla daha geniş örneklem gruplarını içeren, prospektif ve randomize kontrollü çalışmaların planlanması gereklidir. Ayrıca üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin (CBCT, 3D yüz tarayıcılar) kullanılması, özellikle yumuşak doku adaptasyonunun ve üst hava yolu hacmindeki değişikliklerin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Bunun yanında prepubertal ve pubertal dönemlerde elde edilen sonuçların karşılaştırılması, tedavi zamanlamasının en uygun şekilde belirlenmesine ışık tutacaktır. Son olarak retansiyon döneminde ortaya çıkabilecek olası nükslerin uzun süreli takiplerle değerlendirilmesi, klinik protokollerin geliştirilmesine ve tedavi etkinliğinin artırılmasına yönelik önemli veriler sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Dağsuyu İ, Baydaş B. Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyonlu Bireylerde Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Etkilerinin Aksiyografik ve Sefalometrik Yöntemlerle İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2011 Mar 1;(3):196–212.
2. Gelgör IE, Karaman AI, Ercan E. Prevalence of malocclusion among adolescents in central anatolia. Eur J Dent. 2007 Jul;1(3):125–31.
3. Angle E. Classification of Malocclusion. Dental Cosmos. 1899 Mar;41(3):248–64.
4. Bishara SE. Class II Malocclusions: Diagnostic and Clinical Considerations With and Without Treatment. Semin Orthod. 2006 Mar;12(1):11–24.
5. Proffit W, Fields H, Sarver D. Contemporary Orthodontics. 5th ed. Elsevier Inc; 2012.
6. Graber L, Vanarsdall R, Vig K. Orthodontics Current Principles and Techniques. 5th ed. Mosby, editor. 2011.
7. Clark WJ. The twin block traction technique. Eur J Orthod. 1982 May;4(2):129–38.
8. Bishara SE, Ziaja RR. Functional appliances: a review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1989 Mar;95(3):250–8.
9. Franchi L, Alvetro L, Giuntini V, Masucci C, Defraia E, Baccetti T. Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus Fatigue Resistant Device in Class II patients. Angle Orthod. 2011 Jul;81(4):678–83.
10. Ravera S, Castroflorio T, Galati F, Cugliari G, Garino F, Deregibus A, et al. Short term dentoskeletal effects of mandibular advancement clear aligners in Class II growing patients. A prospective controlled study according to STROBE Guidelines. Eur J Paediatr Dent. 2021 Jun;22(2):119–24.
11. Caruso S, Nota A, Caruso S, Severino M, Gatto R, Meuli S, et al. Mandibular advancement with clear aligners in the treatment of skeletal Class II. A retrospective controlled study. Eur J Paediatr Dent. 2021;22(1):26–30.
12. Grossman W, Moss J. Removable appliance therapy. JPO J Pract Orthod. 1968 Jan;2(1):28–36.

13. SPALDING P. Treatment of Class II Malocclusions. In: Bishara S, editor. Textbook of Orthodontics. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 2001. p. 324–74.
14. Steiner C. Cephalometrics for you and me. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics . 1953;39(10):729–55.
15. Bishara S, Saunders W. Textbook of Orthodontics. Saunders Book Company; 2001.
16. Gazilerli U. Normal kapanışlı 13-16 yaş arasındaki Ankara çocuklarında Steiner normları. [Ankara]; 1976.
17. Ülgen M. Ortodonti: Anomaliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. 4th ed. : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları; 2010. 133–135 p.
18. Graber T, Swain B. Current Orthodontic Concepts and Techniques. 2nd ed. Vol. 1. Philadelphia: WB Saunders Company; 1975.
19. AST DB, CARLOS JP, CONS NC. THE PREVALENCE AND CHARACTERISTICS OF MALOCCLUSION AMONG SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS IN UPSTATE NEW YORK. Am J Orthod. 1965 Jun;51:437–45.
20. Graber TM. The “three M’s”: Muscles, malformation, and malocclusion. Am J Orthod. 1963 Jun;49(6):418–50.
21. Soh J, Sandham A, Chan YH. Malocclusion severity in Asian men in relation to malocclusion type and orthodontic treatment need. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005 Nov;128(5):648–52.
22. SARI Z, UYSAL T, KARAMAN Aİ, BAŞÇİFTÇİ FA, ÜŞÜMEZ S, DEMİR A. ORTODONTİK MALOKLÜZYONLAR VE TEDAVİ SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: EPİDEMİOLOJİK ÇALIŞMA. Turk J Orthod. 2003 Aug;16(2):119–26.
23. Sayin MO, Türkkahraman H. Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population. Angle Orthod. 2004 Oct;74(5):635–9.
24. Richard A, Smith D. The Etiology of Angle Class II Division I Malocclusion. Angle Orthod. 1939 Jan;9(1).
25. Mossey PA. The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. Br J Orthod. 1999 Sep;26(3):195–203.

26. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. 4th ed. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 1993.
27. Lundström A. Tooth Size and Occlusion in Twins. S. Karger; 1948.
28. Nakasima A, Ichinose M, Nakata S, Takahama Y. Hereditary factors in the craniofacial morphology of Angle's Class II and Class III malocclusions. *Am J Orthod.* 1982 Aug;82(2):150–6.
29. Bowman SJ. Class II combination therapy. *J Clin Orthod.* 1998 Oct;32(10):611–20.
30. Dale JG. Interceptive guidance of occlusion with emphasis on diagnosis. *Alpha Omegan.* 1999 Dec;92(4):36–43.
31. Pădure H, Negru AR, Stanciu D. The class II/1 anomaly of hereditary etiology vs. thumb-sucking etiology. *J Med Life.* 2012 Jun 12;5(2):239–41.
32. Souki BQ, Pimenta GB, Souki MQ, Franco LP, Becker HMG, Pinto JA. Prevalence of malocclusion among mouth breathing children: do expectations meet reality? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009 May;73(5):767–73.
33. Shetty SR, Munshi AK. Oral habits in children--a prevalence study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 1998 Jun;16(2):61–6.
34. Rothstein T, Yoon-Tarlie C. Dental and facial skeletal characteristics and growth of males and females with class II, division 1 malocclusion between the ages of 10 and 14 (revisited)-part I: characteristics of size, form, and position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Mar;117(3):320–32.
35. Kirschneck C, Römer P, Proff P, Lippold C. Association of dentoskeletal morphology with incisor inclination in angle class II patients: a retrospective cephalometric study. *Head Face Med.* 2013 Sep 3;9:24.
36. Al-Khateeb EAA, Al-Khateeb SN. Anteroposterior and vertical components of class II division 1 and division 2 malocclusion. *Angle Orthod.* 2009 Sep;79(5):859–66.
37. Kubota M, Nakano H, Sanjo I, Satoh K, Sanjo T, Kamegai T, et al. Maxillofacial morphology and masseter muscle thickness in adults. *Eur J Orthod.* 1998 Oct;20(5):535–42.

38. Kiliaridis S, Engström C, Thilander B. The relationship between masticatory function and craniofacial morphology. I. A cephalometric longitudinal analysis in the growing rat fed a soft diet. *Eur J Orthod.* 1985 Nov;7(4):273–83.
39. Ahlgren JG, Ingervall BF, Thilander BL. Muscle activity in normal and postnormal occlusion. *Am J Orthod.* 1973 Nov;64(5):445–56.
40. Drelich R. A cephalometric study of untreated class II, division 1 malocclusion 1. *The Angle Orthodontist* . 1948;18(3):70–5.
41. Fisk G, Culbert M, Grainger R, Hemrend B, Moyers R. The morphology and physiology of distocclusion: A summary of our present knowledge. *Am J Orthod.* 1953 Jan;39(1):3–12.
42. Blair S. A Cephalometric Roentgenographic Appraisal of the Skeletal Morphology of Class I, Class II, Div. 1, and Class II, Div. 2 (Angle) Malocclusions. *Angle Orthodontist.* 1954;24:106–19.
43. Valinoti JR. The European activator: its basis and use. *Am J Orthod.* 1973 Jun;63(6):561–80.
44. McNamara JA. Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod.* 1981 Jul;51(3):177–202.
45. Pancherz H. Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 May;117(5):571–4.
46. Pancherz H, Ruf S. The Herbst appliance: Research-based updated clinical possibilities. *World J Orthod.* 2000 Jan;1(1):17–31.
47. Ghafari J, Macari AT. Component analysis of Class II, Division 1 discloses limitations for transfer to Class I phenotype. *Semin Orthod.* 2014;20(4):253–71.
48. Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM. The use of magnets to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989 Aug;96(2):161–7.
49. Ruf S, Pancherz H. When Is the Ideal Period for Herbst Therapy--Early or Late? *Semin Orthod.* 2003;40:334–41.
50. Muzy E. La therapeutique orthopedique fonctionnelle de la face. Julien Prelat. Paris; 1952.

51. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod*. 1969 Jun;55(6):566–77.
52. Graber TM. *Functional Appliances in: orthodontics current principles and techniques*. St. Louis The C. V. Mosby Compan; 1985.
53. Woodside DG. Do functional appliances have an orthopedic effect? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998 Jan;113(1):11–4.
54. Toth LR, McNamara JA. Treatment effects produced by the twin-block appliance and the FR-2 appliance of Fränkel compared with an untreated Class II sample. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999 Dec;116(6):597–609.
55. SEÇKİN Ö, IŞIKSAL E. Fonksiyonel Düzenleyici (FR I). *Turk J Orthod*. 1990 Apr;3(1):135–42.
56. Pachori Y, Navlani M, Gaur T, Bhatnagar S. Treatment of skeletal class II division 1 malocclusion with mandibular deficiency using myofunctional appliances in growing individuals. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2012;30(1):56–65.
57. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 9: functional appliances to midcentury. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Jun;129(6):829–33.
58. Cardarelli F, Drago S, Rizzi L, Bazzani M, Pesce P, Menini M, et al. Effects of Removable Functional Appliances on the Dentoalveolar Unit in Growing Patients. *Medicina (Kaunas)*. 2024 Apr 30;60(5).
59. Ahlgren J. Early and late electromyographic response to treatment with activators. *Am J Orthod*. 1978 Jul;74(1):88–93.
60. HERRENS P, HAUPL K. The functioning of the activator. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd*. 1955 Mar;65(3):235–53.
61. Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. *Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances*. 2nd ed. 2009.
62. Faltin KJ, Faltin RM, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, McNamara JA. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *Angle Orthod*. 2003 Jun;73(3):221–30.
63. Graber T, Vanarsdall R, Katherine W. Functional appliances. In: Mosby, editor. *Orthodontics current principles and techniques*. St Louis: Elsevier; 2005. p. 515.

64. McNamara JA, Hugu SA. The functional regulator (FR-3) of Fränkel. Am J Orthod. 1985 Nov;88(5):409–24.
65. Gill DS, Lee RT. Prospective clinical trial comparing the effects of conventional Twin-block and mini-block appliances: Part 1. Hard tissue changes. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005 Apr;127(4):465–72; quiz 517.
66. McNamara J, Brudon W, Kokich V. Orthodontics and dentofacial orthopedics. Needham Press Ann Arbor; 2001.
67. Clark WJ. The twin block technique. A functional orthopedic appliance system. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988 Jan;93(1):1–18.
68. Cozza P, De Toffol L, Colagrossi S. Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. Eur J Orthod. 2004 Jun;26(3):293–302.
69. Baysal A, Uysal T. Mandibular Retrognatiye Bağlı Sınıf II Maloklüzyona Sahip Çocuklarda Twin-Blok ve Herbst Apeylerinin Yumusak Doku Etkilerinin Karşılaştırılması. 2010.
70. Stucki N, Ingervall B. The use of the Jasper Jumper for the correction of Class II malocclusion in the young permanent dentition. Eur J Orthod. 1998 Jun;20(3):271–81.
71. Ritto AK, Ferreira AP. Fixed functional appliances--a classification. Funct Orthod. 2000;17(2):12–30, 32.
72. Nalbantgil D, Arun T, Sayinsu K, Fulya I. Skeletal, dental and soft-tissue changes induced by the Jasper Jumper appliance in late adolescence. Angle Orthod. 2005 May;75(3):426–36.
73. Velentza M. Three Dimensional Assesment of Condyle and Glenoid Fossa Changes after Treatment with the Twin-block and Herbst Appliances [Doktora tezi]. [İstanbul]: Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi.; 2014.
74. Taner T, El H. Sınıf II Maloklüzyonun Düzeltiminde Bite-fixer Apeyinin Kullanımı: 2 Olgu Sunumu. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 2006;30(1):72–82.
75. Kesling HD. The philosophy of the tooth positioning appliance. Am J Orthod Oral Surg. 1945 Jun;31(6):297–304.
76. Lindauer SJ, Shoff RC. Comparison of Essix and Hawley retainers. J Clin Orthod. 1998 Feb;32(2):95–7.

77. Nahoum H. The vacuum formed dental contour appliance. *NY State Dent J.* 1964;9(5):385–90.
78. Ponitz RJ. Invisible retainers. *Am J Orthod.* 1971 Mar;59(3):266–72.
79. Boyd R. Presentation at the annual meeting of the American Association of Orthodontists. In: John Valentine Mershon Lecture. San Diego, CA; 1999.
80. Wong BH. Invisalign A to Z. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 May;121(5):540–1.
81. Koukou M, Damanakis G, Tsolakis AI. Orthodontic Management of Skeletal Class II Malocclusion with the Invisalign Mandibular Advancement Feature Appliance: A Case Report and Review of the Literature. *Case Rep Dent.* 2022;2022:7095467.
82. Blackham S. A study of short-term skeletal, dental, and soft tissue effects of Class II malocclusions treated with Invisalign® with Mandibular Advancement Feature or Twin Block appliance compared with historical controls [Text]. [Canada]: University of British Columbia; 2020.
83. Palma S, Zafra J. Aligner Techniques in Orthodontics. 2021. 250–275 p.
84. Tai S. Clear Aligner Technique. 1st ed. USA: Quintessence Publishing; 2018.
85. Sabouni W, Hansa I, Al Ali SM, Adel SM, Vaid N. Invisalign treatment with mandibular advancement: A retrospective cohort cephalometric appraisal. *J Clin Imaging Sci.* 2022;12:42.
86. Lagerström LO, Nielsen IL, Lee R, Isaacson RJ. Dental and skeletal contributions to occlusal correction in patients treated with the high-pull headgear-activator combination. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990 Jun;97(6):495–504.
87. Tulloch JF, Phillips C, Proffit WR. Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Jan;113(1):62–72, quiz 73–4.
88. Miralles R, Berger B, Bull R, Manns A, Carvajal R. Influence of the activator on electromyographic activity of mandibular elevator muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988 Aug;94(2):97–103.
89. Bass NM. Orthopedic coordination of dentofacial development in skeletal Class II malocclusion in conjunction with edgewise therapy. Part I. *Am J Orthod.* 1983 Nov;84(5):361–83.

90. von Bremen J, Pancherz H. Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Jan;121(1):31–7.
91. Konik M, Pancherz H, Hansen K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Jul;112(1):87–91.
92. BJORK A. The principle of the Andresen method of orthodontic treatment a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases. *Am J Orthod.* 1951 Jul;37(7):437–58.
93. Tofani MI. Mandibular growth at puberty. *Am J Orthod.* 1972 Aug;62(2):176–95.
94. Harvold EP, Vargervik K. Morphogenetic response to activator treatment. *Am J Orthod.* 1971 Nov;60(5):478–90.
95. Hotz RP. Application and appliance manipulation of functional forces. *Am J Orthod.* 1970 Nov;58(5):459–78.
96. Hsieh TJ, Pinskaya Y, Roberts WE. Assessment of orthodontic treatment outcomes: early treatment versus late treatment. *Angle Orthod.* 2005 Mar;75(2):162–70.
97. Doruk E, Göyüncü Y. Geç dönem Angle Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde fonksiyonel tedavinin değerlendirilmesi. *Cumh Üniv Dişhek Fak Dergisi.* 1999;2(2):64–70.
98. Pancherz H. Treatment timing and outcome. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2002 Jun;121(6):559.
99. Baccetti T, Franchi L, Toth LR, McNamara JA. Treatment timing for Twin-block therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Aug;118(2):159–70.
100. Flores-Mir C, Nebbe B, Major PW. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: a systematic review. *Angle Orthod.* 2004 Feb;74(1):118–24.
101. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002 Aug;72(4):316–23.
102. Durka-Zajac M, Marcinkowska A, Mituś-Kenig M. Bone age assessment using cephalometric photographs. *Pol J Radiol.* 2013 Apr;78(2):19–25.

103. Singer J. Physiologic timing of orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 1980 Oct;50(4):322–33.
104. Geulich W, Pyle S. Radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist. Stanford, California; 1959.
105. Kök H, Acilar AM, İzgi MS. Usage and comparison of artificial intelligence algorithms for determination of growth and development by cervical vertebrae stages in orthodontics. *Prog Orthod.* 2019 Dec 15;20(1):41.
106. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Jan;107(1):58–66.
107. Kucukkeles N, Acar A, Biren S, Arun T. Comparisons between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assessment of skeletal maturity. *J Clin Pediatr Dent.* 1999;24(1):47–52.
108. Bilgiç F, Hamamci O, Başaran G. Comparison of the effects of fixed and removable functional appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *Australasian Orthodontic Journal.* 2011 Nov 1;27(2):110–6.
109. Aelbers CM, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Part I, Fiction or reality--a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 Nov;110(5):513–9.
110. Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am J Orthod.* 1984 Feb;85(2):125–34.
111. Carter NE. Dentofacial Changes in Untreated Class II Division 1 Subjects. *Br J Orthod.* 1987 Nov 1;14(4):225–34.
112. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982 Apr;52(2):88–112.
113. H gg U, Pancherz H. 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. *The European Journal of Orthodontics.* 1988 Feb 1;10(1):169–76.
114. Williams BH. Anterior vertical incremental facial growth: its effects in class II treatment. *Angle Orthod.* 1980 Jul;50(3):179–88.

115. King GJ, Keeling SD, Hocevar RA, Wheeler TT. The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review. *Angle Orthod.* 1990;60(2):87–97.
116. Bridges T, King G, Mohammed A. The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1988 Mar;93(3):245–50.
117. Hansen K, Pancherz H, Hagg U. Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. *The European Journal of Orthodontics.* 1991 Dec 1;13(6):471–81.
118. McNamara JA, Bryan FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Aug;92(2):98–108.
119. Thiruvengkatachari B, Harrison J, Worthington H, O'Brien K. Early orthodontic treatment for Class II malocclusion reduces the chance of incisal trauma: Results of a Cochrane systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015 Jul;148(1):47–59.
120. Piancino MG, Di Benedetto L, Matakana G, Deregibus A, Marzo G, Quinzi V. Paediatric Orthodontics Part 3: Masticatory function during development. *Eur J Paediatr Dent.* 2019 Sep;20(3):247–9.
121. Stahl F, Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Longitudinal growth changes in untreated subjects with Class II Division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jul;134(1):125–37.
122. Keski-Nisula K, Lehto R, Lusa V, Keski-Nisula L, Varrelä J. Occurrence of malocclusion and need of orthodontic treatment in early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Dec;124(6):631–8.
123. Pancherz H, Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod.* 1985 Oct;88(4):273–87.
124. Baccetti T, Franchi L, Stahl F. Comparison of 2 comprehensive Class II treatment protocols including the bonded Herbst and headgear appliances: a double-blind study of consecutively treated patients at puberty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Jun;135(6):698.e1-10; discussion 698-9.

125. Arat ZM, Gökalp H, Erdem D, Erden I. Changes in the TMJ disc-condyle-fossa relationship following functional treatment of skeletal Class II Division 1 malocclusion: a magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Mar;119(3):316–9.
126. Covell DA, Trammell DW, Boero RP, West R. A cephalometric study of class II Division 1 malocclusions treated with the Jasper Jumper appliance. *Angle Orthod.* 1999 Aug;69(4):311–20.
127. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, De Toffol L, McNamara JA. Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 May;129(5):599.e1-12; discussion e1-6.
128. Proffit WR, Tulloch JFC. Preadolescent Class II problems: treat now or wait? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Jun;121(6):560–2.
129. Mills JR. The effect of functional appliances on the skeletal pattern. *Br J Orthod.* 1991 Nov;18(4):267–75.
130. Ruf S, Baltromejus S, Pancherz H. Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod.* 2001 Feb;71(1):4–11.
131. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod.* 1985 Sep;88(3):242–51.
132. Celikoglu M, Unal T, Bayram M, Candirli C. Treatment of a skeletal Class II malocclusion using fixed functional appliance with miniplate anchorage. *Eur J Dent.* 2014 Apr;8(2):276–80.
133. Karacay S, Akin E, Olmez H, Gurton AU, Sagdic D. Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper corrections of Class II division 1 malocclusions. *Angle Orthod.* 2006 Jul;76(4):666–72.
134. Aras A, Ada E, Saracoğlu H, Gezer NS, Aras I. Comparison of treatments with the Forsus fatigue resistant device in relation to skeletal maturity: a cephalometric and magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Nov;140(5):616–25.
135. Wieslander L, Lagerström L. The effect of activator treatment on class II malocclusions. *Am J Orthod.* 1979 Jan;75(1):20–6.

136. O'Brien K. Is early treatment for Class II malocclusion effective? Results from a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Apr;129(4 Suppl):S64-5.
137. Pancherz H. The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the herbst appliance. *Semin Orthod.* 1997 Dec;3(4):232–43.
138. Hägg U, Du X, Rabie ABM. Initial and late treatment effects of headgear-Herbst appliance with mandibular step-by-step advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Nov;122(5):477–85.
139. Basciftci FA, Uysal T, Büyükerkmen A, Sari Z. The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients. *Eur J Orthod.* 2003 Feb;25(1):87–93.
140. Ma X, Fang B, Dai Q, Xia Y, Mao L, Jiang L. Temporomandibular joint changes after activator appliance therapy: a prospective magnetic resonance imaging study. *J Craniofac Surg.* 2013 Jul;24(4):1184–9.
141. D'Antò V, De Simone V, Caruso S, Bucci P, Valletta R, Rongo R, et al. Effects of clear aligners treatment in growing patients: a systematic review. *Frontiers in oral health.* 2024;5:1512838.
142. Meade MJ, Weir T. Clinical efficacy of the Invisalign mandibular advancement appliance: A retrospective investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2024 May;165(5):503–12.
143. Moore RN, Igel KA, Boice PA. Vertical and horizontal components of functional appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989 Nov;96(5):433–43.
144. Katsavrias EG. The effect of mandibular protrusive (activator) appliances on articular eminence morphology. *Angle Orthod.* 2003 Dec;73(6):647–53.
145. Hägg U, Rabie ABM, Bendeus M, Wong RWK, Wey MC, Du X, et al. Condylar growth and mandibular positioning with stepwise vs maximum advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Oct;134(4):525–36.
146. Du X, Hägg U, Rabie ABM. Effects of headgear Herbst and mandibular step-by-step advancement versus conventional Herbst appliance and maximal jumping of the mandible. *Eur J Orthod.* 2002 Apr;24(2):167–74.

147. Lund DI, Sandler PJ. The effects of Twin Blocks: a prospective controlled study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998 Jan;113(1):104–10.
148. Ahmadian-Babaki F, Araghbidi-Kashani SM, Mokhtari S. A Cephalometric Comparison of Twin Block and Bionator Appliances in Treatment of Class II Malocclusion. *J Clin Exp Dent*. 2017 Jan;9(1):e107–11.
149. Parekh J, Counihan K, Fleming PS, Pandis N, Sharma PK. Effectiveness of part-time vs full-time wear protocols of Twin-block appliance on dental and skeletal changes: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019 Feb;155(2):165–72.
150. Tümer N, Gültan AS. Comparison of the effects of monoblock and twin-block appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999 Oct;116(4):460–8.
151. Türkkahraman H, Sayin MO. Effects of activator and activator headgear treatment: comparison with untreated Class II subjects. *Eur J Orthod*. 2006 Feb;28(1):27–34.
152. Chang HF, Wu KM, Chen KC, Cheng MC. Effects of activator treatment on Class II, division 1 malocclusion. *J Clin Orthod*. 1989 Aug;23(8):560–3.
153. Jena AK, Duggal R, Parkash H. Skeletal and dentoalveolar effects of Twin-block and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion: a comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Nov;130(5):594–602.
154. Chen JY, Will LA, Niederman R. Analysis of efficacy of functional appliances on mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002 Nov;122(5):470–6.
155. Sidlauskas A. The effects of the Twin-block appliance treatment on the skeletal and dentolaveolar changes in Class II Division 1 malocclusion. *Medicina (Kaunas)*. 2005;41(5):392–400.
156. Oztürk Y, Tankuter N. Class II: a comparison of activator and activator headgear combination appliances. *Eur J Orthod*. 1994 Apr;16(2):149–57.
157. Pangrazio-Kulbersh V, Berger JL, Chermak DS, Kaczynski R, Simon ES, Haerian A. Treatment effects of the mandibular anterior repositioning appliance on patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003 Mar;123(3):286–95.

158. Aslan BI, Kucukkaraca E, Turkoz C, Dincer M. Treatment effects of the Forsus Fatigue Resistant Device used with miniscrew anchorage. *Angle Orthod.* 2014 Jan;84(1):76–87.
159. Gunay EA, Arun T, Nalbantgil D. Evaluation of the Immediate Dentofacial Changes in Late Adolescent Patients Treated with the ForsusTM FRD. *Eur J Dent.* 2011 Oct;5(4):423–32.
160. Bilgiç F, Başaran G, Hamamci O. Comparison of Forsus FRD EZ and Andresen activator in the treatment of class II, division 1 malocclusions. *Clin Oral Investig.* 2015 Mar;19(2):445–51.
161. Cozza P, Polimeni A, Ballanti F. A modified monobloc for the treatment of obstructive sleep apnoea in paediatric patients. *Eur J Orthod.* 2004 Oct;26(5):523–30.
162. Jakobsson SO. Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II, Division I malocclusions. *Am J Orthod.* 1967 Jun;53(6):446–57.
163. Mills CM, McCulloch KJ. Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusions with the twin block appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Jul;118(1):24–33.
164. Dalci O, Altug AT, Memikoglu UT. Treatment effects of a twin-force bite corrector versus an activator in comparison with an untreated Class II sample: a preliminary report. *Aust Orthod J.* 2014 May;30(1):45–53.
165. Nelson C, Harkness M, Herbison P. Mandibular changes during functional appliance treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1993 Aug;104(2):153–61.
166. Wu Y, Yu Q, Xia Y, Wang B, Chen S, Gu K, et al. Does mandibular advancement with clear aligners have the same skeletal and dentoalveolar effects as traditional functional appliances? *BMC Oral Health.* 2023 Feb 2;23(1):65.
167. Al Subaie H, Alturki G, Alsulaimani F, Ghoneim S, Baeshen H. Assessment of dental, skeletal, and soft tissue changes following mandibular advancement with Invisalign in skeletal Class II. *Saudi Dent J.* 2024 Jan;36(1):66–71.
168. Glaser B, Tai S, Blevins R, Daher S. Prospective Multicenter Investigation of Invisalign Treatment with the Mandibular-Advancement Feature: An Interim Report. *Journal of Clinical Orthodontics.* 2022 Aug;56(8):458.

169. Lombardo EC, Lione R, Franchi L, Gaffuri F, Maspero C, Cozza P, et al. Dentoskeletal effects of clear aligner vs twin block—a short-term study of functional appliances. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2024 Sep 18;85(5):317–26.
170. Awad S, Sadek M. Cephalometric evaluation of the short-term skeletal, dental and soft tissue changes in growing subjects with class II division 1 malocclusion treated with Invisalign® mandibular advancement. *Ain Shams Dental Journal*. 2022 Mar;25(1):63–73.
171. Goje S, Dandwate A. Cephalometric Effects of Class II Correction Using Invisalign's Mandibular Advancement in Growing Patients. *Library Progress International*. 2024;44(2):1642–8.
172. Yu L, Li Z, Kang F, Wang S, Xie Z, Zhu X. Mandibular advancement with clear aligners and functional appliances in the treatment of skeletal Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2023 Jun 1;41(3):305–14.
173. Comparison between clear aligners and twin-block in treating class II malocclusion in children: a retrospective study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2023;
174. Sharma A, Sachdev V, Singla A, Kirtaniya B. Skeletal and Dentoalveolar changes concurrent to use of Twin Block appliance in Class II division I cases with a deficient mandible: A cephalometric study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2012;30(3):218.
175. Segnini C, D'Anto V, Valetta R, Lux CJ, Roser CJ. CAD-based functional therapy during aligner treatment – the “En-Nova”-protocol (technical report). *Semin Orthod*. 2025 Feb;31(1):110–4.
176. Camcı H, Salmanpour F. Comparison of skeletal and dentoalveolar effects of two different mandibular advancement methods: Conventional technique vs aesthetic approach. *Eur Oral Res*. 2022 May 5;0(0):0–0.
177. Sun Z, Pan Y, Lin T, Lu H, Ai H, Mai Z. Comparison of cephalometric measurements of the Twin Block and A6 appliances in the treatment of Class II malocclusion: a retrospective comparative cohort study. *Ann Transl Med*. 2022 Aug;10(16):876–876.

178. Lee R, Kyi C, Mack G. A controlled clinical trial of the effects of the Twin Block and Dynamax appliances on the hard and soft tissues. *The European Journal of Orthodontics*. 2007 Jun 1;29(3):272–82.
179. Küçükkeleş N. Sınıf II bölüm 1 olguların tedavisinde Herbst apareyi ile Aktivatörün etkilerinin sefalometrik olarak karşılaştırılması [Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 1989.
180. Varlik SK, Gultan A, Tumer N. Comparison of the effects of Twin Block and activator treatment on the soft tissue profile. *The European Journal of Orthodontics*. 2008 Jan 21;30(2):128–34.
181. Looi L, Mills J. The effect of two contrasting forms treatment on the facial profile. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1986;89:507–17.
182. Forsberg C, Odenrick L. Skeletal and soft tissue response to activator treatment. *European Journal of Orthodontic*. 1981;3:247–53