

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

İSKELETSEL SINIF II MALOKLUZYONLU HASTALARIN
FONKSİYONEL TEDAVİSİNDE KULLANILAN MODİFİYE TWIN-STAR
VE MAKSİLLATÖR APAREYLERİNİN KAS AKTİVİTELERİNE OLAN
ETKİLERİNİN ELEKTROMİYOGRAFİ İLE İNCELENMESİ

Dt. ONUR GÖRCEK

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. F. ERHAN ÖZDİLER

2016– KIRIKKALE

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

İSKELETSEL SINIF II MALOKLUZYONLU HASTALARIN
FONKSİYONEL TEDAVİSİNDE KULLANILAN MODİFİYE TWIN STAR
VE MAKSİLLATÖR APAREYLERİNİN KAS AKTİVİTELERİNE OLAN
ETKİLERİNİN ELEKTROMİYOGRAFİ İLE İNCELENMESİ

Dr. ONUR GÖRCEK

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. F. ERHAN ÖZDİLER

Bu tez, 01.08.2016 tarihine kadar Doç. Dr. Bülent ÇATALBAŞ' ın danışmanlığında yürütülmüş olup, kendisinin bu tarihte açığa alınması ve 675 sayılı KHK gereğince ihraç edilmesi nedeniyle 21.10.2016 tarihinden itibaren Prof. Dr. F. ERHAN ÖZDİLER' in danışmalığı ile devam ettirilmiştir.

Bu tez, Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2015 / 61 numaralı proje ile desteklenmiştir.

2016 – KIRIKKALE

**Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Uzmanlık Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından
Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.**

Tez Savunma Tarihi: 01 / 11 / 2016

İmza

Prof. Dr. F. ERHAN ÖZDİLER

Ankara Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Başkanı

İmza

Prof. Dr. M. OKAN AKÇAM

Ankara Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

İmza

Prof. Dr. AYŞE TUBA ALTUĞ

DEMİRALP

Ankara Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

İmza

Doç. Dr. M. ERCÜMENT ÖNDER

Kırıkkale Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

İmza

Doç. Dr. AYLİN AKBAY OBA

Kırıkkale Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
ÖNSÖZ	7
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	8
ŞEKİLLER.....	9
ÇİZELGELER.....	15
ÖZET.....	17
ABSTRACT.....	18
1. GİRİŞ.....	19
1.1. Araştırmanın Amacı	19
1.2. Sınıf II Malokluzyonların Tanımı ve Sınıflandırılması	21
1.3. Sınıf II Malokluzyonların Etiyolojisi ve Prevalansı.....	22
1.4. Sınıf II Malokluzyonların Tedavi Zamanlaması	24
1.5. Sınıf II Bölüm 1 Malokluzyonların İskeletsel, Dental ve Miyolojik Özellikleri.....	25
1.6. Sınıf II Bölüm 1 Malokluzyonlarda Tedavi Yaklaşımları	28
1.6.1. Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Felsefesi	30
1.6.2. Fonksiyonel Apareylerin Tarihçesi ve Gelişimi	31
1.6.3. Fonksiyonel Apareylerin Dentofasial Yapıda Meydana Getirdikleri Değişimler.....	33
1.6.4. Modifiye Twin-Star Apareyinin Öncüsü Olan Twin-Blok ve Twin-Star Apareyleri	35
1.6.5. Modifiye Twin-Star Apareyi.....	38
1.6.6. Maksillatör Apareyi	42
1.7. İskelet Kaslarının Yapısı	46
1.8. Kas Kasılmasının Fizyolojisi	49

1.8.1.	İstirahat Aşaması.....	49
1.8.2.	Kasılmanın Başlaması.....	50
1.8.3.	Kasılmanın Sürdürülmesi (Yeniden Şarj).....	52
1.8.4.	Gevşeme Aşaması.....	54
1.9.	Kaslarda Meydana Gelen Kasılma Tipleri.....	54
1.9.1.	İzometrik Kasılma.....	54
1.9.2.	İzotonik Kasılma.....	54
1.10.	Elektromiyografi.....	55
1.10.1.	Elektromiyografinin Tanımı.....	55
1.10.2.	Elektromiyografinin Tarihi.....	57
1.10.3.	EMG Cihazının Genel Yapısı.....	57
1.10.4.	Elektromiyografik Kayıtların Elde Edilme Yöntemleri.....	62
1.10.5.	Ortodonti Literatüründe EMG Uygulamaları.....	73
2.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	82
2.1.	Bireylerin Tedaviye Dahil Edilme Kriterleri ve Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	82
2.2.	İstatiksel Yöntem.....	87
2.3.	Modifiye Twin-Star Aparentinin Yapımı.....	88
2.3.1.	Kullanılan Materyaller.....	88
2.3.2.	Adım Adım İşlemler.....	89
2.4.	Radyografların Elde Edilmesi.....	93
2.5.	Lateral Sefalometrik Filmlerin Analizi ve Değerlendirilmesi.....	93
2.5.1.	Sefalometrik Analizde Kullanılan Noktalar.....	93
2.5.2.	Sefalometrik Analizde Kullanılan Düzlemler.....	95
2.5.3.	Sefalometrik Analizde Kullanılan Açısal ve Doğrusal Ölçümler.....	97
2.6.	Elektromiyografik Kayıtların Elde Edilmesi.....	103

3.	BULGULAR.....	107
3.1.	Sefalometrik Bulguların Analizi	107
3.1.1.	Sefalometrik Ölçümlerin Tekrarlanması ve Korelasyon Katsayılarının Elde Edilmesi.....	107
3.1.2.	Örneklemlerin Tedavi Öncesi Sefalometrik Karşılaştırması	108
3.1.3.	Grup İçi Sefalometrik Karşılaştırma	109
3.1.4.	Gruplar Arası Sefalometrik Karşılaştırma	111
3.2.	Elektromiyografik Bulguların Analizi	116
3.2.1.	Örneklemlerin Tedavi Öncesi Elektromiyografik Karşılaştırması	116
3.2.2.	Modifiye Twin-Star ve Maksillatör Gruplarında Başlangıç İle Tedavi Sonu Arasında Kas Aktivitelerinde Meydana Gelen Değişimlerin Grup İçi ve Gruplararası Karşılaştırması	118
3.3.	Çalışma Gruplarından Örnek Olgular	128
3.3.1.	Modifiye Twin-Star Grubu Örnek Olgusu	128
3.3.2.	Maksillatör Grubu Örnek Olgusu	133
4.	TARTIŞMA VE SONUÇ	137
4.1.	Araştırmanın Özgünlüğü	137
4.2.	Fonksiyonel Aparey Tercihini.....	138
4.3.	Örneklemin Oluşturulması	139
4.4.	Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Süresi ve Yöntem	141
4.5.	Sefalometrik Bulguların Değerlendirilmesi	142
4.5.1.	İskeletsel Bulguların Değerlendirilmesi.....	142
4.5.2.	Dental Bulguların Değerlendirilmesi	146
4.6.	Elektrot Lokalizasyonları ve Yöntem	148
4.7.	Elektromiyografik Bulguların Değerlendirilmesi	151
4.7.1.	İstirahat Bulgularının Değerlendirilmesi.....	151
4.7.2.	Yutkunma Bulgularının Değerlendirilmesi.....	153

4.7.3. Maksimum Isırma Bulgularının Değerlendirilmesi	154
4.8. Sonuç.....	156
KAYNAKLAR	158
EKLER.....	178
EK-1: ETİK KURUL ONAYI	178
EK-2: TEZ ÇALIŞMASINDA İSİM DEĞİŞİKLİĞİ HAKKINDA ETİK KURUL ONAYI.....	181
EK-3: TIBBİ CİHAZ KLİNİK ARAŞTIRMASI İZİNİ	182
ÖZGEÇMİŞ	184

ÖNSÖZ

Engin bilgi birikimi ve tecrübesiyle bana yol gösteren ve ufkumu genişleten, birlikte çalışmaktan büyük onur duyduğum değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. F. Erhan ÖZDİLER' e,

Desteğini hiçbir zaman esirgemediğin tez sunumumda üstün emekleri geçen Sayın Prof. Dr. Ali ERDEMİR' e ve Sayın Doç. Dr. Aylin AKBAY OBA' ya

Uzmanlık eğitimimde büyük emekleri olan Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğretim üyelerine,

Tez savunma sınavı jürimde yer alan değerli öğretim üyesi hocalarım Sayın Prof. Dr. M. Okan AKÇAM 'a, Sayın Prof. Dr. Ayşe Tuba ALTUĞ DEMİRALP' e, Sayın Doç. Dr. M. Ercüment ÖNDER' e,

Çalışmamızda yer alan istatistiksel analizlerde büyük katkıları bulunan Sayın Doç. Dr. Serkan ARAT' a

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çok güzel günlerimin geçtiği, tezimin her aşamasında yardımlarını benden esirgemeyen sevgili bölüm arkadaşlarıma,

Yaşamım boyunca bana her türlü fedakarlığı göstererek her zaman destek olan, sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem, babam, babaannem, anneannem ve dedeme,

Hayattaki en büyük mutluluğum olan, sevgi ve ilgisiyle beni her zaman çok büyük bir özveriyle destekleyen biricik eşim Hilal Merve GÖRCEK' e ve bir anda hayatımın anlamı olan oğlum Kartal GÖRCEK' e

SONSUZ TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM...

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	:	Yüzde
(°)	:	Derece
cm	:	Santimetre
mm	:	Milimetre
gr	:	Gram
EMG	:	Elektromiyografi
TME	:	Temporomandibuler eklem
Amp	:	Amplitüd
µV	:	Mikrovolt
kV	:	Kilovolt
kVp	:	Kilovolt peak
mA	:	Miliamper
maks	:	Maksimum
min	:	Minimum
MTS	:	Modifiye Twin-Star
M	:	Maksillatör
MVC	:	Habitual interkuspıdasyonda maksimum kuvvet ile ısırma
T₀	:	Tedavi başı
T₁	:	Fonksiyonel ortopedik tedavi sonu
Tsağ	:	Sağ temporal kasın anterior bölgesi
Tsol	:	Sol temporal kasın anterior bölgesi
Msağ	:	Sağ süperfisiyal masseter kas
Msol	:	Sol süperfisiyal masseter kas
S	:	Submental kas kompozisyonu (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas)

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Ülkemizde tercih edilen fonksiyonel apareylerin dağılımı (Topkara ve Sarı, 2010).	33
Şekil 1.2 Twin Blok apareyi (Clark, 1982).	35
Şekil 1.3 Twin-Star apareyi ağızda iken üst plağın okluzalden görünümü (a), alt plağın okluzalden görünümü (b), her iki plağın frontal kapanış görünümü (c), her iki plağın sağ kapanış görünümü (d), her iki plağın sol kapanış görünümü (e) (Mahadevia ve ark., 2014).	37
Şekil 1.4 Yeni tasarlanan Modifiye Twin-Star Apareyi ile birlikte Twin Star apareyi üzerinde uygulanan modifikasyonlar gösterilmektedir. Ekspansiyon vidası içeren üst plak (a), servikal hattın 2-3 mm gingivale uzanan alt plak (b), 2 mm kalınlığındaki alt ve üst plaklar (c).	39
Şekil 1.5 Araştırmamızda kullandığımız yeni tasarlanan “Modifiye Twin-Star” apareyinin ağız içi fotoğrafları. Alt ve üst plağın anteriordan görünümü (a), lateralden görünüm (b ve c), üst plağın okluzal görünümü. (d), alt plağın okluzal görünümü (e).	40
Şekil 1.6 Modifiye Twin-Star apareyinin ağız içi lateral görünümü. nazal havayolu problemi olan hastalar için endike anterior bölge açıklığı gösterilmektedir.	41
Şekil 1.7 Maksillatör apareyinin bukkalden görünümü.	43
Şekil 1.8 Maksillatör Apareyinin lingualden görünümü.	44
Şekil 1.9 Maksillatör apareyinin okluzal görünümü.	45
Şekil 1.10 Maksillatör apareyinin lateralden görünümü (Çatalbaş, 2004).	45
Şekil 1.11 İskelet kasının kesitsel gösterimi (Seller, 2012).	47

Şekil 1.12 İskelet kasının mikroskopik anatomisi: a) Miyofibrillerden oluşan kas lifi (hücre); b) Bir miyofibril yapısı ve miyofilamentleri; c) Kalın (miyozin) ve ince (aktin) filamentlerden oluşan sarkomer yapısı (Göker, 2009).	48
Şekil 1.13 Sarkomer yapısındaki aydınlık ve karanlık bölgelerin elektron mikroskopu ile gösterimi (Seller, 2012).	49
Şekil 1.14 Aksiyon potansiyeli (Biçer, 2011)	51
Şekil 1.15 a) Miyofilamentlerin kontraksiyon olmayan şematik çizimi; b) Miyofilamentlerin kontraksiyon sırasındaki şematik çizimi (Göker, 2009).	52
Şekil 1.16 Uyarılma ve kas kontraksiyonu fizyolojisinin şematik olarak gösterilmesi (Göker, 2009).	53
Şekil 1.17 İzotonik ve izometrik kasılmanın şematik olarak gösterimi (Marieb ve Hoehn, 2013).	55
Şekil 1.18 EMG cihazının genel yapısını gösteren blok diagramı (Artuğ, 2015).	58
Şekil 1.19 İstirahat halindeki kas lifi (Artuğ, 2015).	59
Şekil 1.20 Uyarılmış kas lifi (Artuğ, 2015).	59
Şekil 1.21 Nöromusküler kavşak yapısı (Artuğ, 2015).	60
Şekil 1.22 EMG işaretinin ölçülebilir parametreleri (Rubin, 2012).	61
Şekil 1.23 Elektrot ile biyoelektrik sinyallerinin ölçüm düzeni (www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/...pdf/Elektrotlar.pdf).	63
Şekil 1.24 Tek kullanımlık yüzey elektrotların yapısı (www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/...pdf/Elektrotlar.pdf).	66
Şekil 1.25 Anterior temporal ve masseter kaslarından EMG ölçümü için yerleştirilen bipolar aktif yüzey elektrotların lokalizasyonları (Yuen ve ark., 1990).	67
Şekil 1.26 Ferrario ve ark. (1991)' nin araştırmasında anterior temporal ve masseter kaslarında gerçekleştirilen sEMG ölçümü için belirlenen sEMG lokalizasyonları.	68

Şekil 1.27 Tallgren ve ark. (1998)' nin sEMG ölçümlerinde kullandığı elektrot loklizasyonları. (a) Yukarıdan aşağıya doğru sağ anterior temporal kas, sağ buccinator kas ve sağ anterior digastrik kas. (b) Yukarıdan aşağıya doğru sağ üst ve alt orbikularis oris kasları, sağ mental kas.	69
Şekil 1.28 (a) Anterior temporal ve yüzeyel masseter kasa yerleştirilen yüzeyel elektrot lokasyonları için uygun görülen anatomik bölgelerin şematik olarak gösterilmesi. (b) Bipolar elektrotların 3 farklı mesafe ile yerleşimi (merkezden merkeze) sonucunda, farklı EMG sinyallerinin ve amplitüt değerlerinin elde edilmesi gösterilmiştir (Castroflorio ve ark., 2005).....	70
Şekil 1.29 Bergamini ve ark. (2008)' in araştırmasında submental EMG (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) ölçümünde belirlenen yüzey elektrodu loklizasyonları.....	72
Şekil 1.30 Ertekin (2014)' in araştırmasında submental EMG (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) ölçümünde belirlenen elektrot loklizasyonları	72
Şekil 1.31 Hands ve Stepp (2016)' in araştırmasında submental EMG (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) ölçümünde belirtilen yüzey elektrodu lokalizasyonları.....	73
Şekil 1.32 Sood ve ark. (2011)' nin araştırmasında, anterior temporal ve masseter kaslarında maksimum ısırma kas aktivitelerinin 2 yıllık takibi, grafik ile gösterilmektedir.....	79
Şekil 2.1 Araştırma için gerekli olan Power analizinin G*Power (G*Power Ver.3.0.10, Franz Faul, Kiel Üniversitesi, Almanya) paket programı ile gerçekleştirilmesi gösterilmektedir.....	83
Şekil 2.2 Çalışma gruplarında kas aktivitesi ölçümlerinin akış şeması.....	87
Şekil 2.3 (a) Biocryl plağın modele yapışmasını önleyen ve plağın modelden uzaklaştırılmasını kolaylaştıran termoplastik materyal ile (Isofolan, Great Lakes separator, Great Lakes Tonawanda, NY), (b) Biocryl plak (2 mm x 125 mm, yuvarlak).....	90

Şekil 2.4 Üst dental modelin Isofolan ile kaplanması ve ekspansiyon vidasının modele adapte edilmesinden sonra Biostar ünitesine yerleştirilmesi ve 64°C sıcaklıkta 90 saniye ısıtılarak 4.3 bar basınç ile modele basılması.	91
Şekil 2.5 Biostar ünitesinde termoplastik plağın basıldığı alt dental modelin okluzalden görünümü.....	91
Şekil 2.6 Biocryl plakların artikülator üzerindeki dental modele adapte edilmesi (a). Artikülator üzerinde alt ve üst plakta ortodontik akril ile 70° 'lik eğik düzlem oluşturulması (b).	92
Şekil 2.7 Lateral sefalometrik radyografların analizinde kullanılan sefalometrik noktalar.....	95
Şekil 2.8 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan horizontal ve vertikal düzlemler.....	96
Şekil 2.9 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan maksiller iskeletsel ölçümler.....	97
Şekil 2.10 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan mandibuler iskeletsel ölçümler.....	98
Şekil 2.11 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan maksillo-mandibuler iskeletsel ölçümler.düzlemler arasındaki ölçümler.	99
Şekil 2.12 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan düzlemler arası ölçümler.....	100
Şekil 2.13 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan yüz yüksekliği ölçümleri.	101
Şekil 2.14 Lateral Sefalometrik Filmlerin Analizinde Kullanılan Dentoalveolar Ölçümler.....	102
Şekil 2.15 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan yumuşak doku ölçümleri.	103

Şekil 2.16 sEMG ölçümlerinde kullanılan cihazın, kayıt öncesi empedans değerinin kontrol edildiği program ara yüzü.....	105
Şekil 2.17 <i>m.temporalis</i> ' in anterior lifleri (a), <i>m. massetericus</i> (b), submental bölge (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas kompozisyonu) kas aktivitelerinin (c) sEMG metodu ile ölçülmesi ve elektrot lokalizasyonlarının gösterilmesi.	106
Şekil 3.1 <i>m. temporalis</i> ' in anterior kısmının istirahat kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.	119
Şekil 3.2 <i>m. masseter</i> ' in istirahat kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.	120
Şekil 3.3 Submental (S) bölge istirahat kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.	120
Şekil 3.4 <i>m. temporalis</i> ' in anterior kısmının yutkunma kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.	123
Şekil 3.5 Submental (S) bölge yutkunma kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.	123
Şekil 3.6 <i>m. temporalis</i> ' in anterior kısmının maksimum ısırma kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.....	125
Şekil 3.7 <i>m. masseter</i> ' in maksimum ısırma kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.	126
Şekil 3.8 Modifiye Twin-Star apareyi ile tedavi edilen hastanın apareyli ağız içi fotoğrafı.....	128
Şekil 3.9 Modifiye Twin-Star apareyi kullanan olgunun başlangıç (a ve c) ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu faz 1 (sabit tedavi öncesi) ağız içi fotoğrafları (b ve d).....	129
Şekil 3.10 Modifiye Twin-Star apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu profil fotoğrafları (sırasıyla a ve b), sefalometrik radyografları (sırasıyla c ve d).	130

Şekil 3.11 Modifiye Twin-Star apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu SN düzlemi üzerinde total sefalometrik çakıştırması.	131
Şekil 3.12 Modifiye Twin-Star apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu lokal sefalometrik çakıştırmaları.....	132
Şekil 3.13 Modifiye Twin-Star apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun 6. ay sabit tedavi fotoğrafları (alt ve üst .016 NiTi arkteli ile birlikte).....	132
Şekil 3.14 Maksillatör apareyi kullanan olgunun başlangıç (a ve c) ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu (b ve d) ağız içi fotoğrafları.....	133
Şekil 3.15 Maksillatör apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu profil fotoğrafları (a ve b), sefalometrik radyografları (c ve d).....	134
Şekil 3.16 Maksillatör apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu SN düzlemi üzerinde total sefalometrik çakıştırması.	135
Şekil 3.17 Maksillatör apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu lokal sefalometrik çakıştırmaları.	136
Şekil 3.18 Maksillatör apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun 6. ay sabit tedavi fotoğrafları (a), (b) ve (c). Alt .014 NiTi, üst .016x.016 NiTi arkteli, sağ alt ve üst daimi 2. premolarlar için yer koruyucu pasif coil springler ile birlikte ağız içi fotoğrafları.....	136

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1 Sefalometrik parametreler ile değerlendirilen MTS ve M çalışma gruplarında bireylerin tedavi başı kronolojik yaş ortalamaları (Ort: Ortalama, SS: Standart sapma).....	85
Çizelge 2.2 MTS ve M gruplarında hasta sayılarının tedavi başı iskeletsel maturasyonlarının el-bilek radyografileri kullanılarak karşılaştırılması.....	86
Çizelge 2.3 MTS ve M gruplarında bireylerin fonksiyonel ortopedik tedavi süreleri (Ort: Ortalama, SS: Standart sapma).....	86
Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan ölçümlere ilişkin Pearson korelasyon katsayıları (r)	107
Çizelge 3.2 Örneklemelerin tedavi öncesi sefalometrik değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.	108
Çizelge 3.3 MTS ve M gruplarında grup içi sefalometrik analiz, tedavi sonu ile başlangıç farklarının (T_1-T_0) gruplar arası sefalometrik karşılaştırması.....	113
Çizelge 3.4 Örneklemelerin tedavi öncesi istirahat kas aktivitelerinin (μV) gruplar arası karşılaştırması.	116
Çizelge 3.5 Örneklemelerin tedavi öncesi yutkunma kas aktivitelerinin (μV) gruplar arası karşılaştırması.	117
Çizelge 3.6 Örneklemelerin tedavi öncesi maksimum ısırma kas aktivitelerinin (μV) gruplar arası karşılaştırması.	118
Çizelge 3.7 İstirahat ölçümlerini gösteren Median ve Çeyreklikler arası genişlik (ÇAG) değerleri ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırma çizelgesi.....	121
Çizelge 3.8 Yutkunma ölçümlerini gösteren Median ve Çeyreklikler arası genişlik (ÇAG) değerleri ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırma çizelgesi.....	124

Çizelge 3.9 Maksimum ısırma (MVC) ölçümlerini gösteren Median ve Çeyreklikler arası genişlik (ÇAG) değerleri ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırma çizelgesi. 127



ÖZET

İskeletsel Sınıf II Malokluzyonlu Hastaların Fonksiyonel Tedavisinde Kullanılan Modifiye Twin-Star Ve Maksillatör Apareylerinin Kas Aktivitelerine Olan Etkilerinin Elektromiyografi İle İncelenmesi

Bu prospektif randomize klinik çalışmanın amacı, mandibular retrognatiye bağlı iskeletsel Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu olgularda, yeni tasarlanan Modifiye Twin-Star (MTS) apareyi ve Maksillatör (M) apareylerinin dentofasiyal yapı üzerindeki etkilerini radyolojik ve elektromiyografik (EMG) olarak karşılaştırmaktır. Çalışmaya, pubertal büyüme dönemindeki Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip, gönüllü 34 birey dahil edildi. 2 çalışma grubu (MTS: n=17, M: n=17) oluşturuldu. *m.temporalis*' in anterior kısmı, *m.masseter* ve submental kas kompozisyonu (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kaslar) yüzey elektrot yöntemi (sEMG) ile bilateral olarak incelendi. Tedavi başı, 1. ay, 3. ay ve tedavi sonunda apareysiz olarak, istirahat, maksimum ısırma ve yutkunma sırasındaki kas aktivitesi ölçümleri yapıldı. Her iki grupta da Sınıf I molar ve kanin ilişki elde edildi, overjet ve overbite önemli miktarda azaldı ve profilde iyileşme gözlemlendi. Witt's değeri, PtV-Pm mesafesi, korpus uzunluğu, yumuşak doku konveksite açısı incelendiğinde MTS grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı ortopedik etki elde edildi. Tedavi başı ve tedavi sonu istirahat ve maksimum ısırma kas aktivite değerlerinin grup içi değerlendirilmesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaması, her iki apareyde de nöromuskuler yapının oluşturulan yeni morfolojik modele uyum sağladığı şeklinde yorumlandı. Ancak tedavi sonu istirahat kas aktivitelerinin MTS grubunda başlangıç değerlerine daha yakın bulunması, MTS apareyinin nöromuskuler adaptasyonu sağlamada daha başarılı olduğunu göstermiştir. MTS apareyi, yeni jenerasyon hareketli fonksiyonel apareyler içerisinde hasta odaklı yaklaşımı temsil eden bir alternatiftir.

Anahtar Kelimeler: Elektromiyografi, Maksillatör, Modifiye Twin-Star, Twin-Star, Twin-Blok

ABSTRACT

Investigation of the Effect on Muscle Activities with Electromyography of Modified Twin-Star And Maxillator Appliance Used on Skeletal Class II Malocclusion Patients' Functional Therapy

The purpose of this prospective randomized clinical study, to compare the effects on dentofacial structures of the newly designed Modified Twin-Star (MTS) appliance and Maxillator (M) appliance with radiologic and electromyographic (EMG) methods on mandibular retrognathia dependent skeletal Class II Division 1 malocclusion cases. 34 Class II subjects on puberty were included voluntarily. 2 study group (MTS: n = 17, M: n = 17) was randomly assigned. Muscle activity recordings were taken with surface electrode method (sEMG) during different oral functions: at rest, swallowing and maximum voluntary contraction (MVC) on anterior temporal, masseter and submental area muscles (composition of mylohyoid, geniohyoid and anterior digastric muscles). Class I molar and canine relationship was obtained in both groups. Significant amount of overjet and overbite reduced and improvement was observed in the profile. Witt's appraisal, PtV-Pm distance, corpus length, soft tissue convexity angle was obtained significantly more successful orthopedic effect on the MTS group. No significant difference at rest and maximum voluntary contraction muscle activity was observed at beginning and at the end of the functional treatment in the intra-group evaluation of both MTS and M groups. It can be interpreted as neuromuscular structure adapted to the new generated morphological model. However MTS appliance was more successful in achieving adaptation because of to be closer last and beginning muscle activity values.

MTS appliance is an important alternative as a new generation of removable functional appliance pioneered patient-centered approach which has shown success.

Keywords: Electromyography, Maxillator, Modified Twin-Star, Twin-Star, Twin-Block

1. GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı

Yüz estetiği, bireyin yaşadığı toplum içerisindeki yerini ve konumunu belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Bu durum özellikle günümüzde ortaya çıkan estetik talep anlayışlarıyla birlikte daha çok önem kazanmıştır. Ortodontik tedavilerin başlıca hedeflerinden biri de yüz estetiği ve güzelliğini sağlayıp, geliştirmektir.

Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip olan bireylerde, retrognati inferiora bağlı görülen profil dengesinin bozulması, silik çene ucu görünümü ve artmış overjet gibi spesifik klinik bulgular görülür. Bu durumun bireylerin özgüvenlerine de olumsuz yansıdığı ifade edilmiştir (Shaw, 1981; Tung, 1998). Sınıf II maloklüzyonlar, en sık olarak mandibulanın geride konumlanmasına veya gelişim geriliğine bağlı olarak karşımıza çıkmaktadır (Mc Namara, 1981; Pancherz, ve ark., 1997). Mandibulanın geride olduğu gelişim dönemindeki iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip hastalar için ideal tedavi yaklaşımı mandibuler büyümeyi stimüle etmek olup bu amaçla da fonksiyonel apeareler tercih edilmektedir (Toth ve McNamara 1999; Başçiftçi ve ark., 2003).

Biyolojik bir yapının morfolojisini, o yapının fonksiyonu şekillendirir (Wieckiewicz ve ark., 2014). Fonksiyonel apeareler ile elde edilmek istenen ortopedik düzeltimde temel hedef, dentisyon ve destek kemiğin çevresindeki nöromusküler yapının modifiye edilmesi, böylece istenilen iskeletsel adaptasyonun sağlanmasıdır (Graber, 1985). Bu apeareler form ve fonksiyonun değiştirilmesini hedefler.

Ortodontide kullanılan yeni jenerasyon apearelerde estetik ve konfora olan talep de son yıllarda artış göstermiştir (Hawary, 2014). Hastanın kullandığı ortodontik apeareyin estetik ve konfor özellikleri, ortodontistlerin başarıya ulaşmasının temel şartı olan hasta kooperasyonu için oldukça önemli faktörlerdir (Clark, 1995). Her ne kadar ilk fonksiyonel aygıtlara göre geliştirilmiş özelliklere sahip olsa da, Clark' ın Twin-Blok apeareyi, çelik tel içeren kısımların hastalar

tarafından estetik bulunmaması gibi sosyal ve psikolojik nedenlerle hastalar tarafından kullanılmak istenmemektedir (Nedwed ve Miethke, 2005). Mahadevia ve ark. (2014) tarafından Twin-Blok apareyine alternatif olarak tasarlanan Twin-Star apareyi, hasta odaklı yaklaşımın öncülüğünü yapan ve bu felsefeyi temsil eden önemli bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Hasta kooperasyonu ve memnuniyetinin üst seviyede olduğu bildirilen (Mahadevia ve ark., 2014) bu aparey, araştırmamızda modifiye edilerek kullanılmış ve Modifiye Twin-Star olarak adlandırılmıştır. Araştırmamızda, estetik ve konfor özelliklerinin başarılı olduğunu düşündüğümüz yeni bir fonksiyonel aparey tasarlanmış, böylelikle hastaların tedavi sürecinde duyduğu kaygının azaltılması amaçlanmıştır.

Çiğneme kaslarından kantitatif olarak ölçümlenen biyoelektriksel aktivite değişimleri, en objektif ve en güvenilir olarak elektromiyografi (EMG) yöntemi ile belirlenir. Diş hekimliğinde ise yüzey elektromiyografi (sEMG) yöntemi, ağrısız ve konforlu olması nedeniyle, çocuklarda sıklıkla tercih edilmektedir (Wozniak ve ark., 2015).

Literatürde elektromiyografi yönteminin fonksiyonel apareylerin nöromuskuler adaptasyon başarısını tespit etmede belirleyici olduğu bildirilmesine rağmen (Ahlgren ve ark., 1985), en başarılı ortopedik etkinin elde edildiği belirtilen Twin-Blok apareyinin (Koretsi ve ark., 2015) bir modifikasyonu olan Twin-Star apareyi ile ilgili elektromiyografi çalışması bulunmamaktadır. Bununla beraber, İskandinav ülkelerinde sıklıkla kullanılan ve ülkemizde fonksiyonel tedavide kullanılan apareyler arasında pek bilinmeyen Maksillatör apareyi hakkında bir tez çalışması (Çatalbaş, 2004) ve bir poster bildiri dışında literatür bilgisine rastlanmamıştır. Söz konusu olan tez çalışmasında da apareyin nöromuskuler yapıda meydana getirdiği kas aktivitesi değişimleri incelenmemiştir.

Bu prospektif randomize klinik çalışmanın amacı mandibular retrognatiye bağlı iskeletsel Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu olgularda, yeni tasarlanan Modifiye Twin-Star (MTS) apareyi ve Maksillatör (M) apareyelerinin dentofasiyal yapı üzerindeki etkilerini radyolojik ve elektromiyografik (EMG) olarak karşılaştırmaktır. Fonksiyonel ortopedik tedavi sonrasında mandibula yeni konumunda iken,

nöromusküler yapıda meydana gelen değişimin kalıcı bir adaptasyon mu yoksa geçici bir durum mu olduğu, biyoelektriksel kas aktivitesi ölçümleri ile incelenmiştir.

1.2. Sınıf II Maloklüzyonların Tanımı ve Sınıflandırılması

Edward H. Angle (1899), maloklüzyonu tanımlarken üst daimi 1. molar dişi kafa kaidesine göre sabit kabul etmiştir. Angle, normal veya normalden sapsmış kapanış ilişkilerini sınıflandırırken üst daimi 1. molar dişi referans almıştır. Buna göre, alt daimi 1. molar dişin üst daimi 1. molar dişin 2/3 mezial ve üst 2. premolar dişin 1/2 distal bölgesi ile kapanış ilişkisine normal veya Sınıf I kapanış adını vermiştir. Alt daimi 1. molar dişin üst daimi 1. molar dişe göre daha distalde konumlandığı kapanış ilişkisine ise Sınıf II kapanış adını vermiştir. Bu durumun alt çenenin daha posteriorde konumlanması veya alt çenenin gelişim yetersizliğinin bir sonucu olduğunu bildirmiştir.

Angle (1899), Sınıf II maloklüzyonu, Sınıf II Bölüm 1, Sınıf II Bölüm 1 subdivizyon, Sınıf II, Bölüm 2, Sınıf II Bölüm 2 subdivizyon olmak üzere 4 tip olarak tanımlamıştır. Bu sınıflama molar ilişkisine ve anterior dişlerin eksen eğimlerine dayanılarak yapılmış olup günümüzde değerini korumasına rağmen birçok araştırmacı tarafından yeterli bulunmamış ve Sınıf II maloklüzyonları sınıflandıran birçok çalışma yapılmıştır. (McNamara 1981; Bishara ve ark., 1997; Pancherz ve ark., 1997).

Jarabak ve Fizzel (1972) Sınıf II maloklüzyonu şu şekilde sınıflamıştır;

1) Dental Sınıf II maloklüzyon: Dental kaidelerin, kranial anatomiye ve birbirlerine göre normal ilişkide olduğu ama çeneler arasındaki diş ilişkisinin bozuk olduğu maloklüzyondur.

2) Dentoalveoler Sınıf II maloklüzyon: Dental kaidelerin, kranial anatomiye ve birbirlerine göre normal ilişkide olduğu ancak üst anterior dişler ve üst dentoalveoler yapının önde yer aldığı maloklüzyondur.

3) Fonksiyonel veya nöromusküler Sınıf II maloklüzyon: Periodontal ligament içindeki algı mekanizmalarının, mandibulanın posterior deplasmanına neden olduğu maloklüzyondur.

4) İskeletsel Sınıf II maloklüzyonlar: Dental kaidelerin, kranial kaideye göre

düzgün konumlanmadığı maloklüzyonlardır

5) Kombine dentoalveoler ve iskeletsel Sınıf II maloklüzyonlar: İskeletsel ve dental tip Sınıf II maloklüzyonların kombine olarak görüldüğü maloklüzyonlardır.

Vargarik ve Harvold (1985), Sınıf II maloklüzyonun aşağıda belirtilen durumlarda oluşabileceğini bildirmiştir:

- 1) Maksillanın veya maksiller alveoler kretin önde konumlanması.
- 2) Maksiller alveol yüksekliğinin artması ile birlikte mandibulanın aşağı ve geriye doğru yer değiştirmesi
- 3) Mandibulanın küçük veya mandibuler dişlerin retrüze olması.
- 4) Temporomandibuler eklemde geride konumlanması.
- 5) Tüm bu faktörlerin kombinasyonları.

1.3. Sınıf II Maloklüzyonların Etiyolojisi ve Prevalansı

Maloklüzyona neden olan faktörleri belirlemeden ve ortadan kaldırmadan başarılı bir tedavi sonucu elde etmenin mümkün olmadığı ifade edilmiştir (Smith, 1939). Sınıf II maloklüzyonun etiyolojisi multifaktöriyel olarak belirtilmektedir. Bu faktörler iki ana başlık altında incelenir;

- 1) Genetik, ırksal ve ailesel özellikler: Ebeveynlerden birinin veya her iki ebeveyndeki genetik özelliklerin kombinasyonu çocukta benzer bir özellik oluşturabilmektedir. Popülasyondaki genlerin karışmasıyla farklı özellikler oluşabilmekte veya var olan özelliklerin ortaya çıkma sıklığı değişebilmektedir (Bishara, 2006).
- 2) Çevresel faktörler: Belirli bir maloklüzyonun oluşmasında çevre önemli bir rol oynamaktadır. Parmak emme alışkanlığı sonucunda overjetin arttığı hastalarda alışkanlık terkedildikten sonra dahi alt dudak, maksiller kesicilerin arkasında konumlanabilmektedir. Bu durum mental kas ve diğer perioral kasların anormal fonksiyon göstermesine neden olur ve kesicilerin daha da prokline olması ile sonuçlanabilir. Buna ek olarak perioral kasların birbirini dengeleyen fonksiyonlarının bozulması, daha farklı kas dengelerinin kurulmasına neden olabilmekte ve farklı maloklüzyon tipleri oluşabilmektedir (Bishara, 2006). Frankel (1984) ise Sınıf II

malokluzyonun hatalı postür ve zayıf orofasiyal kaslardan kaynaklandığını ifade etmiştir.

Straub (1960), üst kesici dişlerde görülen ileri itimin, artmış overjetin, üst kesici dişler arasındaki diastemaların ve alt kesici dişlerin linguale eğimlenmelerinin anormal yutkunma refleksi sonucunda ortaya çıkabileceğini belirtmiştir. Subtelny (1970) Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde anormal yutkunma modelinin görüldüğünü, normal olmayan bu dil ucu ve dudak aktivitesinin ortodontik tedavi sonrasında ortadan kalktığını bildirmiştir. Graber ve ark. (1997) dilin fonksiyonu dışında konumunun da önemli olduğunu, Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerin diğer malokluzyonlu bireylere göre dilin sırt kısmının daha kavisli ve daha yukarıda yer aldığı, dil ucunun ise daha geride konumlandığını bildirmişlerdir.

Maksiller süt ikinci molarların erken kaybıyla maksiller birinci molarların mesiale devrilmesi, rotasyonu ve mezializasyonu sonucunda dental Sınıf II malokluzyon oluşabilmektedir.

Sınıf II Bölüm 1 malokluzyon nazal hava yollarında oluşan tıkanmalar nedeniyle de görülebilmektedir. Burun solunumunun gerçekleşmediği bu bireylerde Sınıf II Bölüm 1 malokluzyon, daralmış üst ark, üst ve alt dental arka çapraşıklık ve vertikal büyüme pateminin görülme sıklığının daha fazla olduğu belirtilmiştir (Graber ve ark.,1997).

Mandibuler kanin dişler Sınıf I ilişkide olacak şekilde öne alındığında tek taraflı veya çift taraflı çapraz kapanış olduğu görülebilmektedir. Sınıf II malokluzyonun etiyolojisinde transversal boyutların önemli olduğu vurgulanmıştır (Ülgen, 2000, Mc Namara ve ark., 2002).

Malokluzyon prevalansı üzerine yapılan çok sayıdaki epidemiyolojik çalışma Sınıf II malokluzyonun görülme sıklığının yüksek olduğunu bildirmektedir (Thilander ve ark., 2001, Sidlauskas ve Lapotiene 2009). Thilander ve ark. (2001) 5-17 yaş arası Kolombiyalı çocuklarda %20,8; Sidlauskas ve Lapotiene (2009) 7-15 yaş arası Litvanyalı çocuklarda %27,7; Brito ve ark. (2009) 9-12 yaş arası Brezilyalı çocuklarda % 19,2 oranında Sınıf II malokluzyon görüldüğünü bildirmişlerdir.

Türk toplumunda yapılan prevalans çalışmalarında, San ve ark. (2003) 1602 vakanın %61,7'sinin Sınıf I, %25,08' inin Sınıf II Bölüm 1, %2,99'unun Sınıf II Bölüm 2 malokluzyona sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Sayın ve Türkkahraman

(2004), ortodontik tedavi için muayene olan 1356 hastanın % 64'ünde Sınıf I malokluzyon, % 19'unda Sınıf II Bölüm 1, %5'inde Sınıf II Bölüm 2 malokluzyon tespit etmişlerdir. Gelgör ve ark. (2007), 2329 hastadan %34,9'unda Sınıf I malokluzyon, %40'ında Sınıf II Bölüm 1 malokluzyon, %4,7'sinde Sınıf II Bölüm 2 malokluzyon görüldüğünü rapor etmişlerdir. Çelikoğlu ve ark. (2010) ise 1507 hastanın %41,5'inde Sınıf I malokluzyon, %28,9'unda Sınıf II Bölüm 1 malokluzyon, %9,4'ünde Sınıf II Bölüm 2 malokluzyon görüldüğünü bildirmişlerdir.

1.4. Sınıf II Malokluzyonların Tedavi Zamanlaması

Sınıf II maloklüzyonun tedavisinin zamanlaması ile ilgili iki temel görüş bulunmaktadır. Bunlardan birincisi pre-adolesan dönemde uygulanacak olan tedavidir. Bu dönemde yapılacak müdahale distal step molar ilişkisinin, overjet ve overbite'ın düzeltilmesi ve keser dişlerin sıralanması gibi sınırlı yaklaşımlardır. Erken tedavi olarak tanımlanan bu tedavi yaklaşımını takiben adolesan dönemde oklüzyonun düzenlenmesi için ek bir tedaviye ihtiyaç duyulmaktadır, ikinci yaklaşım ise adolesan dönemde yapılacak müdahale ile tam bir düzelme elde edilmesidir (King ve ark., 1990).

Tulloch ve ark. (2004), Sınıf II anomaliye sahip prepubertal ve pubertal dönemdeki hastalar arasında tedavi etkinliği açısından bir fark çıkmamasına rağmen hasta için fayda sağlayacaksa erken dönemde müdahale edilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Erken dönemde uygulanan apareylerin başarılı olabilmesi için büyük oranda hasta kooperasyonuna ihtiyaç vardır. Berg (1979) 264 tedavi edilmiş vakada başarısızlık ve problemler üzerine yaptığı araştırmasında Headgear ile tedavi edilen hastalarda %9, Aktivatör'le tedavi edilen hastalarda %32 oranında hasta kooperasyonun yetersiz olduğunu bildirmiştir. Bazı araştırmacılar ise en iyi hasta kooperasyonunun okuldaki başarı durumu iyi olan çocuklarda gözlendiğini (Allan ve Hodgson 1968, Weiss ve Eiser 1977), diğer bazı araştırmacılar ise hasta kooperasyonu ile yaş arasında bir ilişki olmadığını rapor etmişlerdir (Crawford, 1976; Clemmer ve Hayes, 1979).

Faltin ve ark. (2003) servikal vertebra maturasyonuna göre ayırdığı prepubertal ve pubertal dönemdeki Bionatör ile tedavi ettikleri hastaların uzun dönem takibi

sonucunda etki ve stabilite açısından optimal tedavi zamanını pubertal büyüme atılımının hemen öncesi olarak bildirmişlerdir.

Von Bremen ve Pancherz (2002) dişsel gelişim dönemlerine göre 3 gruba ayırdıkları 204 Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip bireylerden daimi dentisyon döneminde olan bireylerin erken veya geç karma dentisyon dönemindeki bireylere göre hem tedavi süresinin hem de tedavi sonuçlarının daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Baccetti ve ark. (2000), Twin-Blok uygulaması için optimum tedavi zamanının pubertal atılım dönemi ya da çok az sonrası olduğunu ve erken dönem tedaviyle kıyaslandığında molar ilişkisinin daha fazla düzelmesi, total alt çene uzunluğu ve ramus yüksekliğinde daha fazla artış, efektif kondiler gelişimde daha fazla posteriora yönelim olduğunu bildirmişlerdir.

Ruf ve Pancherz (2003) Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde Herbst apareyi için ideal tedavi zamanlamasını araştırdıkları çalışmalarında en etkili dönemin pubertal atılım ve hemen sonrası olduğunu fakat post-adolesan dönemde ve genç erişkinlerde de mandibuler büyümenin artırıldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar geç dönem Sınıf II maloklüzyonlu vakalarda Herbst apareyinin ortognatik cerrahi yöntemine bir alternatif olduğunu bildirmişlerdir.

1.5. Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyonların İskeletsel, Dental ve Miyolojik Özellikleri

Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlar, çok sayıda iskeletsel ve dental özelliğin yanı sıra çiğneme kaslarını da içeren paramandibular kasların anormal miyolojik yapılarının kombinasyonu ile oluşmaktadır. Angle Sınıf II, Bölüm 1 maloklüzyonların 128 değişik tipi olduğu bildirilmiş ve bu denli çok varyasyon göstermesinin iskeletsel ve dental yapılardaki çeşitli farklılıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Sassouni, 1970).

Maloklüzyonun dental ve iskeletsel özellikleri tedavi yaklaşımını etkileyeceğinden bu özelliklerin bilinmesi ve tedavi planları oluşturulurken göz önünde bulundurulması oldukça önemlidir (Pancherz ve ark., 1997).

Fisk ve ark. (1953), Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun dentofasiyal komplekste rastlanabilecek 6 muhtemel morfolojik varyasyonunu tanımlamışlardır:

- 1) Üst çene ve dişler kafa kaidesine göre önde konumlanmıştır.
- 2) Üst çene normal konumda fakat üst dişler önde konumlanmıştır.
- 3) Alt çene normal boyutlarda fakat geride konumlanmıştır.
- 4) Alt çene gelişimi yetersizdir.
- 5) Yeterli boyutlardaki alt çene üzerinde alt dişler geride konumlanmıştır.
- 6) Bütün bu durumların kombinasyonları görülebilir.

Mc Namara (1981), 8-10 yaşlan arasında Sınıf II Bölüm 1 malokluzyona sahip 277 çocuk üzerinde yaptığı çalışmada Sınıf II malokluzyonun ana kaynağının mandibuler retrüzyon olduğunu bildirmiştir. Maksillanın ise normal veya retrüze olduğunu, vertikal gelişimin çok fazla varyasyon gösterdiğini ve vakalann en az yarısında normalden fazla vertikal gelişim gözlendiğini bildirmiştir.

Pancherz ve ark. (1997), Freitas ve ark. (2005) Sınıf II Bölüm 1 malokluzyona sahip vakalan incelediği çalışmalarında Sınıf II maloklüzyonun mandibular retrognati (retrognati inferior) kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar, Sınıf II Bölüm 1 malokluzyona sahip bireylerde mandibulanın form, boyut ve konum açısından normal, maksiller birinci büyük azı dişlerin daha mezialde ve maksiller anterior segmentin protrüziv ve yukarıda konumlandığını bildirmişlerdir (Rosenblum, 1995; Rothstein ve ark., 2000).

Rothstein ve ark. (2000), maksiller ve frontal sinüslerin genişlemiş olduğu hastalarda, buna bağlı olarak anterior kranial kaide uzunluğunun da artabileceğini söylemişlerdir.

Sayın ve Türkkahraman (2005), erişkin Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu kadın bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada, bu bireylerin Sınıf I malokluzyonlu bireylere göre daha küçük mandibulaya sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu hastalarda mandibulanın kafa kaidesine göre daha geride konumlandığını ve posterior rotasyon modeli gösterdiklerini bildirmiştir.

Akarsu ve Kocadereli, (2010) Türkiye popülasyonunda sefalometrik morfolojilerini inceledikleri Sınıf II malokluzyonlu bireylerin büyük çoğunluğunun mandibuler retrüzyona sahip olduğunu ve sıklıkla dolikofasial gelişim gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Bununla beraber maksiller kesici inklınasyonlarının Sınıf I ve Sınıf II bireylerde benzerlik göstermesine rağmen, mandibuler kesicilerin Sınıf II grubunda daha protrüziv olduğunu belirtmişlerdir.

Bazı araştırmacılar gonial açının mandibuler retrüzyon için önemli bir etken olduğunu ileri sürmüştür. Sınıf I malokluzyonlu bireylerle karşılaştırıldığında Sınıf II malokluzyonlu bireylerde gonial açının büyük olduğunu bildirilmiştir (Ishii, 2001).

Karlsen (1994) Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerin kraniyofasiyal morfolojisini araştırdığı çalışmasında Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde Sınıf I bireylere göre daha kısa mandibuler korpusa sahip olmasının mandibuler retrognatiyi arttırdığını, alt anterior yüz yüksekliğinin fazla, posterior yüz yüksekliğinin az ve mandibuler düzlem açısının daha dikleşmiş olduğunu bildirmiştir.

Çiğneme kaslarında görülen hiperaktivite, anormal fonksiyon ve disfonksiyonun dentofasiyal anomaliye neden olup olmadığı hala tartışılmaktadır. Ancak Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerin kas aktivitelerinin normal bireylere göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Amorim ve ark., 2008).

Pancherz (1980) normal ve sınıf II malokluzyonlu bireyleri incelediği çalışmalarında sınıf II hastalar için şu sonuçları elde etmiştir:

- 1) Maksimum ısırma sırasında normal bireylere göre masseter ve temporal kas aktivitesi daha azdır.
- 2) Çiğneme fonksiyonu sırasında normal bireylere göre daha az masseter kas aktivitesi gözlenirken, temporal kas aktivitesinde fark gözlenmemiştir.
- 3) Sınıf II malokluzyonlu bireylerde masseter kas aktivitesi temporal kas aktivitesine göre azalmıştır.
- 4) Normal bireylerde genç yaşlarda temporal ve masseter kasta aktivite değerleri benzer bulunmuş, ileri yaşta masseter kas aktivitesi artmıştır.

Ahlgren (1973), iskeletsel Sınıf I ilişki gösteren normal okluzyonlu erkek çocuklar ile Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu erkek bireylerde kas aktivitesini değerlendirdiği çalışmasında, istirahat konumunda fark gözlemlenmezken, maksimum ısırma ölçümlerinde Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu çocukların, normal okluzyona sahip çocuklardan daha düşük elektromiyografik aktivite gösterdiğini rapor etmiştir.

Miralles (1991), Sınıf I ve Sınıf II malokluzyonlu bireylerin istirahat ve maksimum ısırma konumunda masseter ve temporal kas aktiviteleri arasında fark bulamamıştır.

Lowe ve ark. (1983) Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde kraniyofasiyal

morfoloji ve çene kas aktivasyonları arasındaki korelasyonu incelemişlerdir. Temporal kasta en yüksek değerlerin düz palatal düzleme sahip ve ramus yüksekliğinin fazla olduğu bireylerde, yüksek masseter kas aktivitesinin dik konumlanmış maksiller keser dişlere sahip bireylerde olduğunu belirtmiştir. Düşük orbicularis oris kas aktivitesi de alt yüz yüksekliği fazla, mandibuler molar dişlerin overerüpsiyon gösterdiği ve maksiller keser dişleri protrüze olan bireylerde tespit edilmiştir.

1.6. Sınıf II Bölüm 1 Malokluzyonlarda Tedavi Yaklaşımları

İskeletsel Sınıf II malokluzyonun tedavi planında ilk amaç fasiyal yapılarda maksimum uyumun elde edilmesi olarak bildirilmiştir (Bass, 1983). Aynı malokluzyona sahip bireylerde aynı tedavi yöntemi uygulandığında bile farklı etkiler görülebilmektedir. Bunun nedeni bireylerin farklı morfolojik yapılara sahip olmasıdır (Vargervik ve Harvold, 1985).

Sınıf II malokluzyonun tedavisinde hangi tedavi yönteminin uygulanacağı, aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Rakosi, 1997b):

- 1) Hastanın büyüme ve gelişimi,
- 2) Malokluzyonun etiyojisi,
- 3) Çeneler arası fonksiyonel ilişki,
- 4) İskeletsel ve dişsel yapılardaki morfolojik değişiklikler,
- 5) Hasta ve ailesinin kooperasyonu ve motivasyonuna bağlı olarak Sınıf II

Bölüm 1 malokluzyonların tedavisinde ağız dışı apareyler, ekspansiyon apareyleri, çekimli tedaviler, fonksiyonel çene ortopedisi gibi çok sayıda tedavi alternatifleri uygulanabilmektedir.

Ruf ve Pancherz (2003), Sınıf II malokluzyonların tedavi seçeneklerini şu şekilde sıralamışlardır:

- 1) Çocuklarda, adolesanlarda, postadolesan dönemde ve genç erişkinlerde büyüme modifikasyonu
- 2) Kamuflej tedavisi
- 3) Ortognatik cerrahi

Maksillanın gelişim fazlalığına bağlı olarak ortaya çıkan Sınıf II Bölüm 1

malokluzyonların tedavisinde maksillanın gelişimini durdurmak ya da azaltmak amacıyla sıklıkla Headgear'ler kullanılmaktadır. Headgear, karışık dişlenme döneminde sabit ortodontik tedavi mekanikleri ile birlikte de uygulanabilir. (Bishara, 2006).

Nanda (2005), headgerlerin en önemli görevlerinin üst çenenin büyüme ve gelişimini sınırlandırması ve üst birinci büyük azı dişlerin distalizasyonu olduğunu ifade etmiştir.

Mandibuler retrognati kaynaklı iskeletsel Sınıf II malokluzyonun tedavisinde ise büyüme ve gelişim döneminde çeşitli fonksiyonel ortopedik apareyler kullanılmaktadır. (Toth ve McNamara, 1999). Ancak büyüme ve gelişimini tamamlamış orta derecede iskeletsel Sınıf II malokluzyona sahip bireylerde dental malokluzyonun kompanzasyonu amacıyla "kamuflej tedavisi" uygulanır (Bishara, 2006). Kamuflej tedavisinin amacı iskeletsel Sınıf II ilişkiyi düzeltmeksizin protrüze konumlanmış üst kesicilerin retraksiyonu ile fasiyal estetiğin ve malokluzyonun düzeltilmesidir (Mihalik ve ark., 2003)

Kamuflej tedavisinde çekim kararının verilmesinde alt arktaki çapraşıklık miktarı diğer önemli bir husustur. Alt arkın düzgün sıralandığı bireylerde protrüze üst keserlerin retraksiyonu için üst birinci küçük azıların çekimi uygun bir endikasyon iken, alt arkta moderate çapraşıklığın olduğu durumlarda alt ikinci küçük azı dişlerin çekimi ve kalan çekim boşluğunun alt azı dişlerin mezializasyonu ile kapatılması düşünülebilir. Şiddetli iskeletsel uyumsuzluğun olduğu Sınıf II malokluzyonlarda mandibular arktan diş çekimi overjetin artmasına neden olmasından dolayı kontrendikedir. Bu vakalarda ortognatik cerrahi-ortodonti kombinasyonu iyi bir tedavi seçeneği olabilir (Bishara, 2006).

Sınıf II malokluzyonlu bireylerde ortognatik cerrahinin amacı fasiyal estetik, fonksiyonun iyileştirilmesi ve tedavi sonrası stabilitenin devamı için, tedavi öncesi dental kompanzasyonun azaltılmasından sonra maksimum iskeletsel değişimin elde edilmesidir. Cerrahi yöntem olarak sagittal split osteotomisi veya mandibuler distraksiyon osteogenezis yöntemleri ile mandibula iskeletsel Sınıf I ilişkiye getirilmiş olur.

1.6.1. Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Felsefesi

Organlara ait fonksiyonel uyarılar aracılığıyla elde edilen dokusal değişimler sonucunda, çenelerle ilgili anomalilerin tedavi edilmesi “Fonksiyonel Ortopedik Tedavi” olarak isimlendirilmekte olup; bu amaçla kullanılan apareylere de “Fonksiyonel Aparey” adı verilmektedir (Topkara ve Sarı, 2010).

Fonksiyonel ortopedik apareyler, fonksiyonel ortopedik tedavi prensiplerine göre yapılmışlardır. Bu prensipler: Roux ve Wolff prensipleri, Muzy'nin Vital Eneji ve Plastik Bağımlılık Teorileri ve Moss'un Fonksiyonel Matriks teorileridir. Fonksiyonel apareylerin amacı, bireylerin kendi fizyoanatomik yapılarından faydalanarak, büyük oranda doğal kuvvetlerin kullanılmasıyla diş-çene-yüz sistemini ilgilendiren düzensizliklerin giderilmesidir. Bir başka deyişle fonksiyonel uyarılar yoluyla stomatognatik sistemin komponentleri olan çenelerin, dişlerin ve kondilin gelişimi yönlendirilmektedir (Ülgen, 2000).

Çenelerin konum ve yapı bozukluklarının tedavisi için dokusal fonksiyonel uyarıların kullanılması fonksiyonel tedavilerin temelini oluşturur. Fonksiyonel uyarı veya sitimuluslar çiğneme, mimik ve dil kaslarının istirahat halindeki tonus veya çiğneme, yutkunma gibi fonksiyonları sırasındaki kontraksiyonları sonucu ortaya çıkar. Elde edilen bu fonksiyonel stimuluslar doku için normal bir sitimulus olduğu zaman değişiklik oluşturmayacaktır. Fonksiyonel dental ortopedinin hedefi dokular, çeneler, kondil ve dişlerdeki fonksiyonel stimulusları değiştirmektir. Bu nedenle aktivatör gibi şartlandırılmış fonksiyonel stimulus oluşturan aygıtlar kullanılarak öncelikle kemiğin morfolojik yapısında değişiklikler oluşturularak formun fonksiyona adaptasyonu sağlanır.

Fonksiyonel çene ortopedisinde kullanılan fonksiyonel uyarılar ve fonksiyonel kuvvetler çiğneme, mimik ve dil kaslarının çeşitli fonksiyonları esnasında kasılıp gevşemeleri ve dinlenme süresindeki tonusları sonucunda ortaya çıkarlar. Bu fonksiyonel kuvvetler ya çene kemiklerine yapışan kaslarla doğrudan doğruya ya da dişler ve periodonsiyum vasıtasıyla dolaylı olarak alveol ve çene kemiklerine iletilirler (Mills, 1991).

Organ ile organa uyum sağlamış fonksiyon arasında bir denge vardır. Bu denge bozulmadıkça, fonksiyonel uyanlar, kemikte herhangi bir değişiklik meydana getirmezler. Fonksiyonel apareyler, bu fonksiyonel uyanları istenilen yönde

şartlandırarak kemikte değişiklikler meydana getirirler. Çünkü şartlandırılmış bu fonksiyonel uyanlar, organ ile fonksiyon arasındaki dengeyi bozacak güçtedir. Fonksiyonel uyanların kemikte yaptığı dokusal değişiklikler, rezorpsiyon ve apozisyon olarak ortaya çıkmaktadır (Ülgen, 2000).

Fonksiyonel apareylerin kaslar üzerinde oluşturduğu etkiyi anlatmak için pek çok araştırmacı, oldukça farklı hipotezler ortaya koymuştur. Andresen (1936) aktivatör apareyi ile gerçekleştirdiği tedavilerinde, Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde zayıf olan mandibulayı ileriye alan kasların aktive olduğunu, geriye alan kasların ise inaktive olduğunu iddia etmiştir.

Charlier ve ark. (1969) tarafından ortaya atılan “Lateral Pterigoid Kas Hiperaktivite Teorisi”, McNamara’ nın (1973) primatlarda yaptığı çalışmayla da desteklenmiştir. Bu teoriye göre mandibulanın önde konumlandırılması ile lateral pterigoid kasın superior kısmında aktivite artışı olduğu tespit edilmiştir. Bu veriden yola çıkarak mandibulayı önde konumlandıran esas kasın lateral pterigoid kasın superior kısmı olduğunu bildirmiştir.

Kaslar ile kemik arasında herhangi bir uyumsuzluk olduğunda, kemik her zaman için bu uyumsuzluğa boyun eğer. Kas fonksiyonları bu duruma adapte olabildiği gibi, normal yapıdaki iskeletsel ve dental yapılarda morfolojik değişim de başlatabilir. Meydana gelen yapısal ilişki bozukluğu, günlük fonksiyonları yerine getirirken kas aktivitesinde artışa yol açar ve kaslar bu duruma adaptasyon göstermeye çalışılır. Anatomik yapıdaki anormallik, zorunlu kas aktivitesi tarafından şekil, çevre ve fizyoloji arasında bir denge kurulana kadar artar. Bu nedenden dolayı ortodontistler kas aktivitelerini dikkate almak zorundadırlar. Ortodontik tedaviler, elde edilen yapısal değişiklik ile dentofasial yapı üzerine uygulanan fonksiyonel kuvvet arasında dengeyi sağlayacak şekilde planlanmalıdır. Fonksiyonel tedavi bittikten sonra mandibula çevresindeki kaslarda anormal kas aktivitesi görülmesi, kaslarda adaptasyon olmadığını göstermektedir. Bu durumda nüks kaçınılmazdır (Ülgen, 1983).

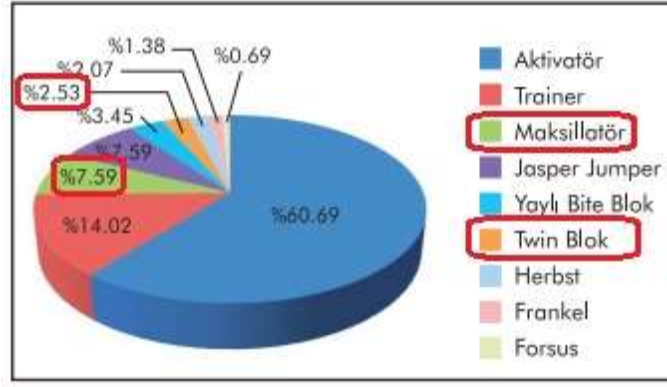
1.6.2. Fonksiyonel Apareylerin Tarihçesi ve Gelişimi

İlk olarak Kingsley, 1879 yılında mandibulanın geride konumlandığı olguların tedavisinde "mandibulayı önde konumlandırma" terimi ve anlayışını ortaya atmıştır.

Bunu başarabilmek için de hasta ağzını kapattığında mandibulayı ileride konumlandırın ön eğik düzlemi kullanmıştır (Ülgen, 1983). Herbert, Puller, Lowe, Young ve Oliver, Kingsley'in bu plağını modifiye ederek kullanırken, Angle "düzlem ve çıkıntı retansiyonu" adını verdiği bir aparey geliştirmiştir. Alt çenenin öne doğru kaymasını sağlayarak kapanışı atlatan bu apareyler, 20. yy.'ın başlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu apareyler ile alt ve üst arklar genişletilip, üst ön dişlerin protrüzyonu azaltılmaya çalışılmıştır. Pierre Robin 1902'de yayınladığı makalesinde monoblok adını verdiği fonksiyonel apareyini tanıtmıştır. Bu apareyi glossopitozisli hastalarda alt çeneyi önde konumlandırma prensibinden hareket ederek kullanmıştır (Graber, 1985). Bu apareyde alt ve üst retansiyon plakları okluzal düzlemde birleştirilmiştir (Hotz, 1970). Fonksiyonel retansiyonu sağlamak ve ağızdan nefes almayı önlemek amacıyla 1928 yılında Andresen tarafından Robin'in yaptığı monobloğa benzer bir fonksiyonel aparey yapıldı. Bu aparey ağız kasları ve dil ile aktive edilmekte ve ağızdan nefes almayı engellemekteydi. Aparey dişler üzerinde yaptığı olumlu etkiler sonucu ilgi çekmeye başladı (Bishara ve Ziaja, 1989). Bunun üzerine araştırmacı ilk kez, Sınıf II, Bölüm 1 maloklüzyonlu bir hastayı bu apareyle tedavi etmeyi denedi. Bu aparey Orta ve Kuzey Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

Vargervik ve Harvold (1985), postural konumu aşan ve mandibulayı aşırı öne getiren aynı tip monoblok apareyi kullanmıştır. Fränkel tarafından geliştirilen fonksiyon düzenleyici, fonksiyonel apareylerin gelişiminde yeni bir adım olarak kabul edilir. Maloklüzyonun tipine göre 4 ayrı tipi vardır. Clark (1982) tarafından, kombine tedavi tekniği ve geliştirilmiş bir fonksiyonel aparey sistemi olarak "Twin-Blok Tedavi Tekniği" sunulmuştur.

Topkara ve Sarı (2010), fonksiyonel ortopedik tedavi amacıyla ülkemizde tercih edilen sabit ve hareketli fonksiyonel apareyleri oransal olarak sıralamıştır. Araştırmaya göre en sık aktivatör apareyi (%60,49) tercih edilirken, maksillatör (%7,59) ve Twin-Blok (%2,53) daha az sıklıkla kullanılmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Ülkemizde tercih edilen fonksiyonel apareylerin dağılımı
(Topkara ve Sarı, 2010).

1.6.3. Fonksiyonel Apeareylerin Dentofasial Yapıda Meydana Getirdikleri Değişimler

Mandibuler retrognati kaynaklı Sınıf II maloklüzyonlarda ideal tedavi yaklaşımı, mandibulanın büyüme yönünü ve miktarını değiştiren fonksiyonel apareylerin kullanılmasıdır. Mandibuler büyümenin artırılması iki yolla gerçekleştirilmektedir:

- 1) Temporomandibuler eklemin komponentleri olan glenoid fossa ve kondilin yeniden şekillenmesi ve kondilin anteriora yer değiştirmesi,
- 2) Mandibulanın anteriora konumlanmasını sağlayan mandibuler anterior rotasyon modeli (Serbesis ve Tsarudis, 2008).

Fonksiyonel ortopedik tedavi ile mandibuler uzunluğun artırılması hedeflenmesine rağmen araştırmacılar arasında bu konuda bir fikir birliği yoktur. Hayvan çalışmalarında mandibulanın ileri alınması ile iskeletsel değişimlerin gerçekleştiği bildirilmektedir (McNamara, 1973). Fakat insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda mandibulanın ileri alınmasının mandibuler büyüme üzerindeki etkisi hala tartışmalıdır (Cozza ve ark., 2006). Bazı araştırmacılar fonksiyonel apareylerin mandibuler büyüme stimule ettiğini savunurken (Ruf ve ark., 2001, Başçiftçi ve ark., 2003); bazı araştırmacılar ise mandibuler büyüme üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu veya bu etkinin klinik olarak önemli olmadığını iddia etmektedirler (Nelson ve ark., 1993; Chadwick ve ark., 2001).

Kraniyofasiyal yapıların büyümesinde yer değiştirme hareketi önemli bir yer tutmaktadır. Sert dokuları örten yumuşak doku kapsülünün yetersiz gelişimi yer değiştirme hareketini sınırlandırarak çenelerin büyümesini etkilemekte, Sınıf II ve Sınıf III gibi maloklüzyonların oluşumuna neden olmaktadır. Fonksiyonel apareylerle mandibuler retrüzyonun tedavisinde mandibula sagittal yönde 6 mm veya daha fazla aktive edilmektedir. Fränkel ve Fränkel (2001)' e göre mandibulanın bu keskin yer değiştirmesi fizyolojik büyümeyle gerçekleşen kademeli yer değiştirme ile tezat bir durum oluşturmakta ve dolayısıyla bu fizyolojik denge ihlal edilmiş olmaktadır. Buna göre tedavide birinci amaç bu yumuşak doku kapsül boyutunun arttırılması olmalıdır. Kapsül boyutunun arttırılması, kas tonuslarındaki değişikliklerle mümkün olmaktadır. Frankel apareyi yumuşak doku kapsülü üzerine basınç uygulayarak afferent impulslarla merkezi sinir sistemini uyarmakta ve kasların mevcut hipertonisitesini azaltmaktadır.

Mandibuler büyümenin uzun yıllar devam etmesini sağlayan kondil kıkırdağı önemli bir büyüme merkezidir. Kondil kıkırdağında, primer büyüme kıkırdaklarındaki gibi tabakalar boyunca lineer bir hücresel dizilim görülmez. Bunun nedeni kondilin tek bir yönde büyümemesi ve farklı fonksiyonel uyanlara açık, çok yönlü bir büyüme şekline sahip olmasıdır. Graber (2000), fonksiyonel apareylerle sabit tedavi yöntemleriyle elde edilemeyecek kadar ciddi fasiyal ve iskeletsel değişimlerin elde edildiğini, fonksiyonel apareylerle elde edilen değişikliklerin sadece kondil düzeyinde değerlendirilmesinin yanlış olduğunu ifade etmiştir.

Voudouris ve ark. (2003a, 2003b), glenoid fossanın normalde postero-inferiora doğru olan büyüme yönünün fonksiyonel apareylerle antero-inferiora değişmesinin Sınıf II maloklüzyonun tedavisine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Literatürde fonksiyonel tedaviyle glenoid fossada adaptif değişimler olduğunu destekleyen başka çalışmalar da bulunmaktadır (Vargerik ve Harvold, 1985; Ruf ve ark., 2001; Shum ve ark., 2004).

Fonksiyonel apareylerin sadece mandibula üzerinde değil, aynı zamanda maksilla ve dentoalveoler yapılar üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Bazı araştırmacılar fonksiyonel apareylerin maksiller sagittal büyümeyi inhibe ettiğini belirtirken (Pancherz, 1984; Lund ve Sandler, 1998), diğer bazıları maksiller büyüme üzerinde etkisinin olmadığını (Ruf ve ark., 2001; Başçiftçi ve ark., 2003;

Türkkahraman ve Sayın 2006) belirtmişlerdir. Ayrıca fonksiyonel apareylerin etkilerinin büyük oranda dentoalveoler olduğu ifade edilmiştir (Chadwick ve ark., 2001).

1.6.4. Modifiye Twin-Star Apareyinin Öncüsü Olan Twin-Blok ve Twin-Star Apareyleri

1.6.4.1. Twin-Blok Apareyi

Twin-Blok apareyi ilk kez William Clark (1982) tarafından tanıtılmış olup günümüzde Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonun tedavisinde oldukça sık kullanılan fonksiyonel bir apareydir (Şekil 1.2). Bu aparey, geçtiğimiz 20 yıl boyunca test edilmiş ve oldukça popülerlik kazanmıştır. Twin-Blok apareyinin iki parçalı olması ve apareyin kullanımı esnasında konuşma ve yutkunma gibi fonksiyonların kolay yapılabilmesi apareyin hastalar tarafından daha kolay kabullenilebilmesini sağlamıştır. Bu avantajları nedeniyle apareyin günlük kullanım süresinin artması, apareyin tercih sebebi olmuştur. (Sidlauskas, 2005).



Şekil 1.2 Twin Blok apareyi (Clark, 1982).

Genel olarak Twin-Blok apareyinin ortopedik ve ortodontik etkileri arasında; mandibulanın sagittal gelişiminin stimüle edilmesi, maksiller sagittal gelişimin inhibe edilmesi (Toth ve McNamara 1999; Sidlauskas, 2005), alt keser protrüzyonu

(Sidlauskas, 2005), üst molarlarda distalizasyon, alt molarlarda mesializasyon ve fasial profilin iyileştirilmesi (O'Brien ve ark., 2009) bildirilmiştir.

Clark (1982), Twin-Blok tedavisinin iki fazdan oluştuğunu söylemektedir.

Bunlar:

1. Aktif faz: Vertikal, sagittal ve transversal ilişkilerin düzeltilmesi bu fazda gerçekleştirilir. Apareyin gün içerisinde tam zamanlı olarak kullanılması istenir. Ovejet ve overbite'nin düzeltilmesi yaklaşık olarak 6 ayda tamamlanmaktadır. Alt molarların oklüzyona erupsiyonunun tamamlanması ise 9 ay içinde olmaktadır. Toplamda bu fazın tamamlanması 6-9 ay olarak kabul edilir.

2. Destekleyici faz: Bu faz düzeltilmiş keser ilişkisi posterior dişlerin tam kapanışa geçmesine kadar korumayı amaçlar. Bu amaçla kanin ve kesici dişleri içine alan hareketli ön eğik düzlem apareyi kullanılır. Apareyin alt parçası molar dişlerin erupsiyonu için terk edilir. Posterior bölgedeki, dişlerin düzeltilmiş olan oklüzyona tam olarak sürmelerini destekleyen alveoler kemik remodelinginin tamamlanması için apareyin tüm gün takılması gereklidir. Posterior bölgede oklüzyonun oluşturulması 3-6 ay süre içinde gerçekleşir.

1.6.4.2. Twin-Star Apareyi

Ortodontide kullanılan yeni jenerasyon apareylerde estetik ve konfora olan talep de son yıllarda artış göstermiştir (Hawary, 2014). Hastanın kullandığı ortodontik apareyin estetik ve konfor özellikleri, ortodontistlerin başarıya ulaşmasının temel şartı olan hasta kooperasyonu için oldukça önemli faktörlerdir (Clark, 1995). Her ne kadar ilk fonksiyonel aygıtlara göre geliştirilmiş özelliklere sahip olsa da, Clark'ın Twin-Blok apareyi, çelik tel içeren kısımların hastalar tarafından estetik bulunmaması gibi sosyal ve psikolojik kaygılara neden olmaktadır (Nedwed ve Miethke, 2005). Mahadevia ve ark. (2014) tarafından Twin-Blok apareyine alternatif olarak tasarlanan Twin-Star apareyi, hasta odaklı yaklaşımın öncülüğünü yapan ve bu felsefeyi temsil eden önemli bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1.3). Hasta kooperasyonu ve memnuniyetinin üst seviyede olduğu bildirilen bu aparey ile elde edilen ortopedik etkinin daha başarılı olduğu rapor edilmiştir.

Yeni tasarlanan bu fonksiyonel aparey, Clark'ın Twin-Blok apareyi gibi alt-üst ısırma bloklarından oluşmaktadır. Apareyin yapımında alt ve üst için birer tane olmak üzere 1 mm'lik Biocryl® plak (*Clear Splint Biocryl 1 mm round, Great Lakes Tonawanda, NY*), kullanılmaktadır. Ancak bu apareyde, Clark'ın Twin-Blok apareyinde olduğu gibi damağı tamamen kaplayan akrilik bir yapı ve büküm yapılmış paslanmaz çelik teller bulunmamaktadır.



Şekil 1.3 Twin-Star apareyi ağızda iken üst plağın okluzalden görünümü (a), alt plağın okluzalden görünümü (b), her iki plağın frontal kapanış görünümü (c), her iki plağın sağ kapanış görünümü (d), her iki plağın sol kapanış görünümü (e) (Mahadevia ve ark., 2014).

Mahadevia ve ark. (2014), Twin-Star apareyi ile 10 ay tedavi edilen orjinal vaka raporunda, kronolojik yaşı 12 yıl olan erkek vakada, SNB açısında 3°, FMA açısında 1° artış, ANB açısında 4° azalma ve N vertikal Pog mesafesinde 4 mm azalma tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, Twin-Star apareyinin avantajlarını aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

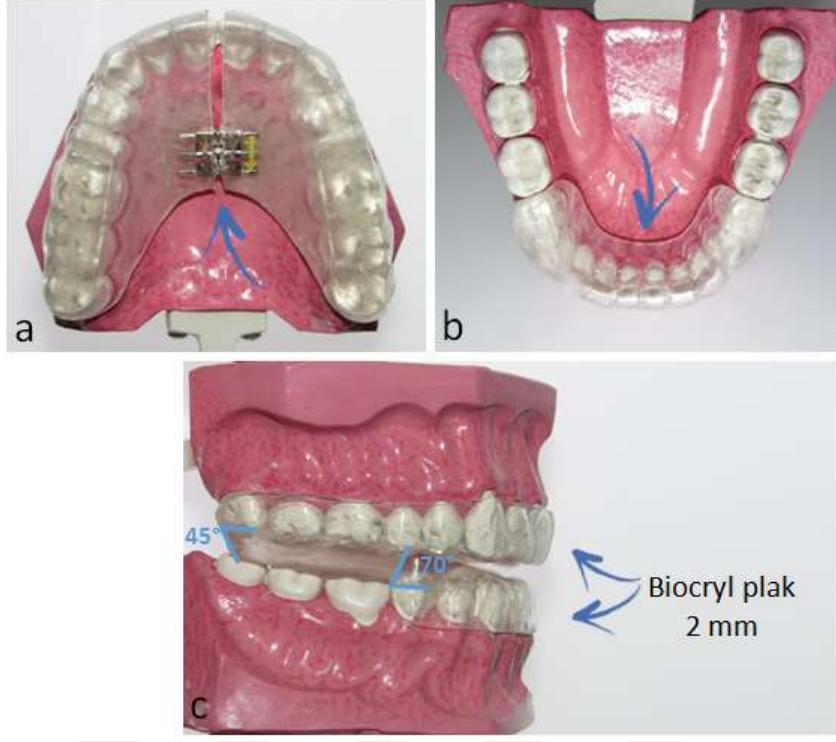
- 1) Tek seansta yapılabilir olması,
- 2) Estetik olması,
- 3) Optimum hasta konforu sağlaması,

- 4) Damağı kaplamadığı ve tel içermediği için konuşma problemine neden olmaması,
- 5) Uyumunun ve tutuculuğun oldukça iyi olması
- 6) Alt plağın, keser dişleri kaplayarak proklinasyonu engellemesi (Sidlauskas, 2005).

1.6.5. Modifiye Twin-Star Apareyi

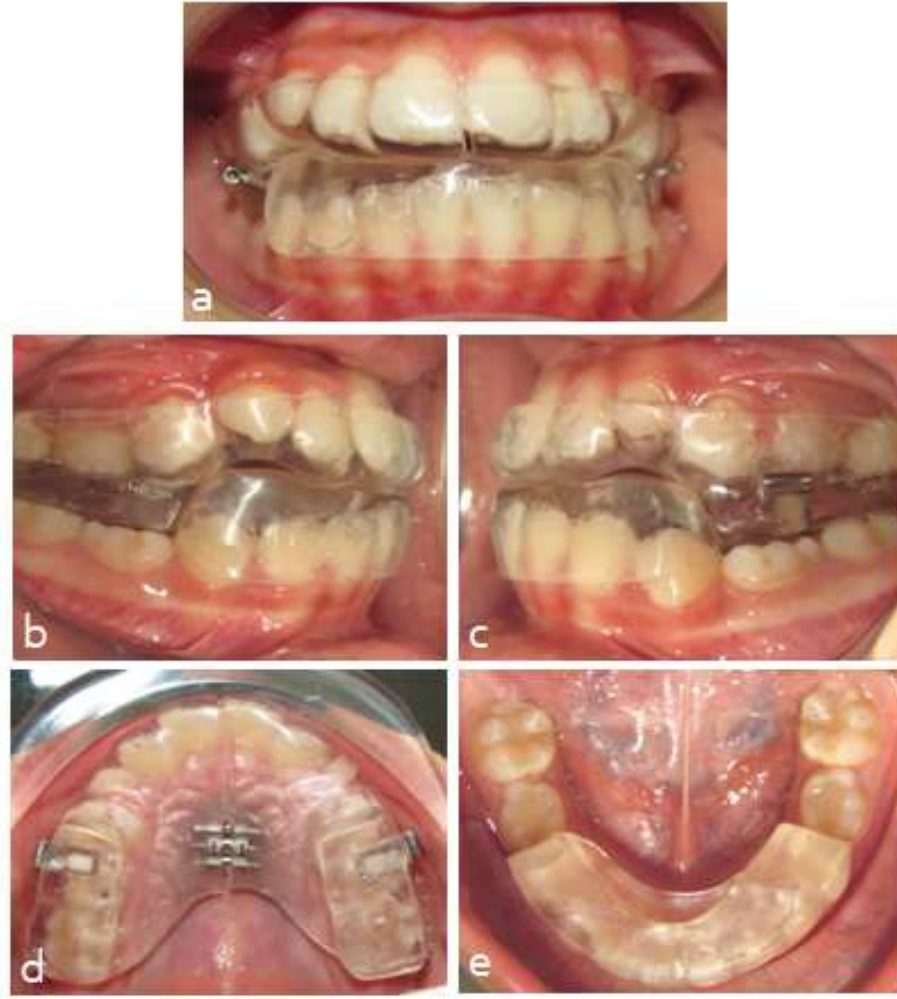
Modifiye Twin-Star apareyi, Twin-Star apareyi üzerinde birtakım modifikasyonlar uyguladığımız yeni bir fonksiyonel apareydir (Şekil 1.4). Bu modifikasyonlar şunlardır;

- 1) Twin-Star apareyinden farklı olarak maksiller arktaki dental transversal yetersizliği fonksiyonel tedavi ile eş zamanlı düzeltmek için üst plağın orta hattına, maksiller 1. premolarlardan geçen transversal hat üzerinde lokalize olacak şekilde ekspansiyon vidası yerleştirilmiştir.
- 2) Modifiye Twin-Star apareyinde, Twin-Star apareyinden farklı olarak alt plağın sınırları, alt keserlerin lingulinde 2-3 mm gingivayı içine alacak şekilde belirlenmiştir. Böylece elde edilen kemiksel ankraj ile mandibulayı anterior konumda tutan kuvvetin alt keserlerde yol açacağı protrüzyonun engellenmesi amaçlanmıştır.
- 3) Orjinal vaka raporunda (Mahadevia ve ark., 2014) kullanıldığı belirtilen 1 mm'lik Biocryl plağın esneyerek kolayca deforme olabilmesi nedeniyle, çalışmamızda 2 mm'lik Biocryl plak kullanılmıştır. Böylelikle plağın daha dayanıklı olması ve kuvvet dağılımının daha homojen sağlanması hedeflenmiştir.



Şekil 1.4 Yeni tasarlanan Modifiye Twin-Star Apareyi ile birlikte Twin Star apareyi üzerinde uygulanan modifikasyonlar gösterilmektedir. Ekspansiyon vidası içeren üst plak (a), servikal hattan 2-3 mm gingivale uzanan alt plak (b), 2 mm kalınlığındaki alt ve üst plaklar (c).

Alt ve üst plaktaki her iki rampa, Clark'ın Twin-Blok apareyi gibi 70° 'lik eğik düzlem ile birbirine temas eder (Clark, 2002). Alt plaktaki rampa, 2. premolar dişin distal marjinal kenarından başlayarak mandibular kanin hizasında son bulmaktadır. Üst plaktaki akrilik rampa ise, alt plağın rampasının distalinden başlayıp posteriora 45° 'lik açı ile son bulmaktadır (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 Araştırmamızda kullandığımız yeni tasarlanan “Modifiye Twin-Star” apareyinin ağız içi fotoğrafları. Alt ve üst plağın anteriordan görünümü (a), lateralden görünüm (b ve c), üst plağın okluzal görünümü. (d), alt plağın okluzal görünümü (e).

Yeni tasarlanan Modifiye Twin-Star apareyinin diğer hareketli fonksiyonel apareylere göre avantajları şu şekilde sıralanabilmektedir;

- ✓ Tek seansta ve kısa sürede yapılabilir. Alçı model elde edilmesi ve bu modellerin fonksiyonel mumlu kapanış ile artikültöre transfer edilmesi sonrasında aparey yapımı yalnızca 30 dakika sürmektedir.
- ✓ Konuşmayı engellemeyen konforlu bir apareydir. Dil, dudak ve mandibula hareketleri kolayca yapılabilir.

- ✓ Konuşma ve gülme sırasında zor farkedilmekte, estetik görünmektedir. Kişininin sosyal yaşantısını olumsuz etkilememektedir.
- ✓ Apareyin bağımsız iki plaktan oluşan formu ve Clark'ın Twin-Blok apareyinden farklı olarak anterior bölgede akril bulunmaması, nazal havayolu problemi olan bireylerde uykudayken nefes almayı kolaylaştırmaktadır (Resim 1.6).



Şekil 1.6 Modifiye Twin-Star apareyinin ağız içi lateral görünümü. nazal havayolu problemi olan hastalar için endike anterior bölge açıklığı gösterilmektedir.

- ✓ Aparey üzerinde, metal tellerden elde edilen bükümler bulunmamaktadır. Dolayısıyla hastanın apareyi takıp çıkarması daha kolaydır. Apareyin laboratuvar aşaması daha az zaman gerektirmektedir. Geleneksel Twin-Blokta sıkça karşılaşılan kroşe deformasyonu ve kırılmaları söz konusu değildir.
- ✓ Tutuculuk oldukça iyidir. Karma dentisyonda olan hastalarda daimi dişlerin erüpsiyonuna bağlı zamanla ortaya çıkan tutuculuk kaybı, plağın iç kısmının akril ile beslenmesi ile kolayca giderilebilmektedir.
- ✓ Mahadevia ve ark. (2014)' nın Twin-Star apareyinden farklı olarak üst plağın palatinal bölgesinde ve 1. premolarlar hizasında ekspansiyon vidası bulunmaktadır. Dolayısıyla Clark' ın Twin-Blok apareyi gibi hem sagittal hem de transversal düzeltim sağlanabilmektedir.
- ✓ Biocryl plağın bütün dişleri kaplayacak şekilde olan yapısı, anteriora repoze mandibulayı geri çeken çiğneme kasları başta olmak üzere yumuşak dokuların dişlere ilettiği zararlı kuvveti dağıtmaktadır. Buna ek olarak, dişlerde istenmeyen tipping hareketi önlenebilmektedir. Özellikle alt keserlerin kronunu kaplayan ve

lingualde 2 mm gingivaya uzanan plak, lingual alveolar kemikten aldığı destek sayesinde alt keser proklinasyonunu ciddi ölçüde azaltabilmektedir.

- ✓ Akril monomeri salınımının daha az olduğu düşünülmektedir. Geleneksel Twin-Blok, toz-likit karışımı ile elde edilen akrilden yapılırken, Twin-Star apareyi, yüzeyi monomer salınımı yapmayan biocryl plaktan yapılmaktadır. Twin-Star' daki akril monomeri salınımı, plağa artikülör üzerinde sonradan eklenen akrilik eğik düzlemler ile sınırlıdır.
- ✓ Aktivasyonu basit olup akrilik yapıdaki eğik düzleme akril ilavesi ile sağlanabilmektedir.
- ✓ Asimetrik aktivasyon ile, büyüme çağındaki çocuklarda fasiyal ve dental asimetrielerin düzeltilmesine katkı sağlayabilmektedir.
- ✓ Hastalar yüzme ve temas gerektiren sporlar dışında spor aktivitelerinde apareylerini takabilirler. Clark'ın Twin-Blok apareyi gibi metal bükümler içermediğinden travmalara karşı daha güvenli olabilmektedir.
- ✓ TME disfonksiyon tedavisinde anterior repozisyon splinti olarak ve OSAS hastalarında horlama apareyi olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.
- ✓ Yukarıdaki nedenlerden dolayı geleneksel hareketli fonksiyonel apareylere göre hasta kooperasyonunun daha iyi olduğu düşünülmektedir.

Twin-Star apareyi üzerinde uyguladığımız modifikasyonlar sonucu ortaya çıkan yeni bir fonksiyonel aparey olan Modifiye Twin-Star apareyi için, etik kurul onayına ek olarak Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan 71146310 – [2015-AC-CE-128] sayılı araştırma izni alınmıştır.

1.6.6. Maksillatör Apareyi

Maksillatör apareyi iki ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar; maksiller akrilik splint ve uyumlanabilir mandibuler lingual arktır (Stene, 1994). Akrilik bloka premolarlar arasına gelecek şekilde tüpler yerleştirilerek Headgear de uygulanabilir (Şekil 1.7, 1.8, 1.9, 1.10).



Şekil 1.7 Maksillatör apareyinin bukkalden görünümü.

Mandibular lingual ark, mandibulayı kademeli olarak ilerletmek için, önde alt kesici dişlerin singulum bölgesinden başlayarak posteriorda alt birinci moların mezialinden başlayan 1.2 mm' lik çelik telden bir U bükümü ile alt birinci moların distalinden maksillaya döndürülerek palatinal bölgeye adapte edilerek kullanılır. Lingual ark alt çenenin rahat hareket etmesini sağlamaktadır. Bu arkın önde konumlanmasıyla birey mandibulanın kapanışı sırasında proprioseptif olarak alt çenesini öne getirmektedir. Ayrıca lingual arkın kademeli olarak öne alınabilmesiyle de tek bir apareyle mandibula yeniden önde konumlanabilir.



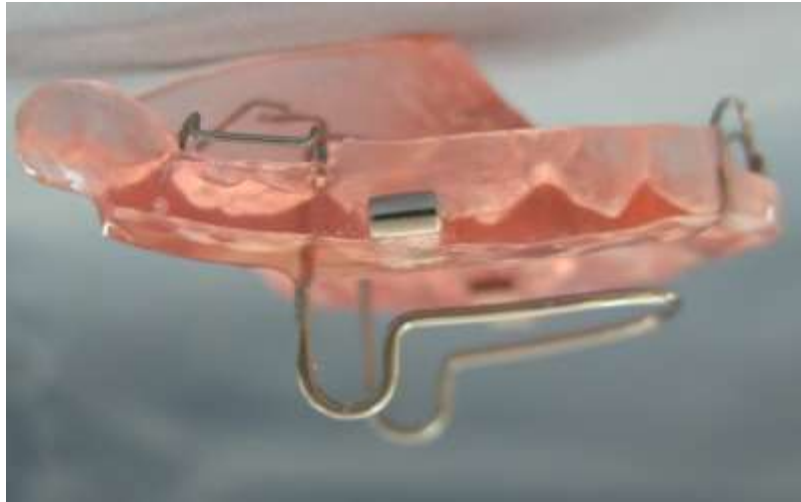
Şekil 1.8 Maksillatör Apareyinin lingualden görünümü.

Maksiller splint dişlerin okluzal ve bukkal yüzlerini 2-3 mm'ye yakın akrille örtmektedir. Maksiller splintin tutuculuğu için birinci molarlara 0.7mm'lik telden Adam's kroşeler, santral keser dişlere 0.6mm'lik telden tork springleri yerleştirilir. Mandibular dişlerin tamamı maksiller splinte temas etmelidir. Maksiller birinci premolar dişler hizasında, orta hatta olacak şekilde bir ekspansiyon vidası yerleştirilir. Genellikle vida 5 günde 1 tur olacak şekilde aktive edilir.



Şekil 1.9 Maksillatör apareyinin okluzal görünümü.

Maksiller arkın transversal ekspansiyonu ile transversal problemler tedavi esnasında giderilebilir. Maksillatör için mumlu kapanış, mandibula 5-6mm öne getirilerek ve kesiciler arasında 2-3mm açıklık olacak şekilde alınmaktadır. Tedavi başında lingual ark mandibulanın 6mm ilerletilmesine göre ayarlanmakta ve daha sonra her 4-6 hafta için 1-2mm tekrar aktive edilmektedir (Çatalbaş, 2004).



Şekil 1.10 Maksillatör apareyinin lateralden görünümü
(Çatalbaş, 2004).

1.7. İskelet Kaslarının Yapısı

Hareketlerimiz kimyasal enerjinin mekanik enerjiye çevrilmesi ile gerçekleşir. Bu özel enerji transferi sonucu iskelet kaslarının kontraksiyonu sağlanır. İskelet kaslarının hareketi sırasında oluşan değişiklikleri anlayabilmek için iskelet kasının temel yapısı ve fonksiyonunun bilinmesi gereklidir.

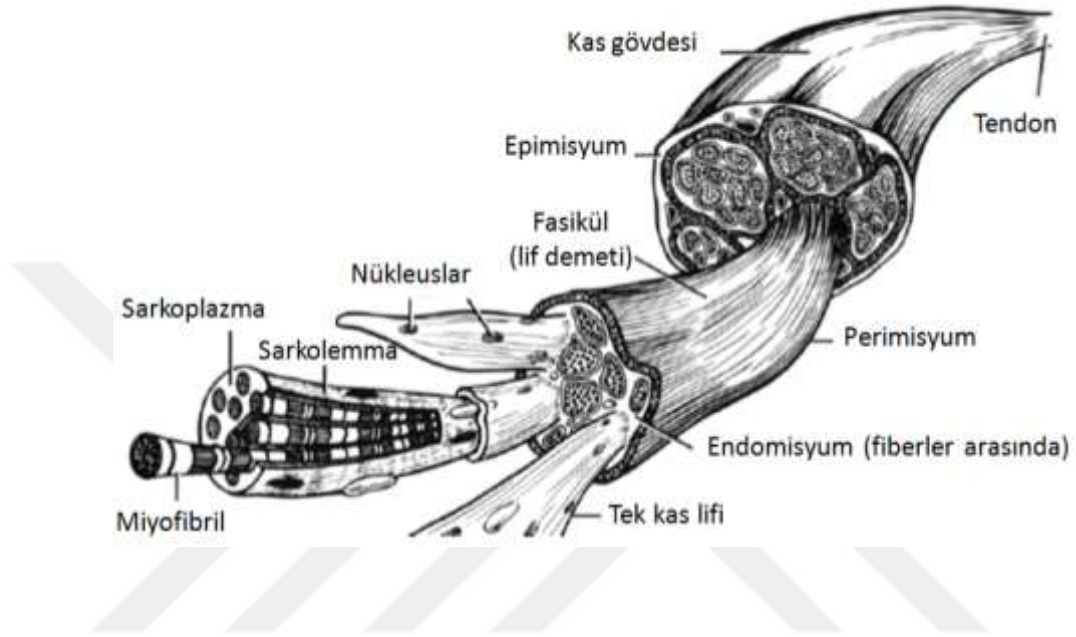
Kas dokusu; yaklaşık olarak % 75 su, % 20 protein, geriye kalan % 5 mineral ve diğer organik tuzlardan oluşur. Bunun yanında üre ve laktik asit gibi maddelerden, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi minerallerden, çeşitli enzim ve pigmentler, sodyum, potasyum ve klor iyonları, aminoasit, yağ ve karbonhidratlardan oluşur. Bu tuzların bazıları hücrelerde osmotik basıncın düzenlenmesinde yardımcı rol oynarken bazıları da kas kasılmasında aktif olarak rol oynar.

Vücudumuzda 430' dan fazla kas bulunur ve bunların her biri fibröz bağ doku ile sarılıdır. Her kas, lif adı verilen ve boyu 1 mm-30 cm, eni ise 10-100 µm arasında olan binlerce silindirik kas hücresinin bir araya gelmesiyle oluşur. İskelet kası lifleri ışık mikroskobu altında açıklı koyulu çizgiler halinde görüldüğünden çizgili kas olarak tanımlanır. Liflerin sayısı fetal gelişimin 2.-3. ayında belirlenir. Bu uzun, ince, çok çekirdekli lifler birbirlerine paralel olarak uzanırlar. Bir kasta ne kadar kas lifinin olacağı, kasın büyüklüğü ve yaptığı iş ile bağlantılıdır (Biçer, 2011).

İstemli olarak çalışan çizgili kasların yapısı, basit olarak Şekil 1.11 'de görülmektedir. Kas gövdesi, demetlerden oluşan bir yapıya sahiptir. En büyük demet fasikül ve herbir fasikül kas lifi demetidir. Bütün kas gövdesini çevreleyen yapıya epimisyum, fasikülleri çevreleyen yapıya perimisyum ve lifleri çevreleyen yapıya ise endomisyum denir. Bu yapılar fibröz bağ dokudan oluşmuştur. Epimisyum, distal uçlarda incelik ve kas içi doku tabakalarıyla birleşerek tendon adı verilen yoğun ve kuvvetli konnektif (bağ) dokusunu oluşturur. Tendonlar kasların sonlandığı ve kemiklere bağlandığı kısımlardır. Bu yapılar kemikleri çevreleyen dış tabakaya (periost) tutunurlar. Böylece kasın kasılma kuvveti, kasın bağ doku tabakasından doğrudan tendonlara iletilir. Tendonlar kemiğe tutundukları noktada çekme etkisi oluştururlar (Sönmez, 2002).

Kas lifleri, kas dokusunun hücreleri olup, hücre zarı, sarkoplazma ve myofibrillerden oluşur. Kas lifleri, çok çekirdekli hücreler olup, 1 mm kas lifi boyunca 30-40 adet çekirdek bulunur (Watzka, 1964; Wallraff, 1967; Anthony,

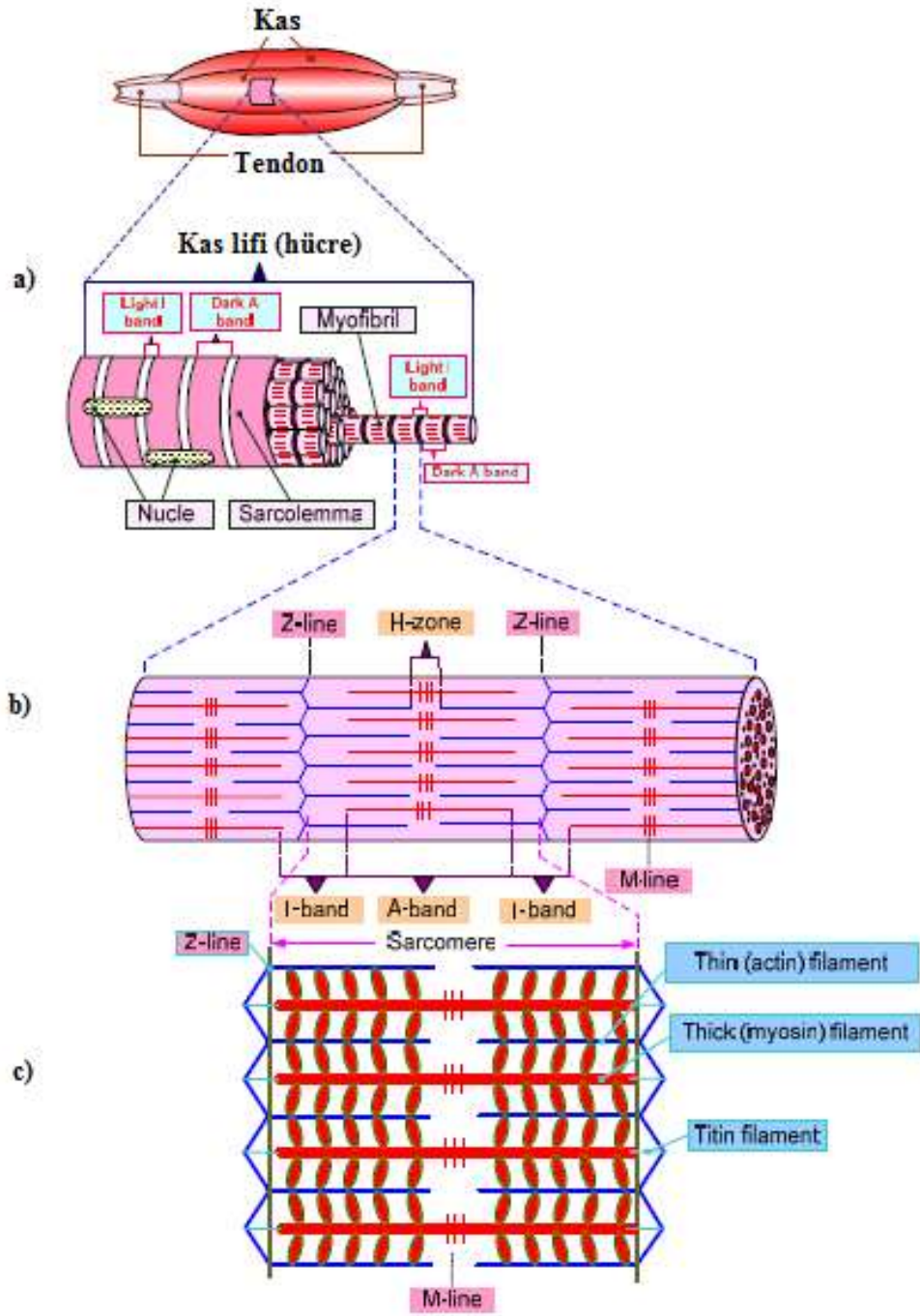
1971). Miyofibrillerin arasını sarkoplazma doldurur. Sarkoplazma glikojen, ATP, fosfokreatin, ve glikolitik enzimler taşır. Her kas lifinde sarkolemmanın hemen altında çekirdek, mitokondri ve bir ağ görünümünde kanallar sistemi olan sarkoplazmik retikulum bulunur (Yakar, 2002).



Şekil 1.11 İskelet kasının kesitsel gösterimi (Seller, 2012).

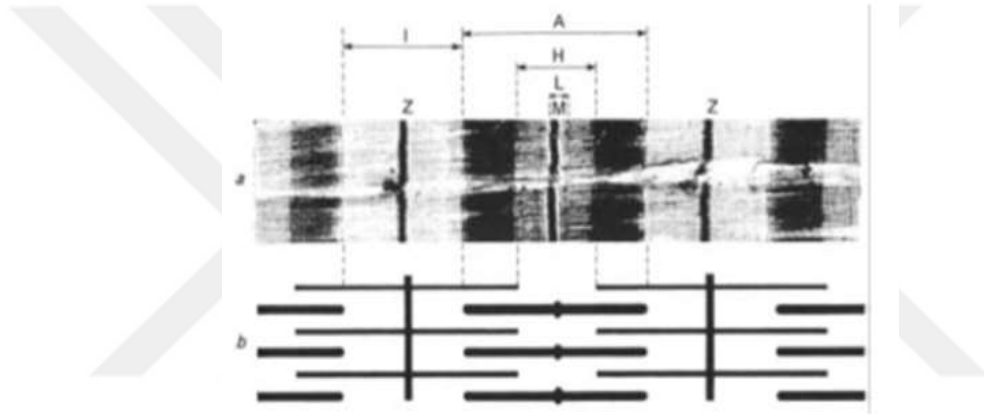
İntrauterin hayatta çizgili kasların büyüme ve gelişimi, kas hücrelerinin sayılarının artmasıyla olmakta fakat kas liflerinin kalınlığında çok az değişiklik olmaktadır. Doğumdan sonra ise kas hücrelerinin sayılarında artma olmazken, kas liflerinin uzunluklarında ve kalınlıklarında artma olmakta ve hücre çekirdekleri de çoğalmaktadır (Yakar, 2002)..

Myofibriller de aktin ve myosin filamentlerinden meydana gelir. Aktin ve myosin filamentleri, birbirleri içerisinde paralel olarak uzanmakta ve sarkomer adı verilen bir ünite meydana getirmektedirler. Myofibriller, yan yana gelmiş birçok sarkomerlerden oluşmuştur. Sarkomer, kasılmanın moleküler yapısını oluşturmaktadır (Şekil 1.12).



Şekil 1.12 İskelet kasının mikroskopik anatomisi: a) Miyofibrillerden oluşan kas lifi (hücresi); b) Bir miyofibril yapısı ve miyofilamentleri; c) Kalın (miyozin) ve ince (aktin) filamentlerden oluşan sarkomer yapısı (Göker, 2009).

Orta güç elektron mikroskobide, farklı kısımlar harfler ile ayrılmıştır (Şekil 1.13). Çizgileri oluşturan karanlık ve aydınlık bantlar vardır ve bu bantlar sırasıyla I (izotopik) ve A (anizotopik) olarak bilinirler. Bir bant içinde orta tonda bir H (Heller) bölgesi vardır. Bunlar Z (Zwischenscheibe) ve M (Mittelscheibe) hatlarıdır. L bölgesi bazen M hattı içerisinde hafif açık bir bölge olarak görülebilir. Bu yapı fiberin uzunluğu boyunca tekrar etmektedir ve bu uzunluk üzerindeki tekrarlar (yani iki komşu Z bölgesi arasındaki 1-2 μm uzunluğundaki mesafe) ise sarkomer adını alır (Seller, 2012).



Şekil 1.13 Sarkomer yapısındaki aydınlık ve karanlık bölgelerin elektron mikroskopi ile gösterimi (Seller, 2012).

1.8. Kas Kasılmasının Fizyolojisi

Çizgili kasların kasılmaları, birçok karmaşık ve seri işlem sonunda gerçekleşir. Kas kontraksiyonu, 4 temel evrede incelenir (Şekil 1.16);

1.8.1. İstirahat Aşaması

İstemli olarak kasılan çizgili kaslar, dinlenme durumunda bile çeşitli bireylere ve çeşitli zamanlara göre değişen bir gerginlik gösterirler. Bu devamlı gerginlik durumuna, kas tonusu denir. İstirahat halindeki bu kasılmada kasın bütün lifleri kasılmaz. Refleks tonusta görülen en önemli özellik budur. Tonus, refleks yolla

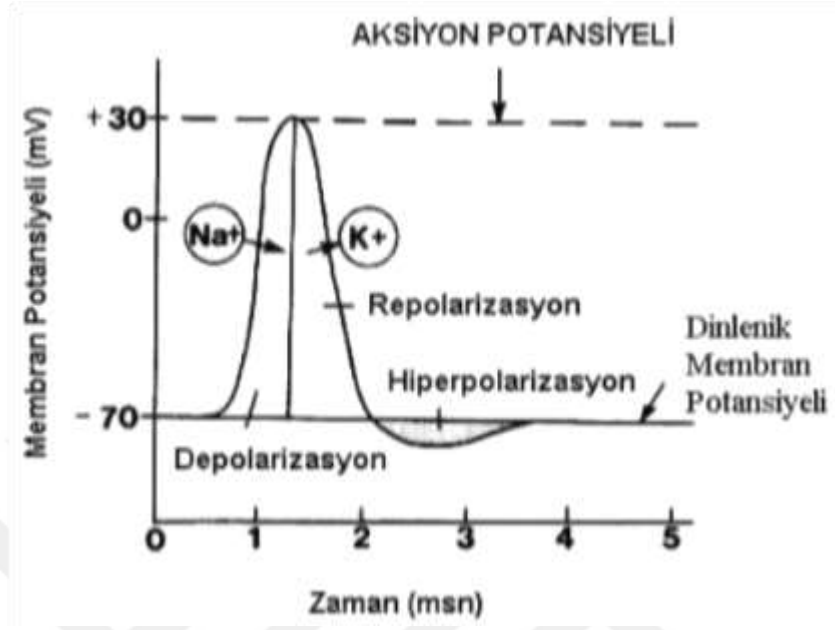
düzenlenmektedir ve kas mekikleri içerisindeki kas liflerine gelen gamma motor sinir sistemi iplikleri sayesinde beyin kontrolü altındadır. Ancak kasın motor siniri kesilirse tam bir gevşeme olur. İnsanın çeşitli durumlardaki kasların gerginlikleri, kas mekiklerinden çıkan ve beyne giden duyuşal sinir iplikleriyle bildirilmektedir. İnsanın yeni durum ve konumlarındaki ihtiyaç gösterdiği kas gerginliğini ayarlamak üzere beyinden çıkan impulşlar, gamma motor sinir iplikleriyle kas mekiğı içindeki kas liflerini ihtiyaca göre kasarlar.

İstirahat halinde iken kasın dinlenim durumunda miyozin filamentlerinin çapraz köprüleri aktin filamentlerine doğru uzanır, fakat onlara temas edemez. Aktin üzerinde bulunan miyozin çapraz köprü başlarının tutunacağı aktif bölgeler. Ca^{+2} iyonlarının sarkoplazmik retikulumda depolu oluşu nedeniyle troponin-tropomyosin kompleksi tarafından kapatılmıştır. Bu yüzden aktin-miyozin etkileşimi engellenir ve kas kasılması söz konusu değildir (Günay ve Cicioğlu, 2001).

1.8.2. Kasılmanın Başlaması

Bir motor sinir hücresi ve bu hücre tarafından innerve edilen kas liflerinin hepsine ‘bir motor ünite’ denir. Bir motor ünite, 3 ile 2000 adet kas lifi içerebilir. Motor sinirin uzantısı motor son plağı geldiğinde, miyelin kılıfını kaybederek, birçok uçlara ayrılır. Bu uçların (terminal akson) içinde asetilkolin torbacıkları bulunmaktadır.

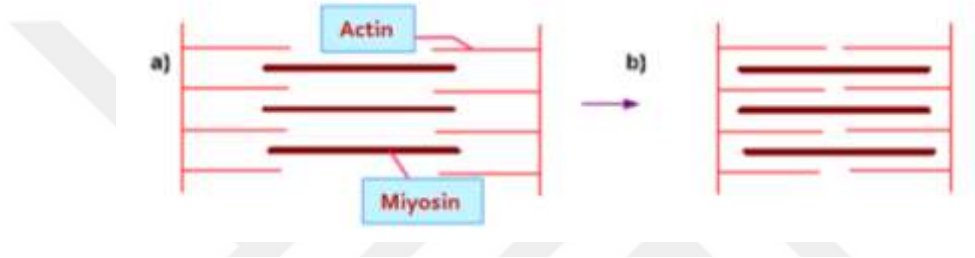
Miyelinli gama motor nöronları ile taşınan impuls, nöromuskuler sinaps bölgesindeki bu torbacıklardan asetilkolin (ACh) salınımına neden olur. Eğer yeterli sayıda ACh reseptörlere tutunursa kas hücresi zarlarında (sarkolemma) bulunan Sodyum iyonu (Na^{+}) iyon kapıları açılır. Sodyum iyonlarının içeri girmesi sonucu hücre zarının depolarizasyonunu gerçekleştirir ve motor ünite aksiyon potansiyeli (MÜAP) oluşur (Wilmore ve Costil, 2004).



Şekil 1.14 Aksiyon potansiyeli (Biçer, 2011)

Depolarizasyon sırasında iyonların hareketleri elektrot aracılığıyla tespit edilebilen elektromanyetik bir alan oluşturur. Aksiyon potansiyelinin oluşumu “ya hep ya hiç” ilkesine uyar. Sadece eşik değeri aşan uyarılar aksiyon potansiyeli oluşturur. Bu uyarının eşiği ne kadar geçtiği önemsiz olup standart aksiyon potansiyeli oluşur (Şekil 1.14). Hücre zarı potansiyelindeki değişiklikler, -70 mV luk dinlenme zar potansiyeli değerinden $+30 \text{ mV}$ değerine kadar çıkar (zirve potansiyeli) ve hızla dinlenme değerine geri döner. Oluşan bu elektriksel akımın bir bölümü de deriye yayılır. MÜAP sonucu deriye yayılan bu elektriksel potansiyeller iki elektrotu (bipolar) kasın orta noktasına ve kas liflerine paralel olacak şekilde deri üzerine yapıştırılarak ölçülebilir. Birden çok kas lifi eş zamanlı kasılırsa deride elektrik potansiyellerinin toplamı çok büyük değerlere yükselebilir. Kasılmanın miktarı MÜAP’ ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olduğu veya olmadığı durumlarda MÜAP’ ların incelenmesi, şeklinin ya da sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir.

Kas hücre zarında (sarkolemma) meydana gelen depolarizasyon, elektriksel ileti olarak T-tübüle iletilir ve buradan kas lifi içine girer. Sarkoplazmik retikulumda voltaja duyarlı proteinler depo edilmiş halde bulunan Ca^{+2} iyonlarının miyoplazma (kas hücresi sitoplazması)' ya salınımını başlatır. Ca^{+2} iyonları, aktinin aktif bölgelerini kapatan troponinle birleşerek tropomiyozinin bloke edici etkisini ortadan kaldırır. Bu sırada ATP (Adenozintrifosfat), Ca^{+2} , ATPaz ve Mg^{+2} etkisi ile ADP ve P oluşarak enerji açığa çıkar. Açığa çıkan enerji ile myosin çapraz köprü başları aktin aktif bölgelere bağlanır ve onu sarkomerin ortasına doğru çeker. Sonuç olarak aktinomyozin kompleksi oluşur (Şekil 1.15).

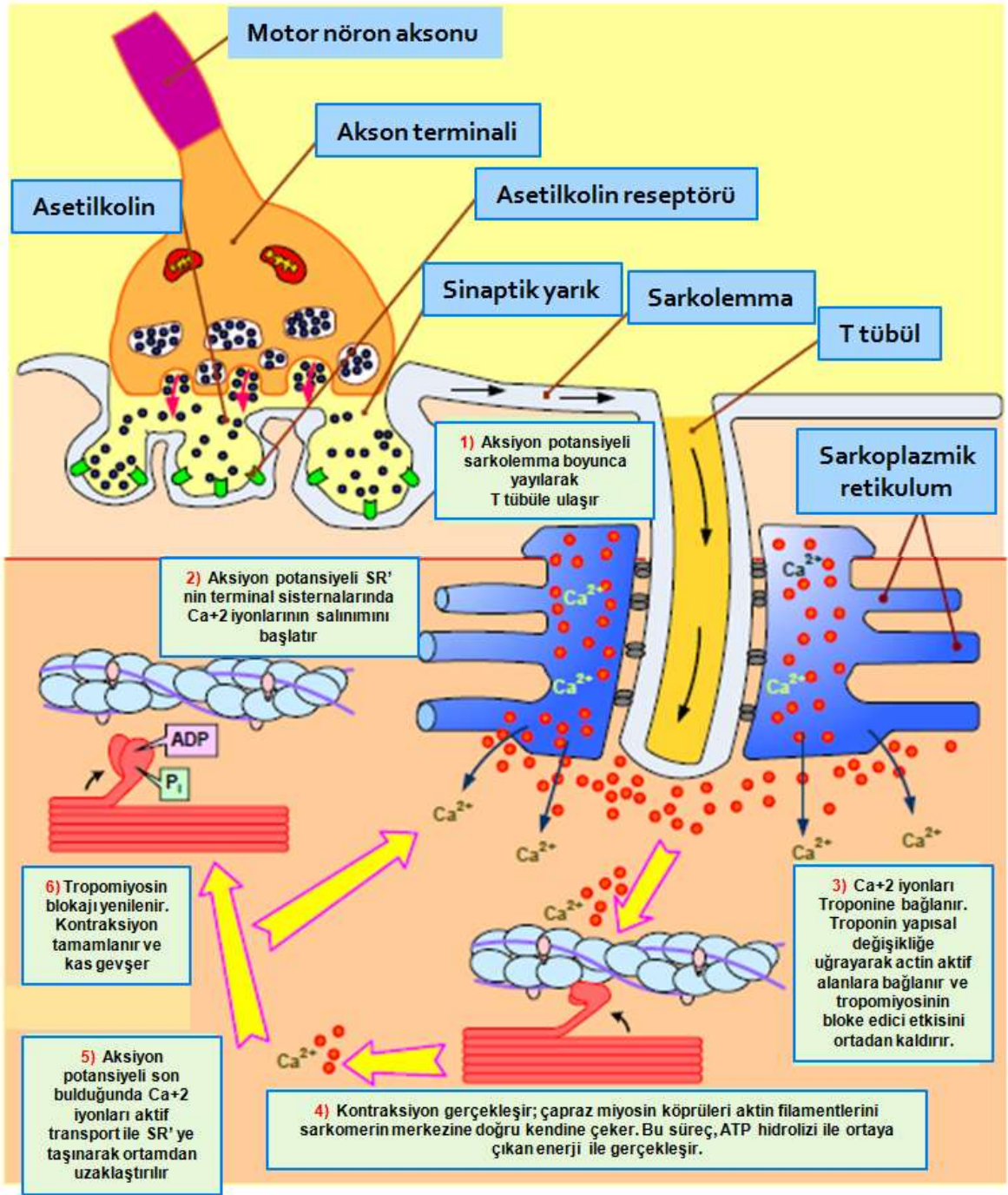


Şekil 1.15 a) Miyofilamentlerin kontraksiyon olmayan şematik çizimi; b) Miyofilamentlerin kontraksiyon sırasındaki şematik çizimi (Göker, 2009).

Kasılan kasın boyu kısalmış ve böylece bağlı bulunduğu kemiği çekerek iş yapmış olur. Kas kasılması için gerekli enerji kaynağı ATP'dir. ATP'yi yeniden oluşturmak için gereken enerji kaynağı, kasta depolanmış olan glikojenden gelir.

1.8.3. Kasılmanın Sürdürülmesi (Yeniden Şarj)

Bir saniyelik kas kasılmasında çapraz köprüler aktinin aktif bölgelerine yüzlerce defa bağlanıp ayrılırlar. Miyozin çapraz köprüleri, bağlandığı eski bölgeden ayrılır, çapraz köprüde meydana gelen bükülme hareketi ile parçalanmış ATP yeniden sentezlenir. Böylece miyozin çapraz köprüsü yeniden ATP yüklenir. Bu durum, miyozin çapraz köprü başının aktinden ayrılmasına neden olur. Yine dikey duruma geçen çapraz köprü aktin filamentinin başka bir bölgesine bağlanır. Bu işlemler sonucu kasılma devam ettirilir (Biçer, 2011).



Şekil 1.16 Uyarılma ve kas kontraksiyonu fizyolojisinin şematik olarak gösterilmesi (Göker, 2009).

1.8.4. Gevşeme Aşaması

Uyarı kesildiğinde Ca^{+2} iyonları, troponini terkeder ve tropomyozin aktinde myozinin bağlanacağı bölgeleri tekrar örter. Ca^{+2} iyonları depolandığı yere tekrar geri döner. Böylece aktin-miyozin etkileşimi bozularak kasta gevşeme sağlanır. Kas istirahat durumuna geri döner ve yeni bir impuls gelene kadar gevşemiş durumda kalır.

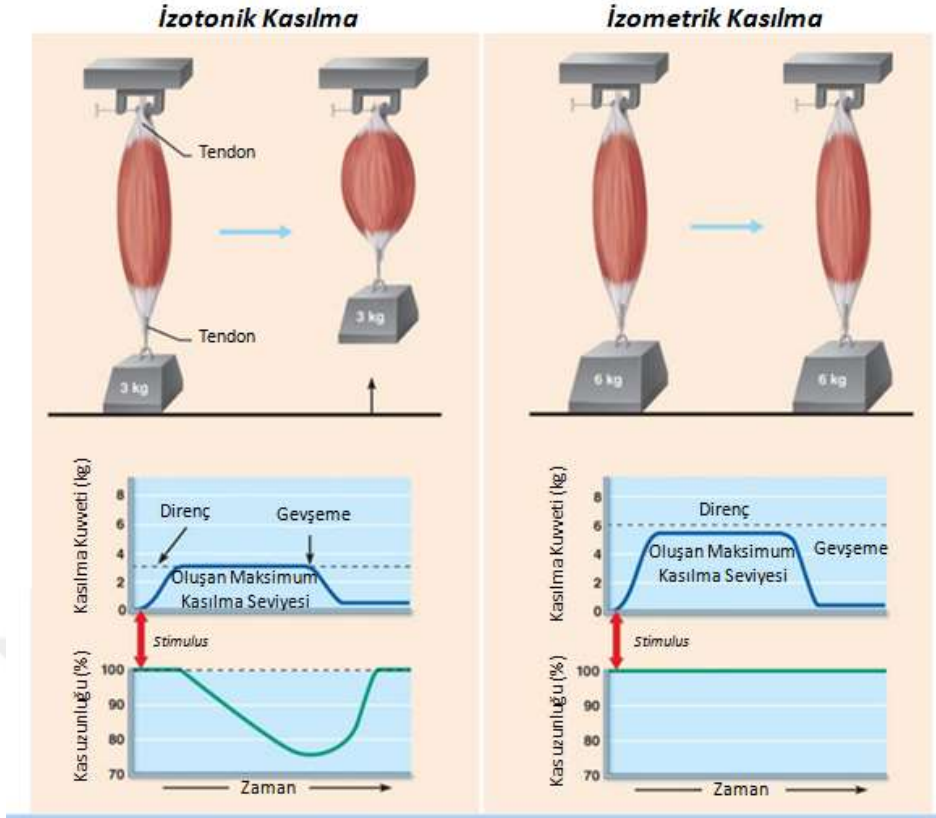
1.9. Kaslarda Meydana Gelen Kasılma Tipleri

1.9.1. İzometrik Kasılma

İzometrik kelimesinin sözlük anlamı aynı veya sabit (izo) boy (metrik) demektir. Diğer bir deyişle izometrik kasılan kasın gerilim oluşturması fakat kasın dıştan görünümünde, boyunda herhangi bir değişiklik meydana gelmemesidir. Diğer bir ifade ile statik bir kasılmadır. Yani kasın uzunluğu sabit kalırken gerilimi artmaktadır. Kasın kısalmasının sebebi dıştan gelen dirençlere karşı oluşturduğu gerilimin (iç kuvvetin) daha büyük olmasıdır. Bir duvarı itmeye çalışmak bu tür kasılmaya örnektir (Şekil 1.17).

1.9.2. İzotonik Kasılma

Eklem hareket ettiği ve bu sırada kastaki gerimin sabit kaldığı kasılma tipidir. İzotonik kasılmanın terminolojideki karşılığı aynı veya sabit (izo) gerilim (tonik) dir. İzotonik kasılma sabit dirençte kas boyu kısalırken aynı miktarda kas gerilimi üreten bir kasılma şeklidir. Bu kasılma türü konsantrik ve eksantrik kasılma olmak üzere iki şekilde ele alınabilir (Şekil 1.17).



Şekil 1.17 İzotonik ve izometrik kasılmanın şematik olarak gösterimi (Marieb ve Hoehn, 2013).

1.10. Elektromiyografi

1.10.1. Elektromiyografinin Tanımı

Elektromiyografi (EMG), kasların kasılmaları sırasında oluşan elektrik sinyallerini kullanarak kas aktivitesinin ve kas fonksiyonlarının en objektif olarak ölçümlendiği çalışma metodudur (Wozniak ve ark., 2015). Bu metot sayesinde kraniyomandibular kaslarda, bilateral olarak kas aktivitesi ölçümleri yapılabilmektedir. EMG işaretlerini ölçen cihaza da elektromiyograf denir. Alınan işaretlerin genliği düşük olduğundan yükseltilmesi gerekmektedir ve bunun için fark yükseltecinden yararlanır (Korürek ve Yazgan, 1996).

EMG, palpasyon ve görsel muayeneye ek olarak, bireylerin kassal fonksiyonun belirlenmesinde objektif gözlem ve diagnostik kayıt için en güvenilir metottur. EMG ile istemli ve istemsiz kasların fonksiyonları gözlemlenebilmektedir

(Basmajian, 1985).

EMG ile;

- Kasta kontraksiyon olup olmadığı,
- Kas aktivitesi üzerinde zamanla meydana gelen değişimler,
- Motor kontrol ve kooordinasyonun değerlendirilmesi,
- Spastisite (Kasların şiddetli derecede kasılı kaldığı patolojik durum) tespiti,
- Cerrahi sonrası kas fonksiyonu değerlendirmesi,
- Kasların fonksiyonları esnasında meydana gelen elektrik sinyalleri incelenebildiği için kasların fonksiyonel durumları ve karşılıklı dengeleri konusunda fikir edinmek mümkün olmaktadır (Baker, 2015).

EMG ile tespit edilemeyecek parametreler;

- Kasın gücü
- Sinyalin hangi hareket sonunda oluştuğu
- Kastaki aktivitenin kompanzasyon mu yoksa başlıca bir anormallik mi olduğudur.

Kas kasılması sırasında kas hücresinde gerçekleşen depolarizasyon, elektromanyetik bir alan oluşturur ve buradaki potansiyel, voltaj olarak belirlenir. EMG ölçümlerinde sinyal kaydedilirken, elektrodun yerleştirildiği kas bölgesindeki bütün Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli (MÜAP) toplamları ölçülür (Thornton ve Michell, 2012).

MÜAP büyüklüğü ;

- Kas lifinin çapına,
- Tetkik edilen bölge ile aktif kas lifleri arasındaki mesafeye veya diğer bir deyişle adipoz doku (yağ dokusu) kalınlığına,
- Elektrotların kendi filtreleme özelliğine bağlıdır.

Burada önemli olan artifakt (gürültü) içermeyen sinyal elde etmektir. Bunun için elektrot tipi ve yükselticinin karakteristikleri büyük önem taşır. Elektrotun yerleştirilmesi gereken bölge, birbiri içine geçmiş birçok motor ünitenin bulunduğu kas dokusunun merkezi olmalıdır (Basmajian, 1985).

Motor ünite potansiyellerinin karakteristikleri yüksek bir kasılma seviyesinde incelenmesi zordur. Çünkü potansiyeller süperpoze olarak yoğun bir patern üretirler ve bu yüzden karışık bir işaret ortaya çıkacaktır. Bu paterne girişim paterni denir

(Rubin, 2012).

1.10.2. Elektromiyografinin Tarihçesi

EMG' nin tarihçesi 1791 yılında Luigi Galvani kurbağa sinirlerinin elektriksel uyarımı ile ilgili çalışmalarını yayınlaması ile başlamıştır. 1900'lerin başlarında Piper, insan kaslarında elektrik aktiviteyi bir galvanometre yardımı ile kaydetmeyi başarmıştır. 1929'da "konsantrik iğne elektrodunun" bulunması ile tek kas fibrili tarafından oluşan potansiyelin ölçümü mümkün olmuştur. Bunun ardından kompleks elektrometre kaydında incelenmesi zor olan durumlarda yararlı olacak "ses kaydı" bulunmuştur. 1930' larda Lindsley, katot-ışın osiloskobunun gelişimi ile kas kontraksiyonu sonucunda MÜAP amplitüdünde oluşan belirgin dalgalanmaları kaydetmiştir. 1938' de Denny Brown çift kutuplu iğne elektrodu kullanarak fibrilasyonu ayırmıştır. 1939 yılında ise Herbert Gasser sinir iletim hızları ve lif büyüklüğü arasındaki ilişkiyi göstermiştir. 1948 de Golseth klinik amaçlı ilk EMG makinesinin prototipini geliştirmiştir (Ertekin, 1977).

Günümüzde ise bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi ile daha hassas sonuçlar alınabilmekte ve kullanım kolaylığı sağlanmaktadır.

1.10.3. EMG Cihazının Genel Yapısı

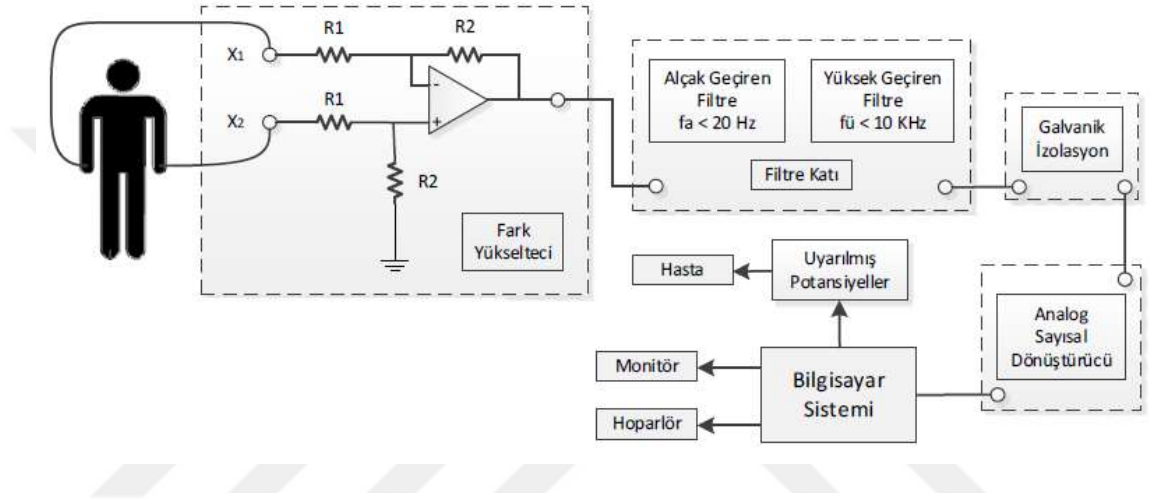
Kaslardan alınan biyopotansiyeller genelde 100 mikrovoltlar ile birkaç milivoltlar arasındadır. Bu potansiyellerin algılanabilir seviyelere yükseltilmeleri gerekir. Elektrot, hasta ile EMG sistemi arasında pasif bir elektriksel arayüz oluşturur. Elektrotlar bir anten gibi davrandığından alınan işaretin üzerine çevreden gürültü de bindirirler ve güç hattı gibi kaynaklardan gürültü alırlar. İstenmeyen gürültülerden arınmak için bu biyopotansiyeller filtrelenmelidir.

Elektromiyografik kayıt aşamaları aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Henneberg, 2006) (Şekil 2.8);

- 1) Elektrik sinyalinin tespiti
- 2) Amplifikasyon (yükseltici ile)
- 3) Filtrasyon (20 Hz – 10 KHz)

- 4) Galvanik izolasyon
- 5) Analog sayısal dönüştürücü
- 6) Bilgisayar ile monitörizasyon

Modern EMG cihazları yükselteç, filtreler, analog sayısal dönüştürücü (ADC) ve bilgisayardan oluşur. EMG cihazının genel yapısını gösteren blok diyagram Şekil 1.18’ de görülmektedir.

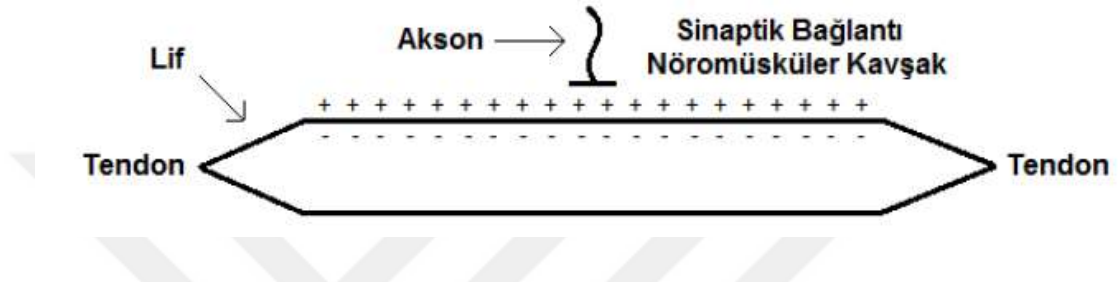


Şekil 1.18 EMG cihazının genel yapısını gösteren blok diagramı
(Artuğ, 2015).

Elektromiyografinin kullanılan 2 ana tipi mevcuttur. İlki klinik veya diagnostik EMG olarak bilinen, psikiyatri ve nöroloji uzmanlarının kullandığı, MÜAP'ların büyüklük ve zaman açısından karakteristiklerinin izlendiği çalışmadır. Daha çok nöromusküler patolojilerin belirlenmesinde kullanılır. Diğer EMG metodu ise kinesiografik analizdir. Kinesiografik veya Fonksiyonel EMG, literatürde genellikle hareket analizi olarak isimlendirilir. Bu EMG metodunda vücudun bölümlerindeki hareketlere göre kassal fonksiyonların ilişkisi ve yine bu hareketlere göre kassal aktivitenin zamanlaması ölçülür. Bununla birlikte birçok çalışmada, kasların kuvvetlerini ve güç oluşturabilme potansiyellerini teşhis etmek için de fonksiyonel EMG kullanılmaktadır.

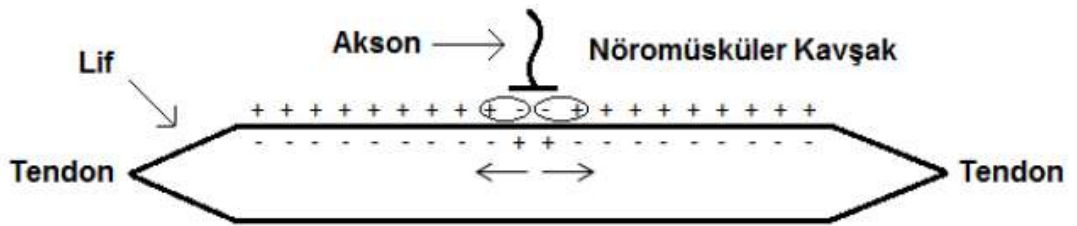
1.10.3.1. Elektromiyogram İşaretinin Oluşumu

Tipik bir elektromiyogram işareti trifazik formdadır. Trifazik işaret oluşumunun anlaşılması için motor sinir ile ilgili olan kas lifinin incelenmesi gerekmektedir. Kas lifi istirahat halindeyken içi negatif dışı ise pozitif polaritededir. Bu durum Şekil 1.19'da görülmektedir.



Şekil 1.19 İstirahat halindeki kas lifi (Artuğ, 2015).

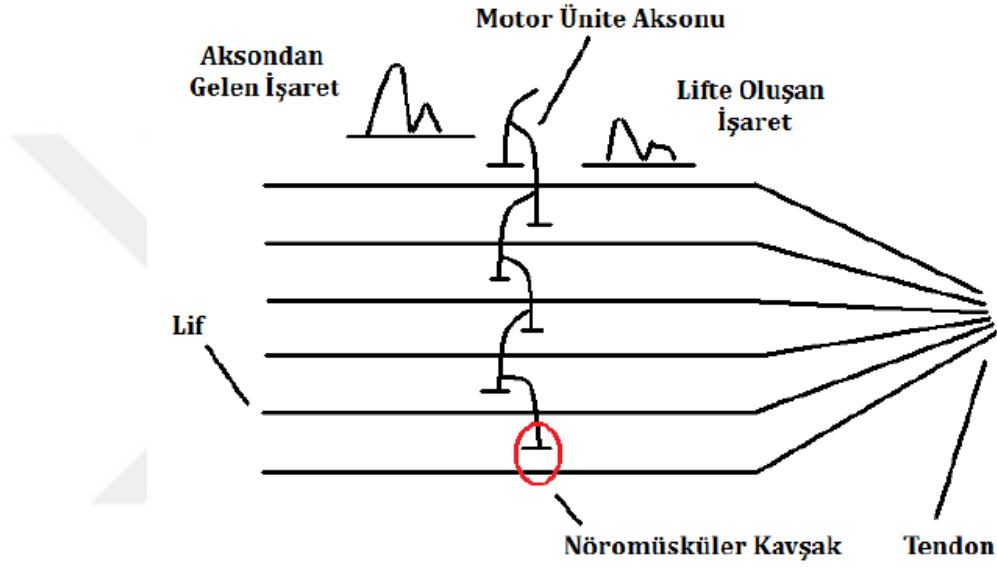
Motor sinir ile kas lifi arasında sinaptik bağlantı bulunmaktadır. Kas lifine sinirden bir uyarı geldiğinde asetilkolin salgılanır. Gelen uyarı lokal potansiyeller oluşturur. Eğer bu potansiyeller belli bir eşik geriliminin üzerindeyse aksiyon potansiyeli oluşur ve nöromusküler kavşaktan itibaren iyon değişimi gerçekleşir ve tendon boyunca yayılır. Uyrılmış kas lifindeki iyon değişimi Şekil 1.20'de görülmektedir.



Şekil 1.20 Uyarılmış kas lifi (Artuğ, 2015).

Nöromusküler kavşaklar motor ünite elektriksel aktivitenin gerçekleştiği yerlerdir. Eğer eşik değerinden yüksek bir uyarı gelmişse motor ünite aksonundaki

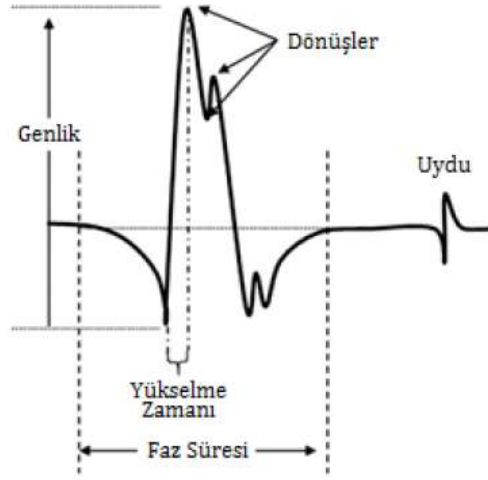
elektriksel işaret biraz değişikliğe uğramış olarak life aktarılır. İki işaret birebir aynı değildir. Elektrot iğnesi tendona ne kadar yaklaşırsa elektriksel iletim o kadar gecikir. Elektromiyografik ölçüm nöromüsküler kavşak yakınından yapılırsa alınan işaret iç içe geçerek bir toplam işaret görülür. Pikler büküm büküm iç içe geçmiştir. Eğer tendona yakın ölçüm yapılırsa iletim hızı farkından bu pikler birbirinden ayrılmış bir şekilde araları açık hale gelir ve pikleri gözlemlemek kolaylaşır. Şekil 1.21’de nöromüsküler kavşak yapısı görülmektedir.



Şekil 1.21 Nöromüsküler kavşak yapısı (Artuğ, 2015).

1.10.3.2. EMG İşaretinin Ölçülebilir Parametreleri

Elektromiyografi işaretlerinin sağlıklı bir insana mı ait yoksa nöromüsküler hastalığa sahip bir insandan mı alındığı anlaşılabilir. Bu işaretleri sınıflandırabilmek için öncelikle ölçülebilir parametrelerini hesaplamak ve buna göre işaretleri tanımlamak gerekir. Bu parametrelerin bazıları Şekil 1.22’ de görülmektedir.



Şekil 1.22 EMG işaretinin ölçülebilir parametreleri (Rubin, 2012).

Genlik ana lobun tepeden tepeye gerilimi olarak tanımlanır. Ana lobu, elektrodun alma bölgesine düşen en yakın kas liflerinin aksiyon potansiyellerinin toplamı oluşturur (Rubin, 2012).

Faz süresi motor ünite potansiyelinin, temel çizgiden ilk sapmadan itibaren tekrar temel çizgiye dönünceye kadar geçen zaman olarak tanımlanır. Bu süre motor üniteindeki kas liflerinin alanını yansıtır (Rubin, 2012).

Faz, MÜAP'ın temel çizgisi geçme sayısı olarak tanımlanır. Normalde çoğu MÜAP'ın 4'ten fazla fazı olmaz. Potansiyelin temel çizgiyi kesme sayısının bir fazlası faz olarak tanımlanır. Motor ünite potansiyelleri bifazik, trifazik veya çok fazlı olabilir. Motor ünite potansiyellerinin faz sayısı 5'ten fazla olduğunda çok fazlı olarak adlandırılır. Çok fazlı potansiyeller reinervasyon sonucu kolateral filizlenme meydana gelen nörojenik hastalıklarda görülür (Rubin, 2012).

Dönüşler ise bir darbenin temel çizgiyi geçmeden yön değiştirmesine denir. Uydu potansiyelleri motor üniteindeki uzun sinir terminalli, dar yarıçaplı ve uzak motor son plak bölgesinde bulunan kas liflerinden üretilir (Rubin, 2012).

Yükselme zamanı motor ünite potansiyelinin temel çizgiden ilk sapmasının ardından negatif defleksiyonunu tamamlayıp ana lobda maksimum noktaya

ulaşmasına kadar geçen süre olarak tanımlanır. Bu süre kas liflerinin elektroda olan mesafesi ile değişmektedir. Elektrot kas lifi yakınında ise 500 µs'den kısa sürer. Elektrot kas liflerine uzaksa yükselme zamanı uzayacaktır bu da genliğin daha düşük çıkmasına ve faz süresinin hatalı olmasına sebep olacaktır (Daube ve Rubin, 2009).

1.10.3.3. Filtreler

EMG cihazında filtreler tarafından sağlanan frekans bandı 20 Hz ile 10 KHz arasındadır. Yüksek geçiren bir filtre istenmeyen DC ofset'i kaldırmak için gereklidir. Eğer bu ofset EMG sinyali ile yükseltirse sinyalin esas bilgiyi taşıyan kısımlarını etkiler ve bozar. Alçak geçiren filtre istenmeyen gürültüleri kaldırmak için gereklidir. Eğer yapılmazsa gürültü, sinyal oranında azalmaya sebep olur (Pozzo ve ark., 2004).

1.10.3.4. Galvanik İzolasyon

EMG cihazı hastalar üzerinde kullanılacağı zaman, hastaların güvenliği her zaman en ön planda tutulmalıdır. Hastalar EMG cihazının yükselteç katına bağlanabilen tıbbi olmayan diğer her türlü cihazdan izole edilmelidir. EMG cihazı ile ona bağlanabilen herhangi bir harici cihaz arasında akım akmasına sebep olabilecek dirençsel iletken bir yol bulunmamalıdır. Bu da galvanik izolasyonla gerçekleştirilebilir. Bu izolasyon hastaya bağlanan optik kuplajlama devreleri ile elde edilebilir (Pozzo ve ark., 2004).

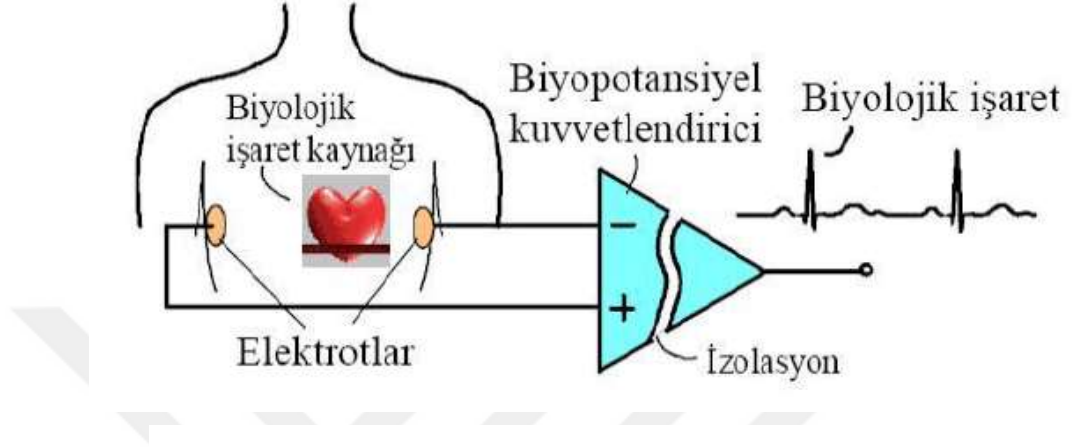
1.10.4. Elektromiyografik Kayıtların Elde Edilme Yöntemleri

1.10.4.1.1. Elektrot Nedir?

Biyolojik işaretlerin özellikle tıpta teşhis amacına yönelik olarak algılanabilmesi için vücut ile ölçme düzeni arasındaki iletişimi sağlayan ve tedavi amacı için organlara akım gönderilmesini sağlayan elemanlara elektrot adı verilir.

Biyoelektrik gözlemler için ilk basamağı elektrotlar oluşturur. Metal veya sıvı yapıda olan elektrotlar, biyoelektrik olayların dedeksiyonundan başka, dokulara elektrik akımı uygulamada da kullanılır. İncelenen dokuya, gözlenen veya uygulanan potansiyele, yerelliğin derecesine göre elektrot geometrisi, iğne biçiminden 5 cm çapa kadar değişebilir.

Elektrik akımı, doku ve sıvılarda iyonlarla; metallerde ise elektronlarla taşınmaktadır. Dokudaki elektriksel etkileri ölçmek için dokudaki iyonik akımların ölçme devresindeki elektronik iletme aktarılmaları gerekmektedir. Bu aktarma, doku-elektrot ara yüzeyinde yapılmaktadır (Şekil 1.23).



Şekil 1.23 Elektrot ile bioelektrik sinyallerinin ölçüm düzeni
(www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/...pdf/Elektrotlar.pdf).

Elektrotların vücuttaki biyolojik işaretleri algılaması veya vücuda dışarıdan uyarıcı işaret göndermesi, elektron akımını iyon akımına ya da iyon akımını elektron akımına dönüştürmesi esasına dayanır. Kullanım amaçlarına göre;

- Algılayıcı elektrotlar
- Uyarıcı elektrotlar

olmak üzere iki farklı ana karegoride incelenirler.

Elektrotların seçiminde fizyolojik zehirlilik, elektriksel iletkenlik ve mekanik dayanıklılık önemli faktörlerdir. Biyoelektrik uygulamalarında en çok kullanılan elektrot metalleri platin, altın, gümüş, tantal, tungsten, paslanmaz çelik veya alüminyumdur. Platinin pahalılık dezavantajı yanında yüksek iletkenliği, aşınmaya (korozyon) ve deformasyona dayanıklılığı nedenleri ile özellikle iridyumla alaşımı organ içine sürekli gömülü elektrotlar (örneğin, elektronik peacemaker) için en uygundur. Gümüş iyi iletkenidir, yumuşaktır, kolay oksitlenir. Paslanmaz çelik, korozyona uğrasa da dış uygulamalar, bazen iç uygulamalar için de uygun

sayılmaktadır. Yüzeysel uygulamalar için alüminyum da kullanılabilir. Bakır, zehirliliği nedeni ile uygun değildir (www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/...pdf/Elektrotlar.pdf).

1.10.4.1.2. Algılama Amaçlı Elektrot Çeşitleri

Biyoelektrik potansiyelleri ölçebilmek için iyonik potansiyel ve akımları elektrik potansiyel veya akımlarına dönüştüren dönüştürücülere ihtiyaç vardır. Elektrik kökenli biyolojik işaretleri algılamakta kullanılan böyle bir dönüştürücü iki elektrottan meydana gelir ve elektrotların uygulandıkları noktalar arasındaki iyonik potansiyel farkını ölçer. Bazı özel uygulamalar dışında, her bir hücrenin ürettiği bireysel aksiyon potansiyellerini ölçmek imkânsız değilse de çok zordur. Çünkü hücre içine elektrot yerleştirilmesi gerekmektedir.

Biyopotansiyelleri en genel ölçme yöntemi, vücut yüzeyinden yapılan ölçümlerdir. Bu durumda alttaki birçok hücrenin aksiyon potansiyellerinin yüzeye gelen toplamı alınmaktadır. Bazı ölçümlerde ise bir sinire, kasa veya beynin belirli bölgelerine batırılan iğne elektrotlar veya yüzey elektrotlar yardımıyla ölçüm yapılır.

Biyopotansiyellerin vücut yüzeyine nasıl ulaştıkları kesin olarak bilinmemektedir. Ortaya birçok teoriler atılmıştır. Kalbin elektriksel potansiyellerinin izahı için ortaya atılan nispeten gerçekçi görünen teoriye göre yüzeyden ölçülen potansiyel, alttaki bireysel aksiyon potansiyellerinin kendilerinin değil fakat birinci türevlerinin toplamıdır. Ölçme metodu ne olursa olsun biyoelektrik potansiyellerin oldukça iyi bilinen dalga şekilleri mevcuttur.

EMG ölçümü için kullanılacak elektrotlar (Artuğ, 2015);

- Konsantrik iğne elektrodu (KİE),
- Monopolar (tek kutuplu) iğne elektrodu (MİE),
- Tek lif EMG iğne elektrodu (TLEMGE),
- Makro EMG elektrodu ve
- Yüzey elektrodudur.

Konsantrik iğne elektrodu (KİE)

İğne elektrot uygulamaları genellikle daha spesifik, yüzeysel olmayan, derindeki kasların veya sadece tek bir kas grubunda intramuskuler ölçüm için kullanılmaktadır. Yüzey elektrot tekniği ile belirlenemeyecek kas ölçümlerinde iğne elektrot uygulamaları kullanılır. Ancak bu yöntem, enfeksiyon riski taşımaktadır ve uygulanan kişi için ağrılıdır, konforsuzdur. Bundan dolayı ölçüm sırasında kas bölgesinde istenmeyen kasılma ve spazmlar görülebilir. İğneyi ölçüm yapılacak kas bölgesine yerleştirecek kişinin anatomik bilgisi çok iyi seviyede olmalı ve tekrarlanan ölçümlerde uygulayıcı mümkün olduğunca kasın aynı yerinden ölçüm yapmalıdır. Bu durum her zaman sağlanamayacağı için bu yöntemin tekrar edilebilirliği zayıftır (Basmajian, 1986).

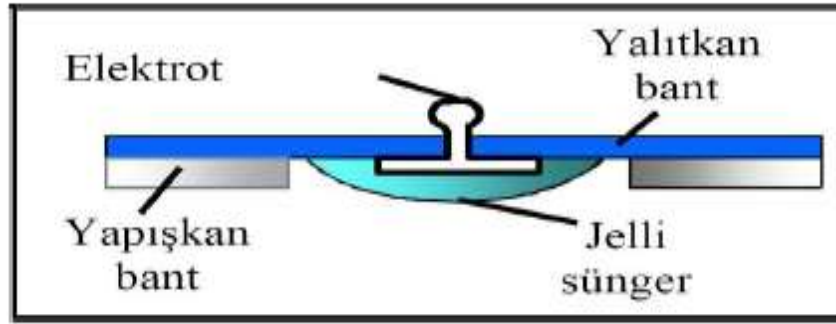
Yüzey elektrodu

Yüzey elektrodu ile yapılan elektromiyografik inceleme (sEMG) farklı yapıda olan 2 tip elektrot ile gerçekleştirilebilir. İlki kendi içinde yükseltici bulunan, kullanım için jel gerektirmeyen hareket artefaktlarını azaltan ve sinyal-görüntü oranını artıran aktif elektrottur. Diğeri ise kendi içinde yükseltici bulunmayan ve kullanım için jel gerektiren pasif elektrottur (Basmajian, 1986). Yüzey elektrot tekniğinde, uygulanacak bölgenin yani deri yüzeyinin alkol veya benzeri temizleyicilerle iyice temizlenmesi gerekir. Böylece EMG sinyalleri kaydedilirken yanlış ölçüme neden olabilecek ter, kir, ölü deri v.b artıklar uzaklaştırılmış olur. Ayrıca doğru kayıt alınabilmesi için, deride bulunan kıl veya tüylerin de traş edilmesi gerekebilir. Ölçümlenecek kas üzerinde 1-2 cm yağ tabakası varlığında kullanışlı değildir (Merletti ve ark., 2009).

- ✓ Ağrısız ve konforludur,
- ✓ Kolaydır,
- ✓ Tekrar edilebilir olduğu için kinesiografik analiz için idealdir,
- ✓ Enfeksiyon riski taşımaz,
- ✓ Tekrar edilebilir olması nedeniyle hareket analizleri için idealdir (Basmajian,

1986).

Fakat bu uygulamalarda, elektrot geniş bir yüzeyi kapladığı için birden çok kas grubunu içeren kayıtlar alınabilir. Böylece tek bir kas ölçümü zorlaşır ve sadece yüzeysel kaslar için ölçüm yapılabilir. Yüzeysel elektrot ile iğne elektrot yöntemleri arasındaki farklardan biri de band genişlikleridir. Yüzeysel elektrotların band genişlik aralıkları 10-600 Hz arasında değişmekteyken, iğne elektrotların, band genişlik aralıkları 2-1000 Hz arasındadır. Bu nedenle iğne elektrot yönteminde daha hassas ölçüm yapılabilir (Basmajian, 1986).



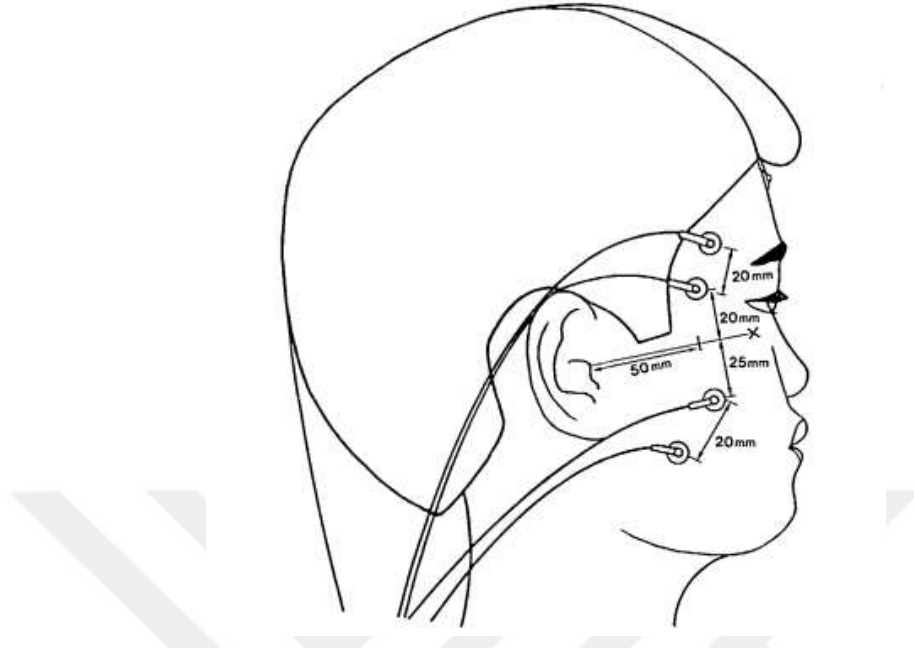
Şekil 1.24 Tek kullanımlık yüzey elektrotların yapısı

(www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/...pdf/Elektrotlar.pdf).

Tek kullanımlık elektrotlar, elektrolit, gümüş/gümüşklorür (Ag/AgCl) elektrot tabanının hemen altında, elektroda yapışık durumda, jel emdirilmiş sünger olarak imal edilir (Şekil 1.24).

1.10.4.2. Paramandibular Kaslarda Yüzeysel Elektrotu Lokalizasyonlarının Belirlenmesi

Yuen (1990), anterior temporal ve masseter kaslarının biyoelektriksel aktivitesini ölçmek için, Frankfurt horizontal düzlemi üzerinde tragion' un 50 mm anteriorunda bir A noktası belirlemiştir. Yönteme göre, Frankfurt horizontal düzlemini dik kesen bir doğru üzerinde, A noktasının 25 mm altında masseter kasa, 20 mm üzerine temporal kasa birer elektrot yapıştırılır. Diğer elektrotlar ise bu elektrodun 20 mm uzağına (merkezden merkeze), kas liflerinin en yoğun olduğu bölgeye yerleştirilir. Referans elektrot (ground elektrot) ise, altına yerleştirilir (Şekil 1.25).

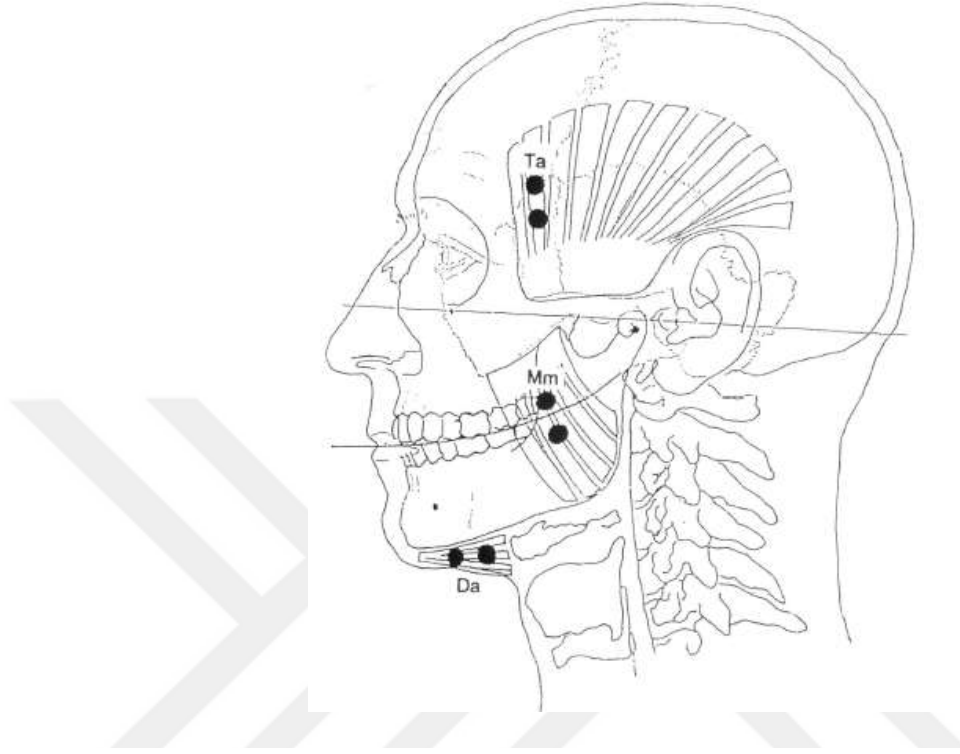


Şekil 1.25 Anterior temporal ve masseter kaslarından EMG ölçümü için yerleştirilen bipolar aktif yüzey elektrotların lokalizasyonları (Yuen ve ark., 1990).

Iwasaki ve ark. (1990), masseter kasına yerleştirilen yüzey elektrotların en uygun lokalizasyonunu belirlemek amacıyla 16 erkek olgu üzerinde yaptıkları araştırmada, 12 farklı alanda maksimum ısırma ölçümü yapmışlar ve en uygun lokalizasyonun masseter kasın alt $\frac{1}{2}$ ' si olduğunu, üst $\frac{1}{2}$ ' sinde daha düşük aktivite ölçümlendiğini bildirmişlerdir.

Ferrario ve ark. (1991)' nin çalışmasında önerdiği metoda göre; masseter kas ölçümünde, operatör hastanın arkasında durarak, hastanın dişlerini sıkması sağlanmış ve bu halde iken bu kas palpe edilmiştir. Yüzey elektrotlar hastanın dış göz kenarı ile angulus mandibulayı birleştiren oblik doğrunun üzerinde olacak şekilde ve gonial açının 3 cm önü ve 3 cm yukarısına kas liflerine paralel bir şekilde kasın ortasına yerleştirilmiştir. Anterior temporal kas ölçümü için hasta dişlerini sıkarken bu kas palpe edilmiş ve elektrot vertikal olarak bu kasın anterior kenarı üzerinde kasın ortasına kas liflerine paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu bölge hastanın fronto-parietal suturu ile aynı yere denk gelmektedir. Anterior digastrik kas ölçümü için hastaya dilini damağına yerleştirmesi ve baskı yapması istenildikten sonra,

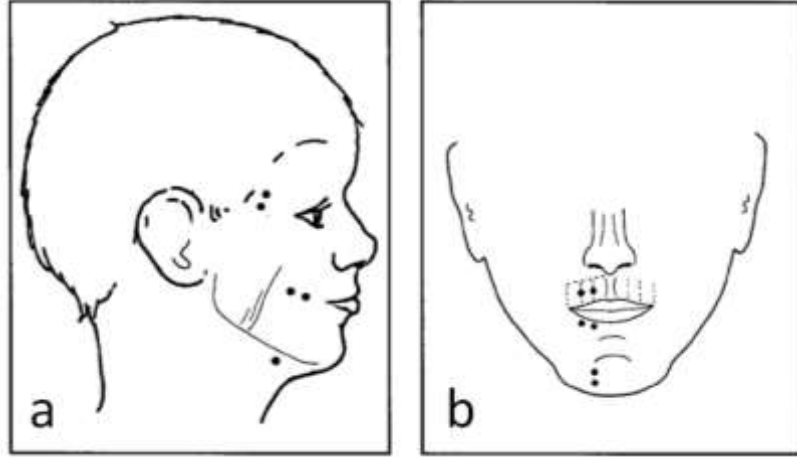
suprahyoid üçgen içerisinde, digastrik kasın anterior karnı üzerinde konumlandırılır (Şekil 1.26).



Şekil 1.26 Ferrario ve ark. (1991)' nin araştırmasında anterior temporal ve masseter kaslarında gerçekleştirilen sEMG ölçümü için belirlenen sEMG loklizasyonları.

Leung ve Hägg (2001), empedansın azaltmak amacıyla, elektrot yerleşim bölgelerinin %70' lik izopropil alkol ile temizlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Araştırmacı, anterior temporal kas aktivitesi ölçümü için diş sıkma sırasında kasın en belirgin olduğu yüzeyi palpasyon ile belirleyerek kasın anterior sınırının 1-1,5 cm gerisinden ölçüm yapmıştır. Yüzeysel masseter kas için, zigomatik arkın alt sınırındaki zigomatiko-temporal suturedan gonial açığa doğru bir hat belirlemiş, elektrotları masseter kasın anterior sınırından 1 cm gerisinde konumlandırmıştır. Referans elektrodu (ground elektrot) ise, sağ kulağın postero-inferior bölgesine yerleştirmiştir.

Tallgren ve ark. (1998), pre-ortodontik miyofonksiyonel apareylerin orofasiyal kas aktivitesine olan etkilerini incelediği çalışmalarında, anterior temporal kas, buccinator kas, anterior digastrik kas, üst ve alt orbikularis oris kasları ve sağ mental kaslardan bipolar yüzey elektrotlar ile sEMG ölçümü yapmışlardır. Araştırmacıların önerdiği elektrot lokalizasyonları Şekil 1.27'deki gibidir.



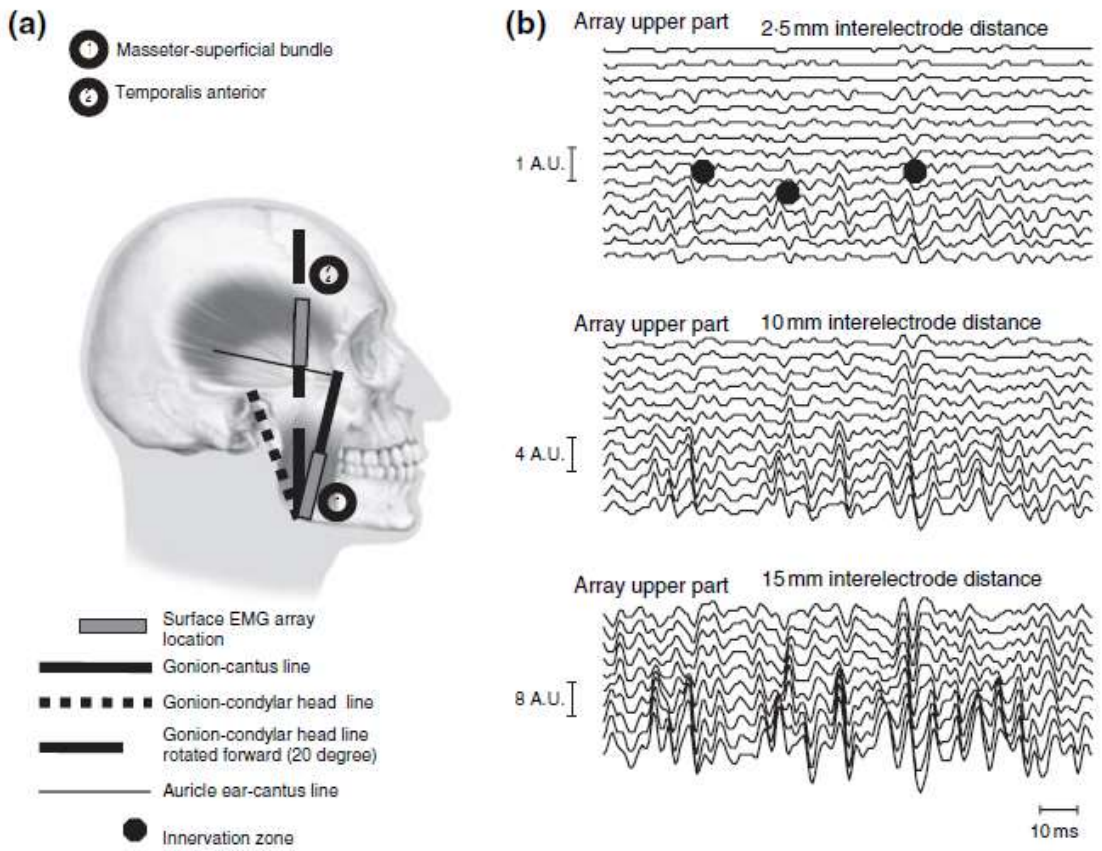
Şekil 1.27 Tallgren ve ark. (1998)'nin sEMG ölçümlerinde kullandığı elektrot lokalizasyonları. (a) Yukarıdan aşağıya doğru sağ anterior temporal kas, sağ buccinator kas ve sağ anterior digastrik kas. (b) Yukarıdan aşağıya doğru sağ üst ve alt orbikularis oris kasları, sağ mental kas.

Alarcon ve ark. (2000), AT, MM ve DA kasları için Ferrario ve ark. (1991)'nin metodunu kullanmışlardır. Bu ölçümlere ek olarak PT kas aktivitesi ölçümünde elektrotlar, hastaya dilini damağına yerleştirmesi ve baskı yapması istenildikten sonra, kulağın posterosuperior kenarına, kas liflerine paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır.

Castroflorio ve ark. (2005), ortalama yaşları 27.3 ± 2.7 yıl olan, 13 olguda (9 erkek, 4 kız), anterior temporal ve yüzeyel masseter kas aktivitelerinin EMG ile incelenmesi ile ilgili metodolojik bir araştırma yapmış, bipolar elektrotların lokalizasyonlarındaki farklılıkların, elde edilen amplitüt değerlerine olan etkisini incelemiştir. Araştırmada 16 elektrot (1 mm çapında gümüş nokta elektrotlar), her iki

kasa 2.5 mm aralıklar ile bir sıra halinde yerleştirilmiştir. Araştırmaya göre optimal elektrot lokalizasyonları (Şekil 1.28);

- Yüzeysel masseter kas için, gonion-cantus hattının (100.76±8.86 mm) alt %23.1±7.7 'lik kısmı
- Anterior temporal kas için, gonion-condylion doğrusunun 20° anteriorunda bir hat ile kulak kepçesinden cantusa doğru belirlenen hattın kesişiminin üst kısmında yer alan 24.4± 6.6 mm' lik hat.



Şekil 1.28 (a) Anterior temporal ve yüzeysel masseter kasa yerleştirilen yüzeysel elektrot lokasyonları için uygun görülen anatomik bölgelerin şematik olarak gösterilmesi. (b) Bipolar elektrotların 3 farklı mesafe ile yerleşimi (merkezden merkeze) sonucunda, farklı EMG sinyallerinin ve amplitüt değerlerinin elde edilmesi gösterilmiştir (Castroflorio ve ark., 2005).

Çalışmada, farklı lokasyonda yerleştirilen elektrotlar ile 8 farklı elektrotlar arası ölçüm yapılmıştır. Bu değerler arasında %100 oranında farklı değerler oluştuğunu, elektrotlar arası mesafe arttıkça, değerlerin birbirine yaklaştığını bildirmiştir. Elektrotlar arası mesafe artışının ölçüm farklılıklarını anlamlı ölçüde azalttığını ve bu mesafenin en azından 10-15 mm (merkezden merkeze) olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca araştırmada, küçük elektrot kullanımının, amplitüd ölçümünde %6 daha farklılığa yol açabileceğini bildirilmiştir.

Literatürde, trigonum mentale bölgesinde yapılan kas aktivitesi ölçümünü, anterior digastrik kas aktivitesi olarak ifade eden çalışmalar bulunduğu gibi (Ferrario ve ark., 1991; Alarcon ve ark., 2000; Tabe ve ark., 2005), submental kas aktivitesi ölçümü şeklinde ifade eden çalışmalar da bulunmaktadır (Ciavarella ve ark., 2010; Hands ve Stepp, 2016). Bu bölgede yapılan kas aktivitesi ölçümünde elektrotlar, mandibulanın genial bölgesinden (genu noktası) 1 cm posteriorunda konumlandırılır (Hands ve Stepp, 2016).

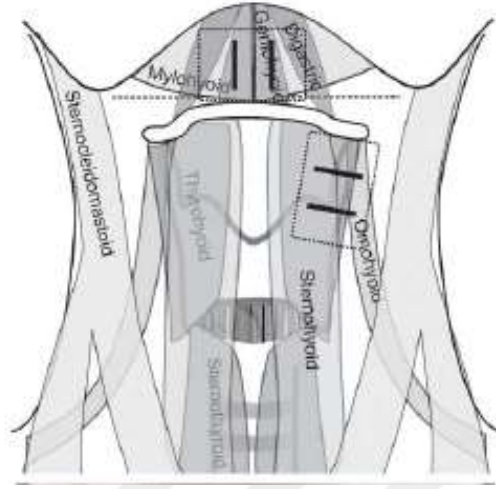
Submental EMG (SM-EMG) ölçümünde sağ ve solu ayrı ayrı ölçümlemek yerine tek bir çift elektrodun tercih edildiği pek çok araştırma mevcuttur (Tallgren ve ark., 1998; Bergamini ve ark., 2008; Uysal ve ark., 2012; Ertekin, 2014). Bu araştırmalarda, submental bölgede yutkunma sırasında meydana gelen biyoelektriksel potansiyelin, mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas aktivasyonlarının kompozisyonu olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, larynx'i yukarı kaldırarak yutkunmayı başlatan bu suprahyoid kasların biyopotansiyellerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiği savunulmaktadır (Şekil 1.29, 1.30, 1.31).



Şekil 1.29 Bergamini ve ark. (2008)' in araştırmasında submental EMG (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) ölçümünde belirlenen yüzey elektrodu loklizasyonları.



Şekil 1.30 Ertekin (2014)' in araştırmasında submental EMG (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) ölçümünde belirlenen elektrot loklizasyonları



Şekil 1.31 Hands ve Stepp (2016)' in araştırmasında submental EMG (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) ölçümünde belirtilen yüzey elektrodu lokalizasyonları.

Submental alanda lokalize olmuş subdermal yağ tabakasının kalın olması, kas gövdelerinin küçük oluşu ve mandibulanın inferior sınırından başlayan yüzeyel kas tabakası (*platysma*), yutkunma aktivitesi ölçümlerinde belirgin varyasyonlara neden olabilmektedir (Stepp, 2012).

1.10.5. Ortodonti Literatüründe EMG Uygulamaları

Ortodontide çiğneme kaslarının elektromiyografik olarak incelenmesi ilk kez Moyers (1949) tarafından gerçekleştirilmiştir. Moyers (1949), istirahat ve diş sıkma sırasında Sınıf I maloklüzyonlu bireylerde temporal kasın posterior, medial ve anterior kısımlarında dengeli bir aktivasyon olduğunu, mandibuler retrognati kaynaklı Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde ise diş sıkma esnasında temporal kasın posterior kısmının daha aktif olduğunu gözlemlemiştir. Farklı oklüzyon tiplerinin oluşmasında, kas aktivitelerindeki görülen bu farklı paternlerin sorumlu olabileceğini belirtmiştir. Kraniofasial kompleksin büyüme ve gelişiminde çene kaslarının fonksiyonları önemli bir etkidir. Çiğneme kaslarının fonksiyonlarının, kraniofasial morfoloji ile yakından ilişkili olduğunun rapor edilmiştir (Fogle, 1995). Kraniofasial

kompleks bir parçası olan dişler ve dişlerin oluşturdukları oklüzyonun tipi ile kas fonksiyonları arasında bir etkileşimin olduğu daha önce yapılan birçok çalışma ile gösterilmiştir (Moss, 1975; Du ve ark., 2003). Farklı vertikal yüz yapısına sahip bireylerde çiğneme kas aktivitesinin elektromiyografik olarak değerlendirildiği bir çalışmada, çiğneme fonksiyonu sırasında derin kapanışlı olgularda kas aktivite değerleri açık kapanışlı olgulardan yüksek bulunmuştur (Uslu ve ark., 2010).

Genel Diş Hekimliği ve Ortodonti literatüründe EMG sinyal ölçümlerinde kullanılmış kaslar;

- *m. massetericus* (Alarcon ve ark., 2000; Uslu ve ark., 2010)
- *m. buccinator* (Tallgren ve ark., 1998)
- *m. temporalis* (Sood ve ark., 2011; Wozniak ve ark., 2015)
- *m. pterygoideus lateralis* (Mc Namara ve ark., 1973)
- *m. pterygoideus medialis* (Schindler ve ark., 2005)
- *m. mentalis* (Tallgren ve ark., 1998; Büyüktürk, 2012)
- *m. orbicularis oris* (Tallgren ve ark., 1998; Uysal ve ark., 2012, Tecco ve ark., 2015)
- *m. digastricus venter anterior* (Tallgren ve ark., 1998; Soğancı, 2007)
- Submental kas kompozisyonu (*m. mylohyoideus*, *m. geniohyoideus* ve *m. digastricus venter anterior*) (Tecco ve ark., 2015; Hands ve Stepp, 2016).

1.10.5.1.Fonksiyonel Ortopedik Tedavi ve EMG Uygulamaları

Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde kullanılan fonksiyonel apareyler, dişlerin, kemiğin ve bunları çevreleyen nöromuskuler yapının modifiye edilmesini sağlamakta, çiğneme kaslarının kas tonuslarında oluşturduğu morfolojik adaptasyonlarla iskeletsel değişiklikleri meydana getirmektedir; (Graber, 1985). Ortodontide iskeletsel Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde uygulanan fonksiyonel ortopedik tedaviler, birçok EMG çalışmasının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Mandibuler kemiği çevreleyen nöromuskuler yapının modifiye edilmesi üzerine bazı hipotezler geliştirilmiştir;

Monoblok apareyi, kas aktivitesinin meydana getirilmesini sağladığı için Andresen tarafından “aktivatör” olarak isimlendirilmiştir (Ülgen, 1983). Andresen

ve Hâupl (1936) Aktivatör apareyinin uygulanmasından sonra mandibulayı kapatan kaslarda aktivitenin arttığını, myotatik reflekslerin (gerilme refleksi) izometrik kasılmalara neden olabileceğini ve mandibulayı öne alan kaslarda uyarılma, geriye çeken kaslarda ise inhibisyon olduğu hipotezini öne sürmüşlerdir. Schwartz (1989) de bu hipoteze destek vermiştir.

Theberge (1967), alt çeneyi fonksiyonel olarak öne alan, üst çeneye uygulanan genişletici ve ön eğik düzlemliy aygıtla tedavi edilen hastalarda, masseter, temporal kasın anterior ve posterior kısımları ve orbicularis oris kaslarından, tedavi başlangıcı ve 1 yıl sonra EMG ölçümleri yapılmıştır. Tedavi başında kas aktivitelerinde azalma görülürken, 1 yıl sonra apareyli ve apareysiz olarak alınan kayıtlarda fark görülmemiştir. Fonksiyonel adaptasyon ve devamlı pekiştirmenin buna neden olabileceği düşünülmüştür.

Aktivatör uygulanmasından önce, hemen sonra, 6 ay ve 3 yıl sonra yapılan elektromiyografik ölçümlerde, masseter, temporal kasın anterior ve posterior kısımları, orbicularis oris ve suprahyoidal kasların aktiviteleri gözlenmiştir. Aparey uygulamasından hemen sonra, istirahat, maksimum ısırma konumlarında kasların aktivitelerinin azaldığı, 6 ay sonra aktivitenin yine azalmış olarak devam ettiği, 3 yıl sonra ise başlangıç ölçümleri ile aynı olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun fonksiyonel adaptasyondan kaynaklandığı düşünülmüştür (Ahlgren,1970).

Mc Namara (1973) maymunlara, alt çenelerini öne alan şineler simante edilmeden önce ve sonra belirli aralıklarla, dinlenme, çiğneme ve yutkunma anlarında EMG ölçümü yapılmıştır. Temporal kasın anterior ve posterior kısımları, masseter kasın anterior ve yüzeysel kısımları, lateral pterygoid kasın superior ve inferior kısımları, orbicularis oris ve suprahyoidal kaslar incelenmiştir. Şineler simante edildikten sonra, suprahyoidal kasların aktivitelerinin artması dışında, diğer kasların aktivitelerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Sonraki günlerde suprahyoidal kasların aktivitelerinde azalma, lateral pterygoid kasın aktivitesinde artma görülmüştür. Bu aktivite değişmesi, aygıttan korunma reaksiyonu olarak yorumlanmıştır. Takip eden haftalarda kasların aktiviteleri, aygıtın yapıştirilmeden önceki konumuna dönerken, lateral pterygoid kasta görülen yüksek aktivite devam etmiştir. Hangisinin önce olduğu belirlenememekle beraber, dişsel ve iskeletsel şekil

değişikliği ile birlikte sinirsel ve kassal bir değişim ve adaptasyon olduğu bildirilmiştir.

Mc Namara (1973) primatlar üzerinde yaptığı çalışmada Charlier ve ark. (1969) tarafından ortaya atılan “Lateral Pterygoid Kas Hiperaktivite Teorisi”ni desteklemiştir. Yazar mandibulanın anteriora konumlandırılması ile bu konuma adaptasyon sağlanana kadar lateral pterygoid kasın özellikle superior kısmında kısa dönemde bir aktivite artışı olduğunu ve bu kasın superior kısmının mandibulayı önde konumlandıran temel kas olduğunu belirtmiştir. Buna karşılık Sessle ve ark. (1990) uygulamışlar ve lateral pterygoid kasın superior ve inferior başlarında postural EMG aktivitesinde azalma saptamışlardır.

Herbst apareyinin çiğneme kaslarına olan etkisinin, incelendiği çalışmada, apareyin uygulandığı ilk 3 aylık dönemde temporal ve masseter kaslarının interkuspal pozisyonda maksimum ısırma kas aktivitelerinde önemli bir düşüş görmüştür. Araştırmacı bunun sebebini olarak, keserlerde ortaya çıkan baş başa ilişki ve posterior segmentte diş kontağı olmamasını göstermiştir. Tedavinin sonundaki 6. ayda ise okluzal kontaktların yeniden kurulduğunu, kas aktivitesinin artarak ortalama tedavi öncesi değerlere yaklaştığı belirtmiştir (Pancherz, 1980).

Lowe ve ark. (1983), büyüme ve gelişim dönemindeki iskeletsel Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde kraniyofasiyal değişkenler ile kas aktiviteleri arasındaki korelasyonu değerlendirdikleri çalışmalarında anterior temporalis ve masseter kas aktiviteleri ile kraniyofasiyal değişkenler arasında önemli korelasyonlar olduğunu, tedavi sonu diş konumları üzerinde mandibulanın istirahat pozisyonunun önemli etkisi olduğunu vurgulamışlardır.

Carels ve Van Steenberghe (1986), bionatör apareyi ile tedavi ettikleri Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde tedavinin 1. ayında nöromusküler değişimlerin, 3. ayında mandibulanın pozisyonel değişiminin gözlendiğini belirtmişlerdir. Morfolojik değişimlerin 6. ayda gerçekleştiğini fakat tedavinin etkilerinin çoğuna 1 yıl sonra ulaşıldığını bildirmişlerdir.

Yuen ve ark. (1990) bionatör, modifiye Frankel I ve Frankel III apareyleri ile tedavi edilen bireylerde yapılan elektromiyografik ölçümler sonucunda masseter ve anterior temporalis kaslarının aktivitelerinde önemli değişiklikler meydana geldiğini

bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bionatör apareyinin uygulanmasından 6 ay sonra nöromuskuler adaptasyon oluşmasına rağmen, Frankel I apareyine nöromuskuler cevabın daha geç alındığını ve bunun nedenini aparey dizaynındaki farklılık olduğunu belirtmişlerdir.

Herbst, Frankel ve Twin-Blok apareylerinin maymunların masseter, digastrik ve lateral pterygoid kasın superior ve inferior kısımları üzerindeki etkilerinin elektromiyografik olarak incelendiği başka bir çalışmada, kasların postural ve fonksiyonel aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarının, fonksiyonel apareyin takılmasını takiben kasların aktivitelerinde artış gözlemlendiğini belirten lateral pterygoid kas hipotezine uymadığı bildirilmiştir (Yamin Lacouture ve ark., 1997)

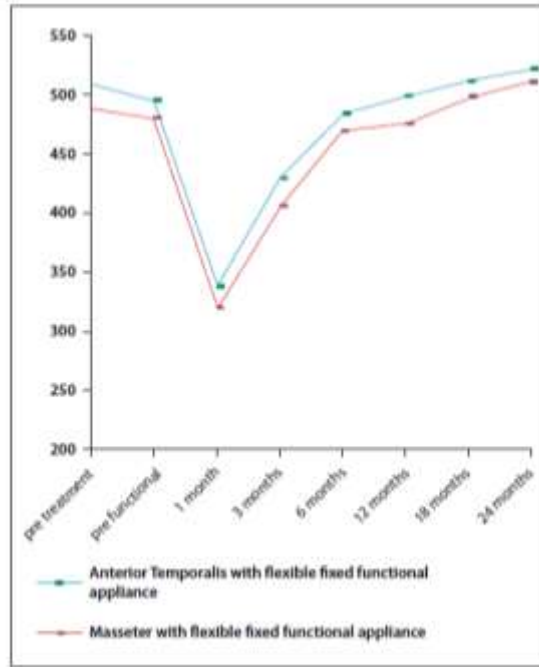
Aggarwal ve ark. (1999) mandibuler retrognati kaynaklı Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip 9-12 yaş arasındaki 10 kız hastaya Twin Blok apareyi ile tedavi uygulamış, 6 aylık tedavi süresince, anterior temporal ve masseter kasların aktivite düzeylerini yüzeysel elektromiyografi yöntemiyle (sEMG) incelemiştir. Kayıtlar istirahat, maksimum ısırma ve yutkunma fonksiyonları sırasında alınmıştır. Bireylerden tedavi başı ve aparey takıldıktan sonraki 1. 3. ve 6. ayda olmak üzere 4 kere ölçüm yapılmıştır. İstirahat konumunda apareyli ve apareysiz alınan kayıtlarda, anterior temporalis ve masseter kasında başlangıç durumuna göre diğer ölçümlerde artış gözlenmesine rağmen istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Masseter kasta, istirahat ve maksimum ısırma sırasında kademeli olarak artış görülmüş, görülen değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Anterior temporal kasta sadece apareyli alınan kayıta artış gözlenmiştir. Motor ünite stimülasyonu ile gerçekleşen aktif kasılma ve miyotatik refleks ile kasta meydana gelen gerilim, kas aktivitesi artışının nedeni olarak düşünülmüştür.

Soğancı (2007), aktivatör apareyi ile tedavi olan Sınıf II divizyon 1 maloklüzyonlu bireyler ile normal oklüzyonlu bireyler arasındaki anterior temporal, masseter ve anterior digastrik kaslarının aktivitelerini elektromiyografik olarak başlangıç, 1. hafta, 1. ay, 3. ay ve 6. aylarda ölçümlenmiştir. Çalışmada, apareysiz 1. hafta ve 1. ay maksimum ısırma ölçümlerinde, anterior temporal ve masseter kasların aktivitelerinde düşüş görülmüş, 3. ay ve 6. ay ölçümlerinde ise aktivite değerleri artarak, başlangıç değerleri ile benzer değerler göstermiştir. Araştırmacı bu durumu

mandibulanın yeni konumu ile birlikte nöromusküler adaptasyon gerçekleşmesi olarak yorumlamıştır. Aktivatör apareyi ile meydana gelen elektromiyografik aktivite artışının, kasların viskoelastik özellikleri sonucu oluşan pasif gerginliklerin değil, aktif refleks kas kasılmalarının sonucu olarak gerçekleştiğini söylemiştir. Apareyli maksimum ısırma konumu ölçümlerinde anterior temporal ve masseter kasların aktivitelerinde başlangıç ölçümlerinden itibaren aşamalı artış gözlenmiş ve son ölçümlerde apareyli ve apareysiz maksimum ısırma konumu ölçümleri arasında fark bulunmamıştır. Araştırmacı bu sonucu apareyin iskeletsel etki gösterdiğinin belirtisi olarak değerlendirmiştir. Apareyli ve apareysiz yutkunma ölçümlerinde başlangıçta yüksek olan anterior digastrik kas aktivite değerlerinin, aşamalı olarak azalmasıyla anormal elektromiyografik yapının normale döndüğünü savunmuştur. Fonksiyonel tedavi sonucu overjet miktarının azalmasının, bu durumda etkili olduğu düşünmüştür. Başlangıç ve son ölçümlerin değerlendirilmesinde, Sınıf II, bölüm 1 maloklüzyonlu bireyler ile normal oklüzyon ve normal alt yüz yüksekliğine sahip olan kontrol grubu bireyler arasında elektromiyografik farklılık gözlememiştir. Tedavi grubu bireylerinin, normal ve horizontal büyüme yönüne sahip olmasının, bu durumda etkili olduğu belirtmiştir. Tedavi ve kontrol grubunda özellikle anterior temporal kasta sol aktivite değerlerinin, sağ aktivite değerlerinden daha yüksek olduğunu, tek taraflı çiğneme alışkanlıkları, oklüzal interferens veya kas anatomilerinde görülebilen varyasyonların, bu durumda etkili olabileceğini belirtmiştir. Elektromiyografik incelemeler sonucunda kas adaptasyonlarının 3. ayda ancak gözlendiği, 6. ayda ise adaptasyonların bariz olarak ortaya çıktığı belirtmiştir. Araştırmacı, bu sebeple EMG yönteminin, uygulanan fonksiyonel apareyin hastalar tarafından istenilen düzeyde kullanılıp kullanılmadığının kontrol edilmesinde, apareyde yapılacak mölleme işlemlerinde ve apareyin kullanım süresinin azaltılmasında tanı aracı olarak kullanılabileceğini savunmuştur.

Sood ve ark. (2011), 6 ay Forsus uyguladıkları pubertal büyüme dönemindeki 15 Sınıf II divizyon 1 hastada, anterior temporal ve masseter kaslarında istirahat, yutkunma ve maksimum ısırma aktivitelerini bilateral olarak incelemişler ve 2 yıllık longitudinal takibini rapor etmişlerdir (Resim 2.15). Araştırmada, her iki kas grubunun istirahat aktivite değişimleri anlamsız bulunmuş, maksimum ısırma kas aktivitesinde 1. ayda ($p<0.01$) ve 3. ayda ($p<0.05$) anlamlı azalma tespit edilmiştir.

Devam eden ölçümlerde ise kas aktivitesinin yeniden artarak 6. ay sonunda tedavi önce değerine yaklaştığını, 2 yıl sonra tekrar edilen ölçümde ise, kas aktivitesinin aynı değerde stabil kaldığını bildirmişlerdir. Maksimum ısırma kas aktivitesinin zamanla artışında, tedavinin 1. ayından itibaren giderek artan okluzal kontak alanlarının rol oynayabileceğini belirtmişlerdir. Maksimum kuvvet ile ısırma sırasında daha fazla okluzal kontakın, periodontal mekanoreseptörlerin kaslarda meydana getirdiği inhibisyonun azalmasını sağladığını savunmuşlardır. Çalışmada elde edilen veriler, nöromuskuler adaptasyonun, 6. ay sonundan itibaren gerçekleştiği ve 2 yıl boyunca stabil kaldığı şeklinde yorumlanmıştır (Şekil 1.32).



Şekil 1.32 Sood ve ark. (2011)' nin araştırmasında, anterior temporal ve masseter kaslarında maksimum ısırma kas aktivitelerinin 2 yıllık takibi, grafik ile gösterilmektedir.

Büyüktürk (2012), Twin-Blok ve Modifiye Twin-Blok apareylerinin kraniyofasiyal sistem üzerindeki etkilerini karşılaştırıldığı çalışmasında, her iki grupta da istirahat konumunda kas aktivite ölçümlerini benzer bulmuştur. Anterior temporal ve masseter kaslarda başlangıçta ölçülen kas aktiviteleri zamanla azalarak

5.ayda en düşük seviyede gözlenmiş, 10. ayda ise başlangıç değerlerine yaklaşmıştır. Araştırmacı, tedavi sonunda ölçülen aktivite değerlerinin başlangıç değerlere yaklaşmasını, bu kasların nöromuskuler adaptasyonlarının bir göstergesi olarak yorumlamıştır. Her iki grupta da mental kasta 0. günde ölçülen kas aktivitesi, zamanla azalarak 5.ayda en düşük seviyede gözlenmiş, 10. ayda ise 5.aydaki değeri ile hemen hemen aynı seviyede kalmıştır. İstatistiksel olarak önemli olmasa da mental kas aktivitesinde görülen bu değişimin diğer kaslardan farklı bir seyir gösterdiğini belirtilmiştir.

Wozniak ve ark. (2015), 32'sini doppel platte apareyi, 14'ünü aktivatör ve 5'ini Lehmann apareyi ile tedavi ettikleri 51 Sınıf II malokluzyonlu bireyde, tedavi öncesi ve aparey kullanımından 6 ay sonra anterior temporal ve masseter kaslardan sEMG ölçümü yapmışlar, cinsiyet ile istirahat ve maksimum ısırma kas aktiviteleri arasında bir ilişki bulamamışlardır. İstirahat ve maksimum ısırma ölçümlerinde temporal kas aktivitesinin masseter kastan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. 6 aylık fonksiyonel aparey kullanımı sonrasında, maksimum ısırma ölçümlerinde özellikle temporal kasta ciddi aktivite kaybı gözlemlemişlerdir.

Ingervall ve Thuer (1991), fonksiyonel tedavi sonrasında anterior temporal kasta biyoelektriksel aktivitenin azaldığını bildirmiş, başlangıç, 4. ay ve 12. ay maksimum ısırma kas aktivitelerini, sırasıyla 279.6 μ V, 257.4 μ V ve 236.1 μ V olarak ölçümlenmiştir.

Erdem ve ark. (2009), rastgele seçilen ve aktivatör ile tedavi edilen 15, kontrol grubu olarak tedavi görmeyen 10 Sınıf II divizyon 1 maloklüzyonlu bireyin profilindeki yumuşak doku değişimleri ile anterior temporal, yüzeysel masseter ve orbikularis oris kaslarındaki aktivite değişimleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Tedavi öncesi ve 12 ay sonra alınan EMG kayıtlarında, anterior temporal ve masseter kastaki yutkunma ölçümleri dışındaki bütün ölçümlerde, çoğu araştırmadan farklı olarak tedavi grubu kas aktiviteleri, kontrol grubundan yüksek bulunmuştur.. Tedavi grubunda üst dudak – E düzlemi mesafesi ile anterior temporal kastaki yutkunma kas aktivitesi arasında pozitif korelasyon, masseter kastaki yutkunma kas aktivitesi arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

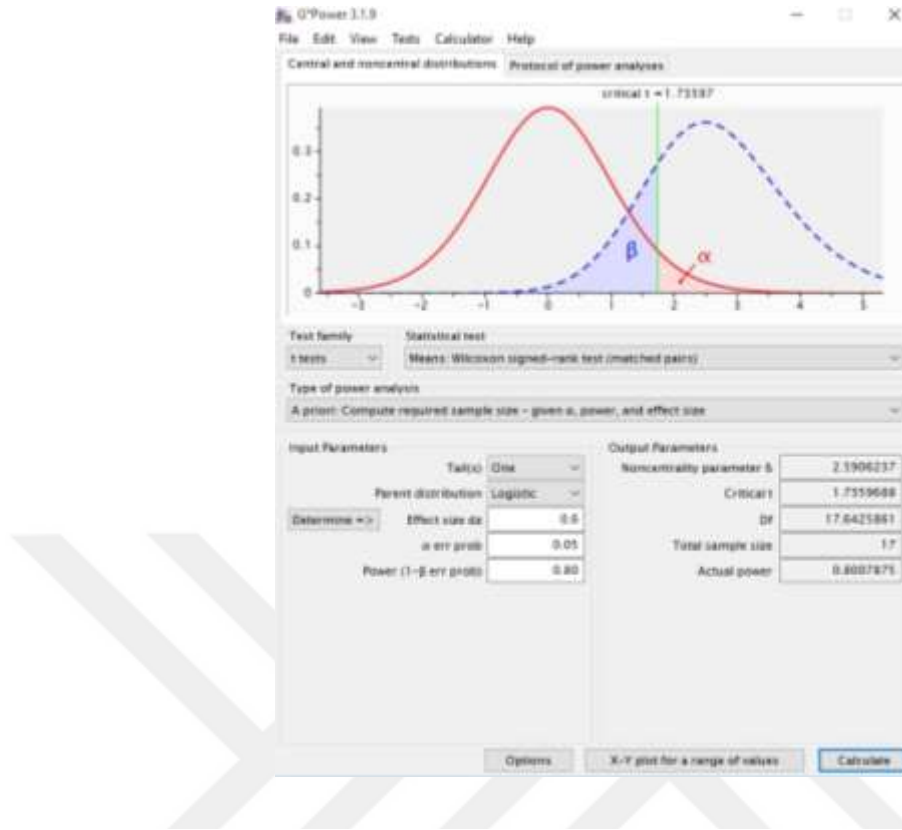


2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Bireylerin Tedaviye Dahil Edilme Kriterleri ve Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamız için gerekli olan klinik araştırmalar etik kurul onayı, Kırıkkale Üniversitesi Etik Kurulundan (Karar No: 26/08, Tarih: 01.12.2014) alındı. (Ek-2). Ayrıca 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan Tıbbi Cihaz ve Klinik Araştırmaları Yönetmeliği gereğince, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan 71146310 – [2015-AC-CE-128] sayılı araştırma izini alındı. Tüm hastalara ve velilerine çalışmanın amacı ve uygulanacak tedavi yöntemi hakkında bilgi verildi ve katılımcı olmak için yazılı onamları alındı.

Araştırma için gerekli olan örneklem sayısını belirlemek amacıyla, G*Power (G*Power Ver.3.0.10, Franz Faul, Kiel Üniversitesi, Almanya) paket programı ile Power analizi yapıldı. Modifiye Twin-Star (MTS) grubu ile Maksillatör (M) grubu arasındaki etki farkının %80 güç ile belirlenebilmesi için her gruptan minimum 17’şer hastaya ihtiyaç olduğu belirlendi (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Araştırma için gerekli olan Power analizinin G*Power (G*Power Ver.3.0.10, Franz Faul, Kiel Üniversitesi, Almanya) paket programı ile gerçekleştirilmesi gösterilmektedir.

Takip süresi boyunca oluşabilecek hasta kayıplarından kaynaklanan bilgi kaybını ve çalışmanın gücünün düşmesini engellemek amacı ile her iki gruba yaklaşık %15 (her grup için 3' er kişi) yedek hasta eklenerek toplamda 40 hasta ile çalışmaya başlanılmasına karar verildi.

Hastaların seçiminde aşağıdaki kriterler esas alındı:

1. Herhangi bir sistemik hastalığa sahip olmamaları ve daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olmaları,
2. İyi bir oral hijyene ve yeterli kooperasyona sahip olmaları,
3. Hastaların klinik muayenesinde;
 - Konveks profil ve mandibuler retrognati göstermesi,
 - Sınıf II molar ve kanin ilişkiye sahip olması,

- Overjetin en az 6 mm olması,
4. Alt ve üst dentisyonda çapraşıklık olmaması veya oklüzyonu etkilemeyecek seviyede çapraşıklık olması,
 5. Sefalometrik radyografide
 - ANB açısının 4° den büyük olması,
 - Normodiverjan veya low angle eğilimli normodiverjan büyüme modeli göstermesi,
 6. Pubertal büyüme atılımında olmaları, el-bilek radyografilerine göre iskeletsel olarak S-MP3_{cap}-DP3_U büyüme ve gelişim dönemleri arasında olmaları,
 7. Baş ve boyun kaslarında gözle görülür herhangi bir asimetri bulunmaması, konjenital veya sonradan kazanılmış miyofonksiyonel bir deformite bulunmaması,
 8. Baş ve boyun bölgesinde daha önce geçirilmiş herhangi bir travma veya cerrahi işlem olmaması, fasial asimetri göstermemesi

Gönüllülerin araştırmaya dahil edilmeme kriterleri:

1. High angle büyüme modeli göstermesi,
2. Aparey kullanmayı ve EMG ölçümünü kabul etmeyen hastalar,
3. Kooperasyon ve oral hijyenin yetersiz olduğu hastalar,
4. Pubertal büyüme atılımına girmemiş veya pubertal büyüme atılımını tamamlamış hastalar olarak belirlenmiştir.

Araştırmaya, Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi olma isteği ile başvuran, büyüme ve gelişim döneminde Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip, gönüllü 34 birey dahil edildi. Bu olgular, normal veya azalmış vertikal büyüme paternine, normal gelişim gösteren maksillaya ve ortopedik tedavi amacıyla Modifiye Twin-Star apareyi (MTS) ve Maksillatör apareyi (M), pubertal büyüme atılımının devam ettiği süreç boyunca tam gün uygulandı (Bacetti ve ark., 2000; Trenouth, 2000; Mahadevia ve ark., 2014). Araştırma için;

- Modifiye Twin-Star (MTS) grubu (n=17, 10 kız 7 erkek)
- Maksillatör (M) grubu (n=17, 9 kız 8 erkek)

olmak üzere 2 çalışma grubu oluşturuldu. Kooperasyon göstermeyen ve çalışma kriterlerini sağlamayan 6 hasta, çalışma gruplarından çıkarıldı. Bu hastaların çalışma dışı bırakılma nedenleri;

- MTS grubundan 1 hastada tekrarlayan aparey kırılması,
- M grubundan 1 hastaya 6. aydan önce high-pull headgear başlanması,
- M grubundan 1 hastada kooperasyon problemi,
- M grubundan 1 hastanın tedaviyi sonlandırmak istemesi,
- MTS grubundan 2 hasta velisinin EMG ölçümüne onay vermemesidir.

MTS ve M gruplarında bireylerin tedavi başı kronolojik yaş ortalamaları sırasıyla 12.19 ± 1.52 yıl ve 12.28 ± 1.27 yıl olarak belirlendi (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Sefalometrik parametreler ile değerlendirilen MTS ve M çalışma gruplarında bireylerin tedavi başı kronolojik yaş ortalamaları (Ort: Ortalama, SS: Standart sapma).

Kronolojik Yaş	Ort.	± SS	Min	Maks
MTS	12.19	±1.52	10.17	14.75
M	12.28	±1.27	10.08	15.50

Örneklemden tedavi başlangıcında (T_0) ve tedavi sonunda (T_1), lateral sefalometrik, posteroanterior, panoramik ve el-bilek radyografileri alındı. Her iki gruptaki hastaların tedavi başı iskeletsel maturasyonu, el-bilek radyografileri (Chapman, 1972; Grave ve Brown, 1976; Houston ve ark., 1979) ve servikal vertebra morfolojileri incelenerek (Lamparski, 1972) belirlendi. MTS grubunda S evresinde 3, MP3cap evresinde 14 hasta, M grubunda S evresinde 2, MP3cap evresinde 14, DP3u evresinde 1 hasta bulunmaktaydı (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 MTS ve M gruplarında hasta sayılarının tedavi başı iskeletsel maturasyonlarının el-bilek radyografileri kullanılarak karşılaştırılması.

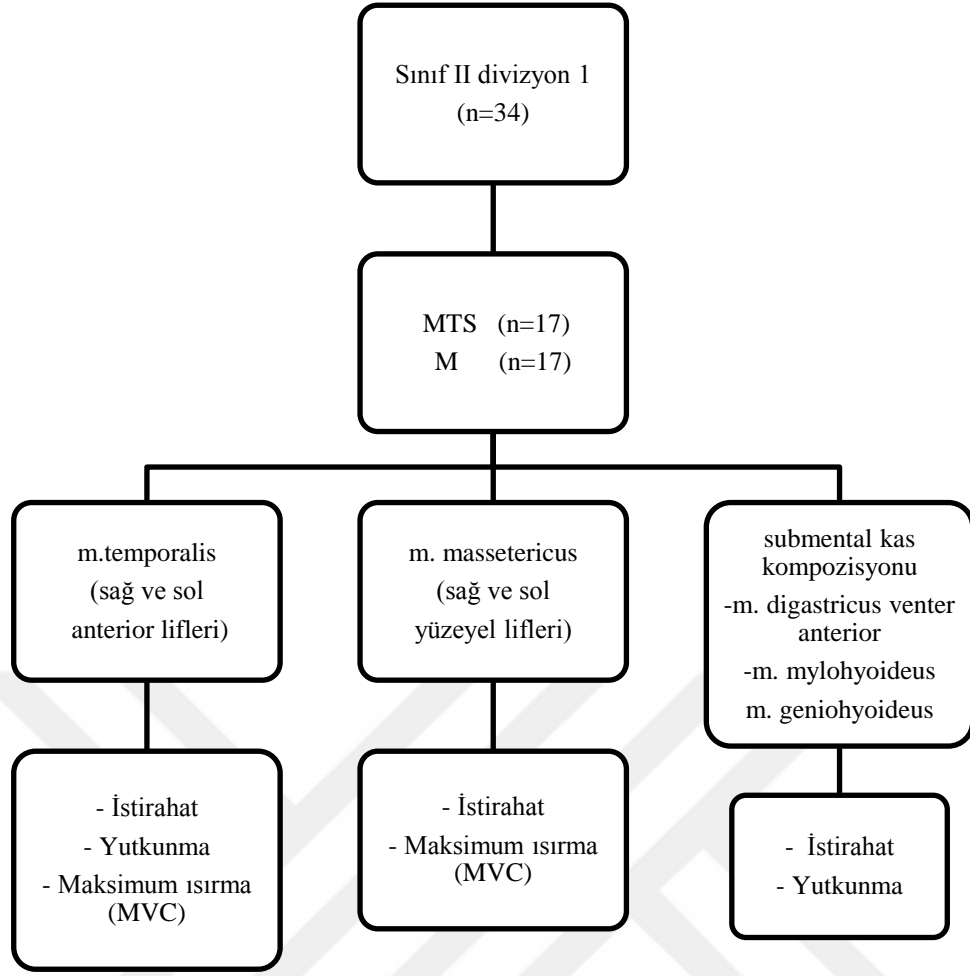
İskeletsel Maturasyon	S	MP3cap	DP3u	Toplam
MTS	3	14	-	17
M	2	14	1	17

Çalışma gruplarının ortalama tedavi süreleri; MTS grubunda 10.84 ± 1.79 ay; M grubunda 11.18 ± 1.69 ay olarak tespit edildi (Çizelge 2.3). Pubertal büyüme döneminin tamamlandığı hastalarda fonksiyonel ortopedik tedavi sonlandırılarak sabit ortodontik tedavi aşamasına geçildi.

Çizelge 2.3 MTS ve M gruplarında bireylerin fonksiyonel ortopedik tedavi süreleri (Ort: Ortalama, SS: Standart sapma).

Tedavi Süresi (ay)	Ort.	\pm SS	Min	Maks
MTS	10.84	± 1.79	7.08	14.58
M	11.18	± 1.69	7.67	15.67

Aydınlatılmış onam formunu okuyup imzalayan hastaların ortodontik modelleri hazırlandı ve ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar elde edildi. Elektromiyografik verilerin elde edilmesi amacıyla tedavi başı, 1. ay, 3. ay ve tedavi sonunda apareysiz olarak, istirahat, maksimum ısırma ve yutkunma sırasındaki kas aktivitesi ölçümleri yapıldı. Yüzey elektrot yöntemi (bipolar aktif elektrotlar) ile yapılan ölçümler monitörize edilerek numerik değerler mikrovolt (μV) cinsinden kayıt altına alındı. Elektromiyografik ölçümlerde; *m.temporalis*' in anterior kısmı, *m.masseter* ve submental kas kompozisyonu (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kaslar) olmak üzere, bilateral olarak incelendi (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Çalışma gruplarında kas aktivitesi ölçümlerinin akış şeması.

2.2. İstatiksel Yöntem

İstatistiksel analiz ve hesaplamalar için SPSS (for Win. Ver. 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL., USA), ve Microsoft Excel 2007 paket programları kullanıldı. Anguler ve linear sefalometrik parametreler ile elektromiyografik verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile incelendi.

Bireysel çizim ve ölçüm hata düzeyinin kontrolü ve metot hatasını belirleyebilmek amacıyla ile, araştırma materyalini oluşturan 34 lateral sefalometrik film içinden rastgele seçilen 10 adet sefalometrik film üzerinde anatomik referans noktaları tekrar işaretlendi ve ölçümler, ilk yapılan çizim ve ölçümlerden bağımsız olarak 1 ay sonra tekrarlandı. Sefalometrik analiz için metot hatasını belirleyebilmek amacıyla ölçümler arası korelasyonlar, ölçümlerin normal dağılım göstermesi nedeniyle Pearson korelasyon katsayıları (r) ile belirlendi. Pearson korelasyon

katsayısı (r), bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü belirten katsayıdır. Bu katsayı, (-1) ile (+1) arasında bir değer alır. Pozitif değerler direk yönlü doğrusal ilişkiyi; negatif değerler ise ters yönlü bir doğrusal ilişkiyi belirtir. Korelasyon katsayısı (r), 0 ise söz konusu değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmayıp, 0.90-1.00 arasında ise çok yüksek korelasyon olduğu kabul edilir. Araştırmamızda, tüm değişkenler için hesaplanan ölçüm tekrarlaması katsayılarının (r) 1.00 tam değerine yakın olması, tekrarlanan ölçümler arasındaki güçlü pozitif korelasyonun göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Tedavi öncesi ölçümlenen elektromiyografik verilerin normal dağılıma uymaması nedeniyle örneklemeler Mann-Whitney-U testi ile karşılaştırıldı.

Her iki çalışma grubunda tedavi ile meydana gelen dentofasiyal değişimlerin grup içi sefalometrik karşılaştırmasında, değişkenlerin normal dağılım göstermesi nedeniyle eşleştirilmiş-t testi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırma için ise tedavi sonrası (T_1) değerlerden tedavi öncesi değerler (T_0) çıkarılarak her bir ölçüm için fark değeri (T_1-T_0) elde edildi. Tedavi ile değişkenlerde meydana gelen bu fark değerlerinin normal dağılım göstermesi nedeniyle gruplar arası istatistiksel analiz için bağımsız örneklemeler t testi kullanıldı.

Elektromiyografi yöntemi ile kayıt edilen tüm kas aktivite değerlerinin normal dağılıma uymadıkları belirlendi. Bu nedenle tedaviyle oluşan değişikliklerin başlangıç, 1. ay, 3.ay ve tedavi sonu ölçümlerin grup içi değerlendirilmesinde Wilcoxon eşleştirilmiş iki örneklem testi ile ikili (post-hoc) karşılaştırmalar yapıldı. Her iki çalışma grubunda başlangıç ve tedavi sonu ölçümleri arasındaki farkların gruplar arası karşılaştırılması için Mann-Whitney-U testi kullanıldı. İstatistiksel kararlarda $p<0.05$ düzeyi ve $|Z|>1.96$, anlamlı farklılığın göstergesi olarak kabul edildi.

2.3. Modifiye Twin-Star Apareyinin Yapımı

2.3.1. Kullanılan Materyaller

- Geridönüşümsüz hidrokolloid ölçü materyali (Aljinat)
- Ortodontik alçı

- Artikülâtör
- Isı ve basınç sağlayan Biostar® ünitesi
- Isofolan® (Great Lakes separator, Great Lakes Tonawanda, NY) (Resim 3.1)
- Biocryl® plak (2 mm x 125 mm, yuvarlak) (Resim 3.1)
- Biostar® ünitesi (Biostar VI Scan Technology Great Lakes Tonawanda, NY)
- Ortodontik akril (polimetil metakrilat)
- Ekspansiyon vidası (Dentaurum®, standart expansion screw maxi, 7.5 mm)
- Karbid frez, çelik disk frez
- Polisaj fırçası
- Pomza

2.3.2. Adım Adım İşlemler

- Maksiller ve mandibuler dental arkin ölçüsü, aljinat (irreversible hidrokolloid ölçü materyali) ile alınır.
- Tip 3 Ortodontik alçı ile her çeneden ikişer model elde edilir (bir çift model biocryl plak elde edilmesi, bir çift model model ise artikülâtöre alınıp akrilik rampa ilavesi için gerekli).
- Yeterli sagittal aktivasyonu sağlayacak şekilde fonksiyonel mumlu kapanış alınır.
- Elde edilen alt ve üst alçı dental model, Biocryl plağın modele yapışmasını önleyen ve plağın modelden uzaklaştırılmasını kolaylaştıran termoplastik materyal ile (Isofolan, Great Lakes separator, Great Lakes Tonawanda, NY) ile kaplanır. Isofolan, 64°C sıcaklıkta 20 saniye ısıtma işlemini takiben 4.5 bar basınç ile model üzerine basılır.



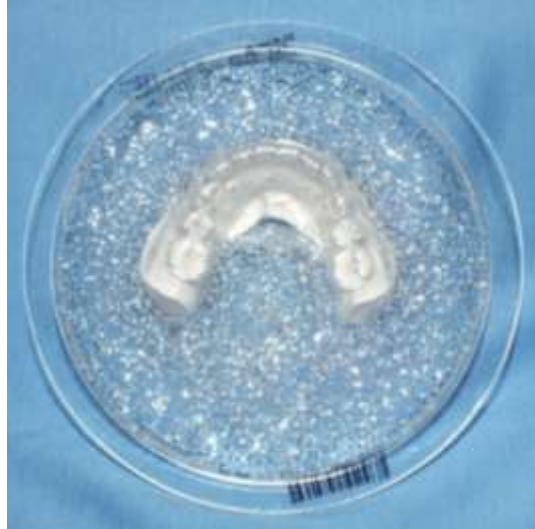
Şekil 2.3 (a) Biocryl plağın modele yapışmasını önleyen ve plağın modelden uzaklaştırılmasını kolaylaştıran termoplastik materyal ile (Isofolan, Great Lakes separator, Great Lakes Tonawanda, NY), (b) Biocryl plak (2 mm x 125 mm, yuvarlak).

- Ekspansiyon vidası (Dentaurum, standart expansion screw maxi, 7.5 mm), 1. premolarlar hizasında üst modele yerleştirilir. Biocryl plak ile ekspansiyon vidasının adaptasyonunun sağlanması için vida etrafına ortodontik akril ilavesi yapılır.
- Biocryl plak, biostar ünitesinde 64°C sıcaklıkta 90 saniye ısıtılarak 4.3 bar basınç altında modele basılır (Sıcaklık derecesi, ısıtma süresi ve basınç değeri, plağın barkodunun Biostar ünitesine okutulması ile otomatik olarak ayarlanmaktadır) (Şekil 2.3, 2.4, 2.5).



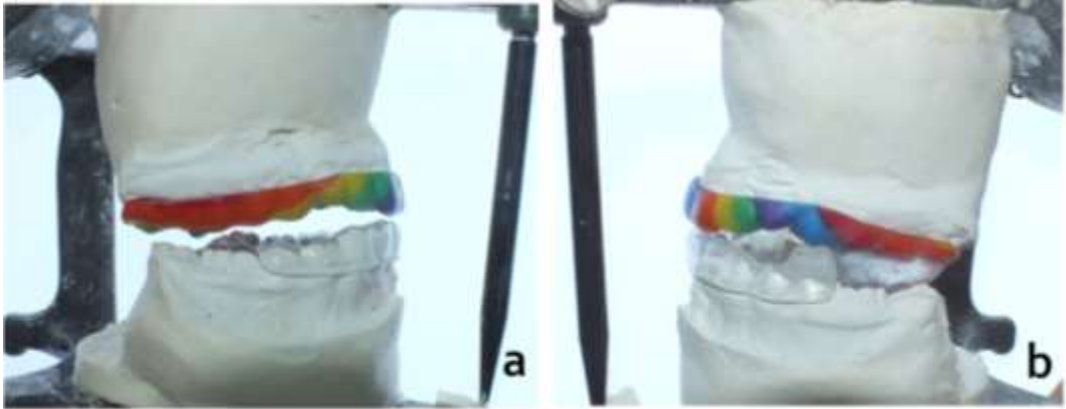
Şekil 2.4 Üst dental modelin Isofolan ile kaplanması ve ekspansiyon vidasının modele adapte edilmesinden sonra Biostar ünitesine yerleştirilmesi ve 64°C sıcaklıkta 90 saniye ısıtılarak 4.3 bar basınç ile modele basılması.

- Termoplastik plağın 5 dakika boyunca soğumasının beklenir ve ardından “air” butonu ile sistemdeki basınç boşaltılır.



Şekil 2.5 Biostar ünitesinde termoplastik plağın basıldığı alt dental modelin okluzalden görünümü.

- Modeller üzerine basılan plak, çelik disk frez ile dişlerin servikallerinden geçen gingival marjin boyunca kesilir. Bu hattın sınırları alt plakta; mandibular 2. premolar dişin mezial yarısında sonlanacak şekilde olmalıdır (Mahadevia ve ark., 2014). Ayrıca orjinal Twin-Star apanyinden farklı olarak Modifiye Twin-Star apanyinde alt plağın sınırları, alt keserlerin lingulinde 2-3 mm gingivayı içine alacak şekilde kesilir. Twin-Star apanyinden farklı olarak Modifiye Twin-Star apanyinde üst plağın tutuculuğu artırmak ve ekspansiyon vidasını yerleştirmek için palatinal bölgedeki rugalar plak sınırlarına dahil edilir.
- Son olarak freze edilen alt ve üst plak, akrilik rampaların eklenmesi amacıyla artikülatöre taşınır. Alt ve üst plaktaki her iki rampa, Clark'ın Twin-Blok apanyi gibi 70° 'lik eğik düzlem ile birbirine temas eder ve eğik düzlemi oluşturan akrilik blokların yüksekliği 5-6 mm yüksekliğe sahip olmalıdır (Clark, 2002) (Şekil 2.6).
- Alt plaktaki rampa, Clark (1988)' in önerdiği gibi, alt 2. premolar diş bölgesinden başlar. Plak üzerinde oluşturulan akrilik blok, mandibular kanin bölgesinde son bulur. Üst plaktaki akrilik rampa ise, alt plağın rampasının distalinden başlayıp posteriorda 45° 'lik açı ile son bulmaktadır.



Şekil 2.6 Biocryl plakların artikülatör üzerindeki dental modele adapte edilmesi (a). Artikülatör üzerinde alt ve üst plakta ortodontik akril ile 70° 'lik eğik düzlem oluşturulması (b).

2.4. Radyografların Elde Edilmesi

Çalışma grubuna dahil edilen tüm bireylerin tedavi başı ve tedavi sonu standart lateral sefalometrik filmleri çekildi (Kodak CS 9000 Carestream). Işın kaynağı ile film arasındaki uzaklık 160 cm, midsagittal düzlem ile film arası uzaklık 16 cm olarak standardize edildi. Filmler çekilirken dişler sentrik oklüzyona getirildi ve olası yumuşak doku gerilmelerini engellemek için dudakların istirahat konumları kontrol edildi. Baş, Frankfurt horizontal düzlemi (FH düzlemi) yere paralel olacak şekilde sefalostatın kulak çubuklarıyla sabitlendi ve kemik yaşına uygun kVp, mA ve saniyede (70 kVp, 10 mA, 0.5 sn) ışın verilerek radyograflar elde edildi. Lateral sefalometrik radyografiler üzerinde dentofasiyal yapıda meydana gelen sert doku ve yumuşak doku değişimleri, sagittal ve vertikal yön parametreleri ile incelendi.

El-bilek filmleri elde edilirken, hastaların sıklıkla kullanmadığı eli (çoğu hastanın sol eli), bilek kısmı kasetin ortasına gelecek ve avuç içi kasete de gelecek şekilde yerleştirildi. Odak film uzaklığı 160 cm olarak ayarlandı. Santral ışın filme dik ve karpal kemiklerin ortasından geçecek şekilde yönlendirildi. Işın 70 kVp, 10 mA ile 0.5 sn süre ile verilerek filmler çekildi.

2.5. Lateral Sefalometrik Filmlerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Araştırmanın radyolojik materyalini oluşturan lateral sefalometrik filmler, jpeg formatına çevirilerek bilgisayarlı sefalometrik analiz programı (VistaDent OCTM, GAC International, 2006) ile analiz edildi. Araştırmada kullanılan anatomik noktalar, lineer ve anguler parametreler çeşitli analizlerden (Steiner, McNamara, Jarabak, Tweed, Ricketts) seçildi.

2.5.1. Sefalometrik Analizde Kullanılan Noktalar

1. Nasion (N): Frontoazal suturun orta oksal düzlem ile kesiştiği en ileri noktadır (Şekil 2.7).
2. Sella (S): Sella tursika'nın geometrik orta noktasıdır.
3. Tuberculum Sella (T): Sella Turcica'nın ön duvarının anterior clinoid process ile kesiştiği noktadır.
4. Pterygoid nokta (Pt): Foramen rotundum'un alt kenarı ile pterygoid maksiler

fossanın kesişme noktası.

5. Condilyon (Co): Mandibuler kondilin en üst noktasıdır.
6. Articulare (Ar): Mandibuler ramusun posterior sınırının kafa kaidesi kemik tabanı görüntüsü ile kesiştiği noktadır.
7. Gonion (Go): Mandibuler ramusun arka kenarına çizilen teğet ile mandibula alt kenarına çizilen teğetin oluşturduğu açının açıortayının mandibula üzerindeki izdüşümüdür.
8. Menton (Me): Mandibula simfizinin en alt noktasıdır.
9. Gnathion (Gn): Mandibula simfizinin en ön ve en alt noktaları arasında kalan orta noktasıdır.
10. Pogonion (Pg): Mandibula simfizinin sagittal düzlem üzerindeki en ileri noktasıdır.
11. Supra pogonion (Pm): Symphysis' in üst sınırını ifade eden noktadır.
12. Supramentale Noktası (B): Mandibulada İnfradentale ve Pogonion noktaları arasında kalan alveoler kontur üzerindeki en derin noktadır.
13. Orbitale (Or): Göz çukurunun alt kenarının en derin noktasıdır.
14. Porion (Po): Meatus acusticus eksternus'un üst kenarının orta noktasıdır.
15. Spina Nasalis Anterior (ANS): Sagittal düzlemde ön nazal açıklığın alt sınırı hizasında bulunan maksiller kemik parçasının uç noktasıdır.
16. Spina Nasalis Posterior (PNS): Sagittal düzlemde sert damağın arka uç noktasıdır.
17. Subspinal Nokta (A): Spina nasalis anterior ve Prosthion arasındaki konkavitenin en derin noktasıdır.
18. Ü1 Kesici Kenar Noktası (Ü1): Üst en ileri orta keser dişin kesici kenar uç noktasıdır.
19. Ü1 Apeksi (Ü1a): Üst en ileri orta keser dişin kök ucu noktasıdır.
20. A1 Kesici Kenar Noktası (A1): Alt en ileri orta keser dişin kesici kenar uç noktasıdır.
21. A1 Apeksi (A1a): Alt en ileri orta keser dişin kök ucudur.
22. Ü6 Tüberkül Tepesi (Ü6): Üst 1. molar dişin mesiobukkal tüberkülünün tepe noktasıdır.
23. Ü6 Distal noktası (Ü6d): Üst 1. molar dişin kron kurvatürünün en distalinde

kalan noktayı ifade eder.

24. A6 Tüberkül Tepesi (A6): Alt 1. molar dişin mesiobukkal tüberkülünün tepe noktasıdır.

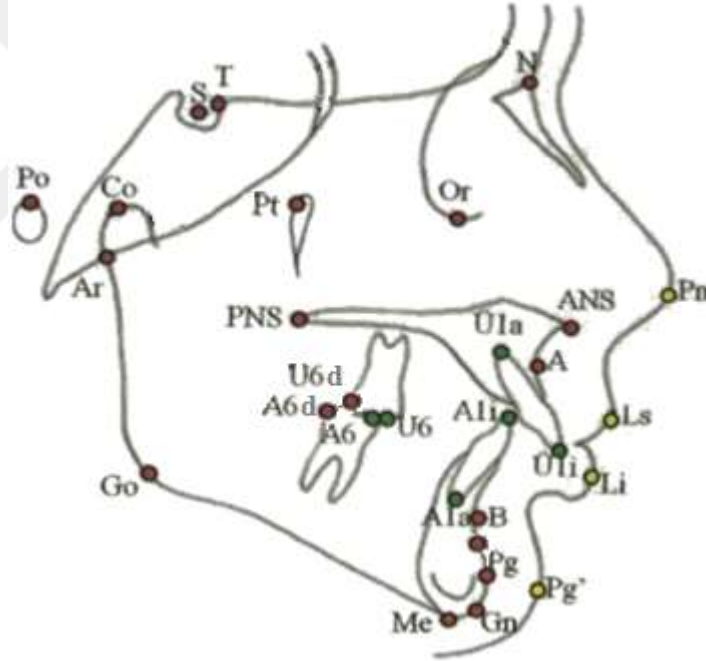
25. A6 Distal noktası (A6d): Alt 1. molar dişin kron kurvatürünün en distalinde kalan noktayı ifade eder.

26. Pronazale (Pn): Burnun sagittal düzlem üzerindeki en ileri noktasıdır.

27. Labiale Superior Noktası (Ls): Üst dudak marjininin sagittal düzlem üzerindeki en ileri noktasıdır.

28. Labiale İnférieur Noktası (Li): Alt dudak marjininin sagittal düzlem üzerindeki en ileri noktasıdır.

29. Yumuşak Doku Pogonion (Pg'): Yumuşak doku çene ucunun sagittal düzlemde en ileri noktasıdır.



Şekil 2.7 Lateral sefalometrik radyografların analizinde kullanılan sefalometrik noktalar.

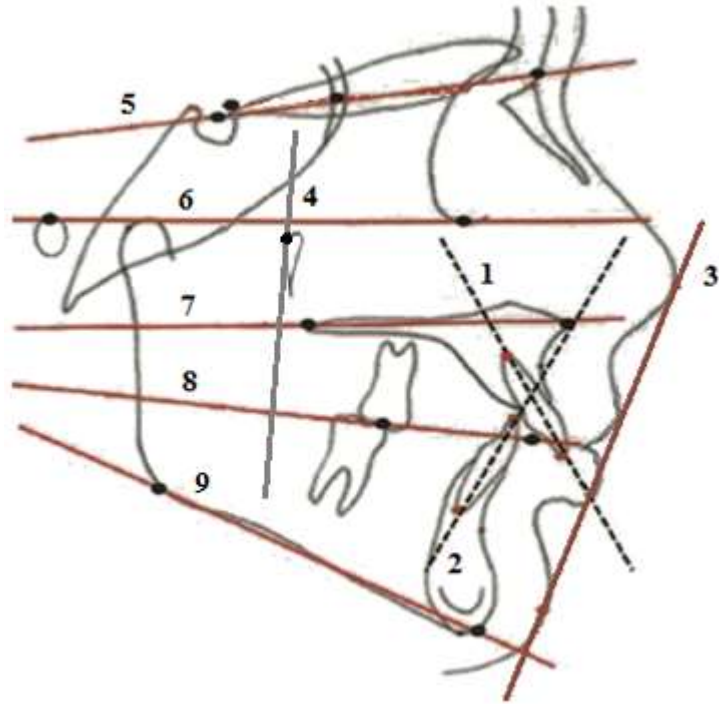
2.5.2. Sefalometrik Analizde Kullanılan Düzlemler

Vertikal Düzlemler (Şekil 2.8);

1. Üst Keser Ekseni: Üst en ileri keser dişin kesici ucu ile kök ucunu birleştiren doğrudur.
2. Alt Keser Ekseni: Alt en ileri orta keser dişin kesici ucu ile kök ucunu birleştiren doğrudur.
3. Ricketts' in E doğrusu: Pronasale (Pn) noktasından yumuşak doku pogonion (Pg')' a çizilen referans doğrudur.
4. Pterygoid Vertikal Düzlem (PtV): Pt noktasının FH düzlemini dik olarak kestiği eksendir.

Horizontal Düzlemler (Şekil 3.4);

5. SN Düzlemi: Sella ve Nasion noktalarından geçen düzlemdir.
6. Frankfurt Horizontale Düzlemi (FH): Orbitale ve Porion noktalarından geçen düzlemdir.
7. Palatal Düzlem (PP): Spina nasalis anterior ile Spina nasalis posterior noktalarından geçen düzlemdir.
8. Oklüzal Düzlem (Occ P): Alt ve üst molarların tüberküllerinin kapanış fazlalığının ortası ile overbite mesafesinin ortasını birleştiren düzlemdir.
9. Mandibuler Düzlem (MP): Gonion ve Gnathion noktalarından geçen düzlemdir.

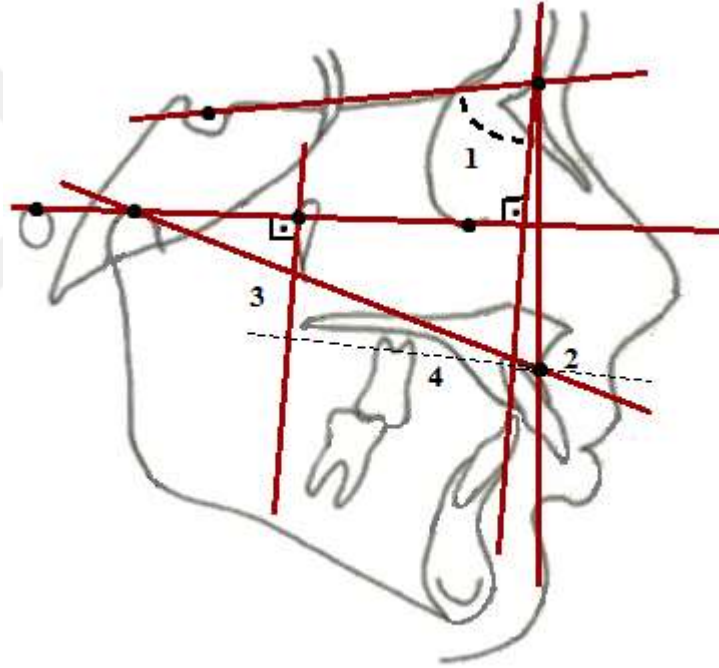


Şekil 2.8 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan horizontal ve vertikal düzlemler.

2.5.3. Sefalometrik Analizde Kullanılan Açısal ve Doğrusal Ölçümler

2.5.3.1. Maksiller İskeletsel Ölçümler

1. I.SNA: Üst çenenin Sella, Nasion ve A noktaları arasındaki ön kranial kaideye göre ön-arka yöndeki konumunu belirleyen açıdır (Şekil 2.9).
2. FH-N-A: Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin A noktasına olan dik uzaklığıdır.
3. Co-A (Efektif Maksiller Uzunluk): Condilyon noktası ile A noktası arasındaki uzaklıktır.
4. PtV-A: Pterygoid vertikal düzlem ile A noktası arası mesafedir.



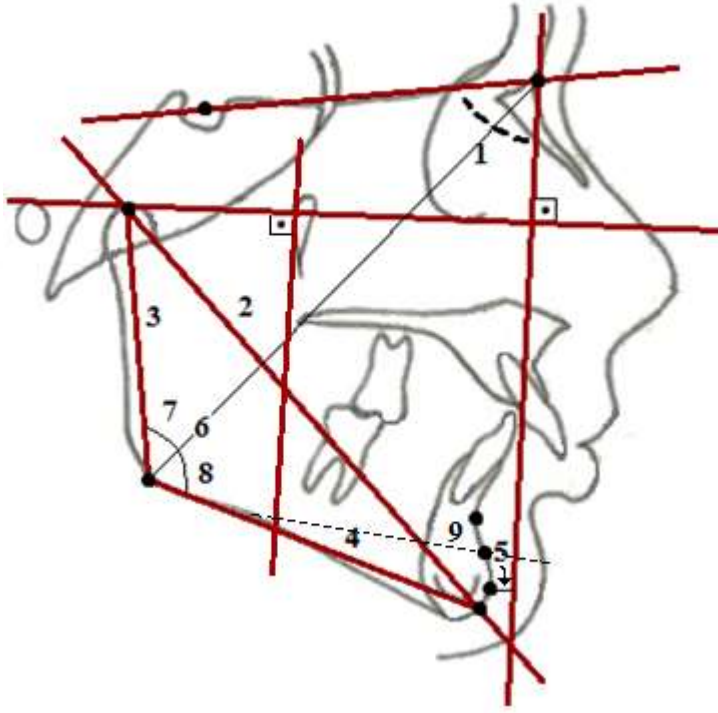
Şekil 2.9 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan maksiller iskeletsel ölçümler.

2.5.3.2. Mandibuler İskeletsel Ölçümler

1. SNB°: Alt çenenin Sella, Nasion, B noktaları arasındaki ön bölgesinin ön kranial kaideye göre ön-arka yöndeki konumunu gösteren açıdır (Şekil 2.10).
2. Co-Gn: (Efektif Mandibuler Uzunluk): Co noktası ile Gn noktası arasındaki

uzaklıktır.

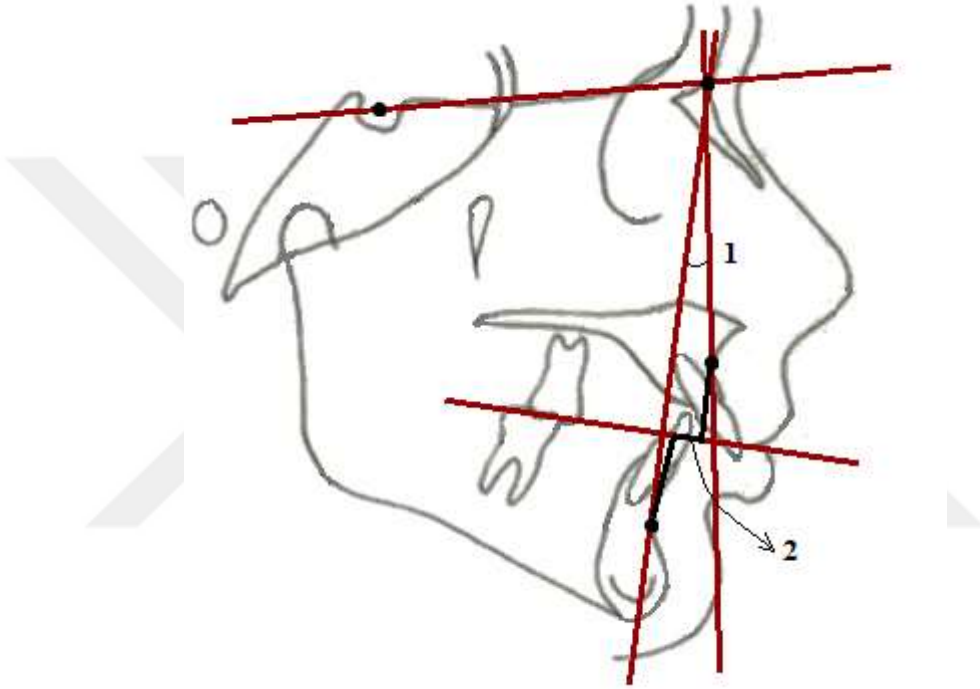
3. Co-Go: Ramus uzunluğudur.
4. Go-Me: Mandibuler korpus uzunluğudur.
5. FH-N-Pog: Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin Pg noktasına olan uzaklığıdır.
6. Gonial Açığı (CoGo/GoMe): Co, Go, Me noktaları arasındaki açıdır.
7. Üst Gonial Açığı: Ar, Go, N noktaları arasında kalan açıdır.
8. Alt Gonial Açığı: N, Go, Me noktaları arasında kalan açıdır.
9. PtV-Pm: Pt noktasının FH düzlemini dik olarak kestiği eksen ile suprapogonion arasındaki mesafeyi ifade eder.



Şekil 2.10 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan mandibuler iskeletsel ölçümler.

2.5.3.3. Maksillo - Mandibuler İskeletsel Ölçümler

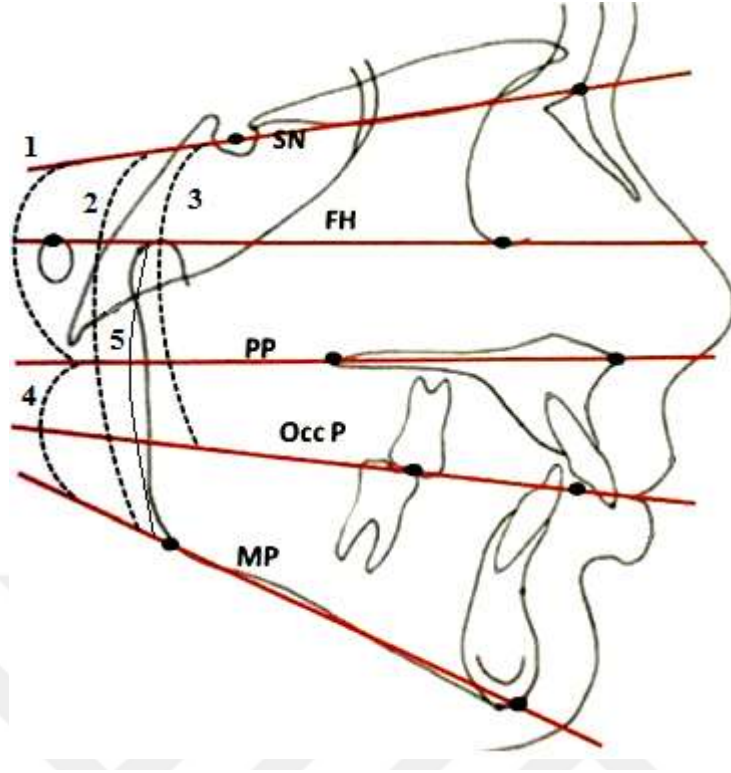
1. ANB°: Üst ve alt çenenin ön-arka yönde birbirleriyle olan ilişkisini belirten A, N ve B noktaları arasındaki açıdır (Şekil 2.11).
2. Witts: A ve B noktalarından oklüzyon düzlemine indirilen dikmeler arasındaki farktır.
3. Co-Gn ile Co-A farkı: Efektif mandibuler uzunluk ile efektif maksiller uzunluk arasındaki farktır.



Şekil 2.11 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan maksillo-mandibuler iskeletsel ölçümler.düzlemler arasındaki ölçümler.

2.5.3.4. Düzlemler Arasındaki Ölçümler

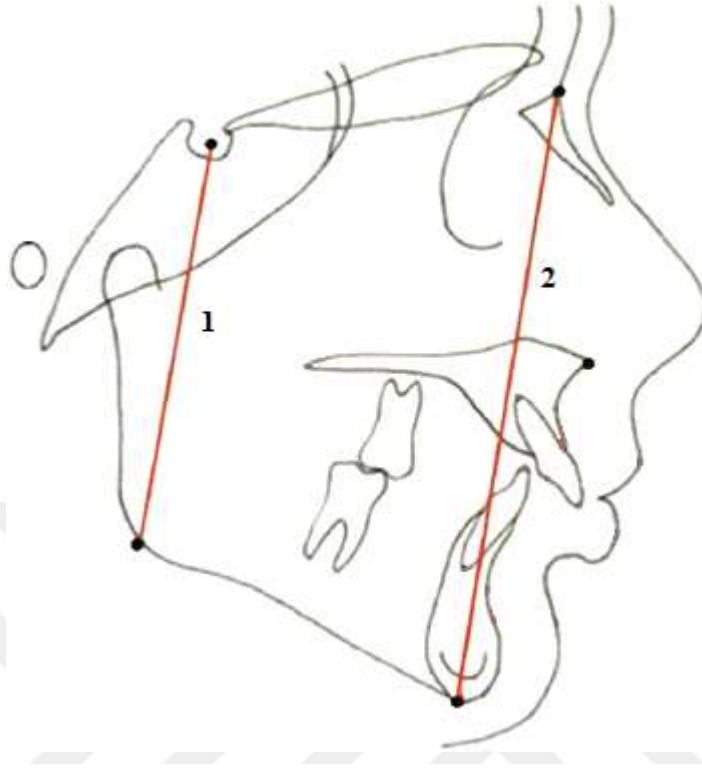
1. SN/PP° (Palatal Düzlem Açısı): Ön kafa kaidesi ile palatal düzlem arasındaki açıdır (Şekil 2.12).
2. SN/GoGn°: Mandibuler düzlem ile SN düzlemi arasındaki açıdır.
3. SN/Occ°: Okluzal düzlem ile SN düzlemi arasındaki açıdır.
4. PP/MP°: Palatal düzlem ile mandibuler düzlem arasındaki açıdır.
5. FMA°: Frankfurt horizontal düzlemi ile mandibular düzlem arasındaki açıdır.



Şekil 2.12 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan düzlemler arası ölçümler.

2.5.3.5. Yüz Yüksekliği Ölçümleri

1. PYY (Posterior yüz yüksekliği): Sella ile Gonion noktalan arasında kalan uzaklıktır (Şekil 2.13).
2. AYY (Anterior yüz yüksekliği): Nasion ile Menton noktaları arasında kalan uzaklıktır.
3. Jarabak Oranı (PYY/AYY oranı) Posterior Yüz Yüksekliği / Anterior Yüz Yüksekliği Oranı (S- Go/N-Me): Arka yüz yüksekliğinin ön yüz yüksekliğine oranıdır.



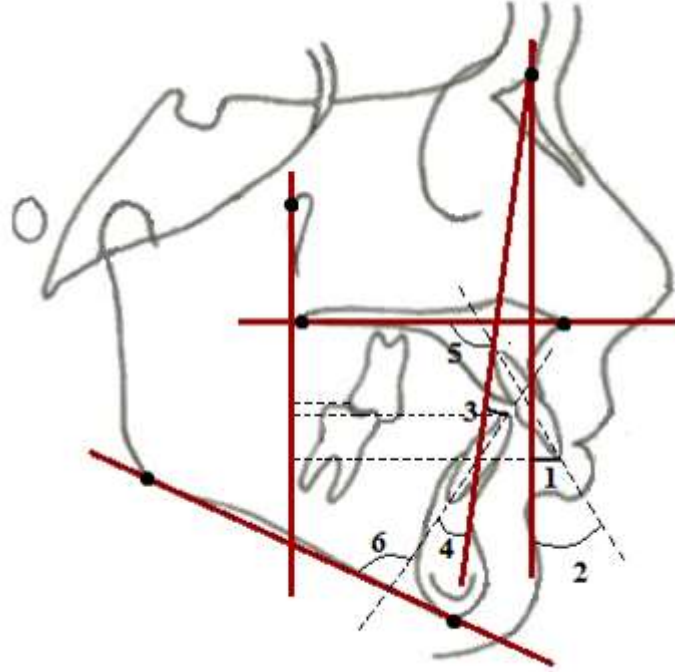
Şekil 2.13 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan yüz yüksekliği ölçümleri.

2.5.3.6. Dentoalveolar Ölçümler

1. Ü1i-NA (mm): Üst en ileri orta kesici dişin kesici kenarı ile Nasion ve A noktalarından geçen doğru arasındaki dik uzaklıktır (Şekil 2.14).
2. Ü1i/NA Açısı : Üst en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin Nasion ve A noktasından geçen doğru ile yaptığı açıdır.
3. A1i-NB (mm): Alt en ileri orta kesici dişin kesici kenarı ile Nasion ve B noktalarından geçen doğru arasındaki dik uzaklıktır.
4. A1i/NB Açısı: Alt en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin Nasion ve B noktasından geçen düzlem ile yaptığı açıdır.
5. Ü1/PP: Üst kesici dişin uzun ekseninin palatal düzlemle yaptığı açıdır.
6. IMPA: Alt en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin alt çene düzlemi ile yaptığı açıdır (Ölçüm, Tweed analizinden alındığı için alt çene düzlemi olarak Go-Me düzlemi alınmıştır).
7. İnterinsizal Açısı (Ü1/A1): Üst en ileri orta kesici dişin uzun eksenini ile alt en

ileri orta kesici dişin uzun eksenini arasındaki açıdır.

8. Overjet: Üst ve alt kesici dişlerin kesici uçlarının oklüzal düzlem üzerindeki izdüşümleri arasındaki uzunluktur.
9. Overbite: Alt ve üst kesici dişlerin kesici uçları arasındaki uzaklığın oklüzyon düzlemine dik yönde uzunluğudur.
10. PtV-Ü1: Pt noktasının FH düzlemini dik olarak kestiği eksen ile üst santral dişin insizal kenarı arasındaki mesafedir.
11. PtV-A1: Pt noktasının FH düzlemini dik olarak kestiği eksen ile alt santral dişin insizal kenarı arasındaki mesafedir.
12. PtV-Ü6d: Pt noktasının FH düzlemini dik olarak kestiği eksen ile üst 1. molar dişin en distal noktası arasındaki mesafedir.
13. PtV-A6d: Pt noktasının FH düzlemini dik olarak kestiği eksen ile alt 1. molar dişin en distal noktası arasındaki mesafedir.



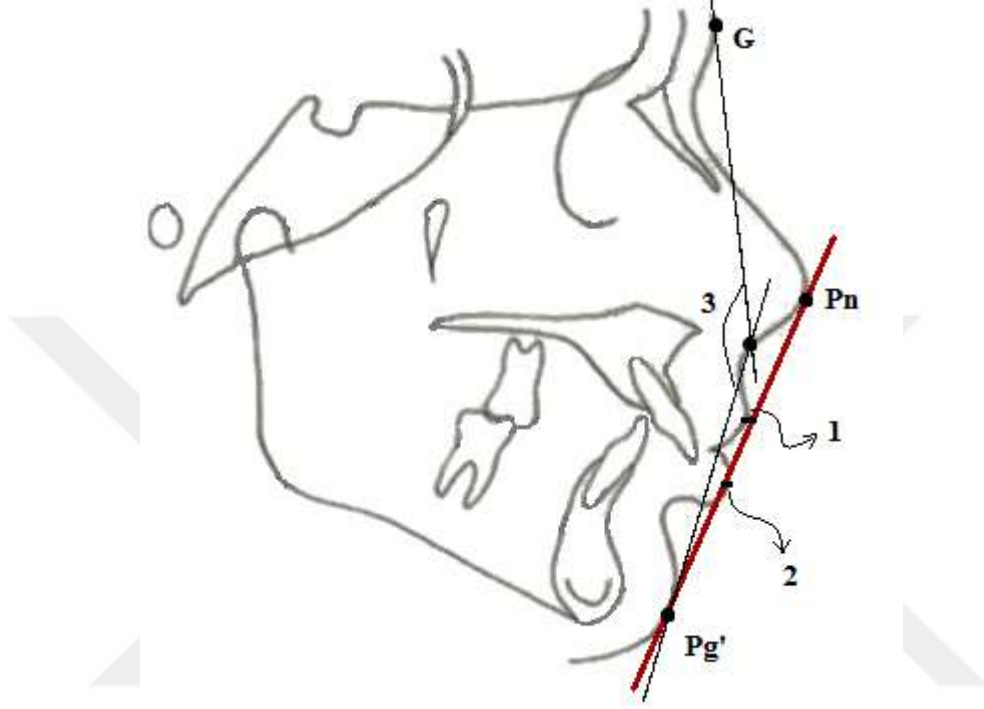
Şekil 2.14 Lateral Sefalometrik Filmlerin Analizinde Kullanılan Dentoalveolar Ölçümler.

2.5.3.7. Yumuşak Doku Ölçümleri

1. ÜD-E Doğrusu: Ricketts'in "E" doğrusu ile üst dudağın en ileri noktası

arasında kalan dik uzaklıktır (Şekil 2.15).

2. AD-E Doğrusu: Ricketts'in "E" doğrusu ile alt dudağın en ileri noktası arasında kalan dik uzaklıktır.
3. Yumuşak Doku Konveksite Açısı: G'-Sn-Pg' arasındaki açıdır.



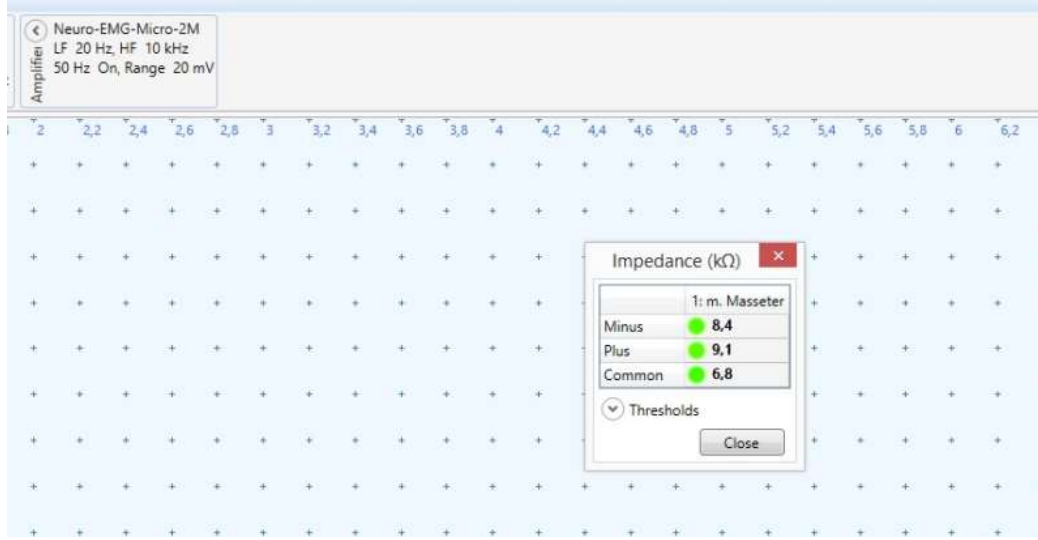
Şekil 2.15 Lateral sefalometrik filmlerin analizinde kullanılan yumuşak doku ölçümleri.

2.6. Elektromiyografik Kayıtların Elde Edilmesi

Araştırmamızda, kas aktivitesi ölçümleri için yüzey elektrot yöntemi (sEMG)' ni kullanılmıştır. İncelenen kaslardan elde edilen biyoelektriksel aktivite potansiyelleri (μV), Neuro Emg Micro 2 kanallı EMG cihazı (PCI bağlantı kartı ve özel arayüz kutusu ile masaüstü bilgisayara bağlı olup ve cihaza uygun bilgisayar programı içermektedir) ve pediatrik formda bipolar aktif Ag/AgCl elektrotlar kullanılarak (FIAB disposable electrodes, rectangular shape, 13 x 34 mm, plastic support, tab connection) 20Hz-10 kHz frekans aralığında monitörize edildi.

Tedavi grubunu oluşturan bireylerden, apareyin takıldığı gün ve aparey takıldıktan sonraki 1. ay, 3.ay ve tedavi sonunda, apareysiz olacak şekilde kas aktivitesi ölçümü yapıldı. Elektromiyografik ölçümlerde; sağ ve sol *m.temporalis anterior*, *m.massetericus* kasları ve submental bölge kasları (*m. mylohyoideus*, *m. geniohyoideus* ve *m. digastricus venter anterior* kas kompozisyonu) olmak üzere, bilateral olarak istirahat, yutkunma ve maksimum ısırma (Maximum Voluntary Contraction, MVC) ortalama amplitüt değerleri (μV) kayıt edildi.

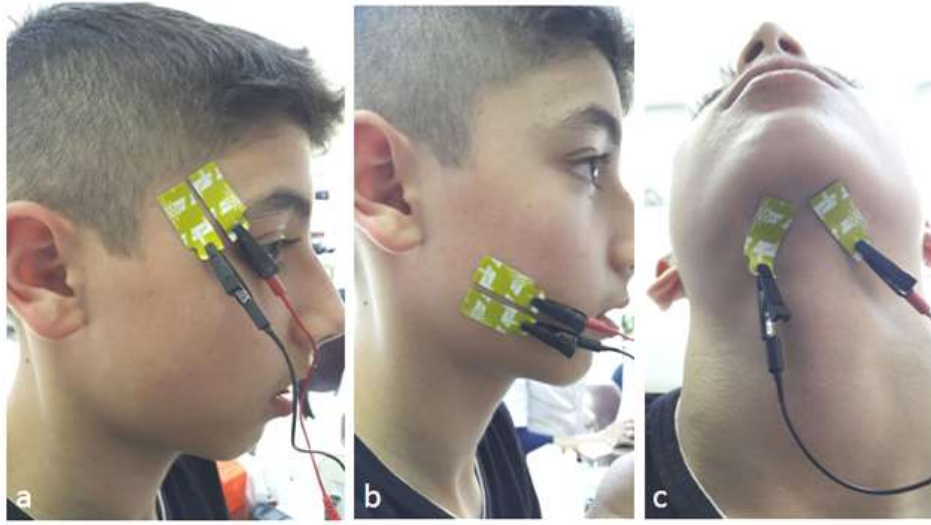
Elektromyografik kayıtları alınan bireylerin kendileri ve velileri ile görüşülerek, yapılacak işlem hakkında bilgi verildi, velilere araştırma için hazırlanan bilgilendirilmiş gönüllü onayı formu okutularak, imzalatıldı. Ölçüm yapılan bireylerin yüzlerini iyice yıkamaları istendi. Daha sonra koltuğa oturtularak, iyice yaslama, dik ve rahat bir pozisyonda oturmaları sağlandı. Hastada oral ve fasiyal bir aktivite olmaksızın postural pozisyonda iken istirahat kas aktivitesi elde edildi. Kayıt alınan bölgeler, empedansı (elektriksel direnç) azaltmak, dolayısıyla elektrik iletimini kolaylaştırmak için etil alkol ve pamuk yardımıyla temizlenip kurutuldu (Wozniak ve ark., 2015). Böylece EMG sinyalleri kaydedilirken yanlış ölçüme neden olabilecek ter, kir, ölü deri v.b gibi elektrik iletimini bozabilen dış etkenler uzaklaştırıldı. sEMG uygulamalarında ölçümler, Hewson ve ark. (2003), belirttiği maksimum kabul edilebilir empedans değeri olan $55\text{k}\Omega$ ' dan daha düşük değerlerde gerçekleştirildi (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 sEMG ölçümlerinde kullanılan cihazın, kayıt öncesi empedans değerinin kontrol edildiği program ara yüzü.

Algılayıcı elektrotların lokalizasyonları, Castroflorio ve ark. (2005) önerdiği şekilde belirlendi. Referans elektrot (ground elektrot) ise sağ kol bölgesine yerleştirildi. Elektrot lokalizasyonları için (Şekil 2.17);

- Yüzeysel masseter kas için, gonion-cantus hattının alt %23.1 \pm 7.7 'lik kısmı,
- Anterior temporal kas için, gonion-condylion doğrusunun 20° anteriorunda bir hat ile kulak kepçesinden cantusa doğru belirlenen hattın kesişiminin üst kısmında yer alan 24.4 \pm 6.6 mm' lik hat rehber alındı (Castroflorio ve ark., 2005).
- Submental bölgedeki biyoelektriksel potansiyelin (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas aktivitelerinin kompozisyonu) ölçümünde, Tallgren ve ark. (1998)' nin önerdiği gibi midsagittal hattın her iki yanında konumlandırılan bipolar tek bir çift elektrot ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.17 *m.temporalis*' in anterior lifleri (a), *m. massetericus* (b), submental bölge (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas kompozisyonu) kas aktivitelerinin (c) sEMG metodu ile ölçülmesi ve elektrot lokalizasyonlarının gösterilmesi.

Algılayıcı elektrotlar, bu hatlar üzerinde, diş sıkma sırasında kasın en belirgin olduğu yüzey palpasyon ile belirlenerek kas liflerine paralel bir şekilde konumlandırıldı (Leung ve Hägg, 2001; Uysal ve ark., 2012).

İstirahat kas aktivitesi elde edilirken, bireylerden birkaç kez tükürüklerini yutmaları istendi ve kaslarını hiç kasmadan doğal baş pozisyonunda ölçüm yapıldı (Tallgren ve ark., 1998; Uysal ve ark., 2012). İstirahat ölçümleri, maksimum ısırma ölçümlerinden en az 2 dakika sonra elde edildi (Castroflorio ve ark., 2005). Uzun süreli kasılmalar sonucu meydana gelen kas yorgunluğunun, ortalama değerleri bozabileceği düşünülerek bütün ölçümler, 5 saniyelik periyodlar ile gerçekleştirildi (Sood ve ark., 2011).

Maksimum ısırma ölçümü (MVC, maximum voluntary contraction) için sentrik oklüzyonda hastaların dişlerini mümkün olduğunca güçlü bir şekilde sıkmaları istendi. Yutkunma kayıtları için, hastalardan yeterli saliv akümüasyonu sağlandığında yutkunmaları istendi. Maksimum ısırma için 4, yutkunma ölçümü için 2 tekrar yapılarak elde edilen verilerinin ortalaması alındı (Tallgren ve ark., 1998; Uysal ve ark., 2012).

3. BULGULAR

3.1. Sefalometrik Bulguların Analizi

3.1.1. Sefalometrik Ölçümlerin Tekrarlanması ve Korelasyon Katsayılarının Elde Edilmesi

Bireysel çizim ve ölçüm hata düzeyinin kontrolü ve metot hatasını belirleyebilmek amacı ile, araştırma materyalini oluşturan 34 lateral sefalometrik film içinden rastgele seçilen 10 adet sefalometrik film üzerinde anatomik referans noktaları tekrar işaretlendi ve ölçümler, ilk yapılan çizim ve ölçümlerden bağımsız olarak 1 ay sonra tekrarlandı. Tüm değişkenler için hesaplanan ölçüm tekraralama katsayılarının (r) 1.00 tam değerine yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan ölçümlere ilişkin Pearson korelasyon katsayıları (r)

Sef. Parametre	r	Sef. Parametre	r
SNA	0.945	LGo	0.940
SNB	0.957	Post YY	0.980
ANB	0.980	Ant YY	0.982
Wits	0.933	J. Ratio	0.966
Co-A	0.984	Y Aksı	0.974
Co-Gn	0.990	Ar-Go	0.939
Mx-Mn	0.993	Ü1/SN	0.951
NV-A	0.944	Ü1/NA	0.972
NV-Pog	0.949	Ü1i-NA	0.945
PtV-A	0.922	Ü1/PP	0.986
PtV-Pm	0.979	IMPA	0.950
SL	0.970	A1/NB	0.998
SE	0.955	A1i-NB	0.989
ÖnK	0.962	Ü1/A1	0.940
Korpus	0.964	PtV-Ü1	0.955
FMA	0.927	PtV-A1	0.980
SN/GoGn	0.944	PtV-Ü6d	0.933
SN/Okl	0.961	PtV-A6d	0.947
PP/MP	0.979	Ls-E	0.948
PostTop	0.996	Li-E	0.993
Saddle	0.949	Nazolab	0.986
Ar	0.956	Konv.	0.975
Go	0.979	O.jet	0.981
UGo	0.988	O.bite	0.990

Pearson korelasyon katsayısı (r): 0.00-0.25 Çok Zayıf, 0.26-0.49 Zayıf,
0.50-0.69 Orta, 0.70-0.89 Yüksek, 0.90-1.00 Çok Yüksek.

3.1.2. Örneklemelerin Tedavi Öncesi Sefalometrik Karşılaştırması

Modifiye Twin-Star (MTS) ve Maksillatör (M) gruplarında örneklemelerin tedavi öncesi sefalometrik parametrelerinden normal dağılım gösterenler bağımsız örneklem t testi ile, normal dağılım göstermeyenler Mann-Whitney U testi ile karşılaştırıldı. Her iki örneklemin tedavi öncesi sefalometrik değerlerinde PtV-A1 mesafesi dışında ($p=0.004$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Örneklemelerin tedavi öncesi sefalometrik değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.

Sef. Parametre	MTS (T ₀) X±S	M (T ₀) X±S	P	t
SNA	80.9±3.5	78.9±2.9	0.511	2.103
SNB	75.2±2.6	71.6±2.9	0.431	4.210
ANB	5.8±2.2	7.2±2.0	0.930	-2.046
Witt's app	4.6±2.8	4.8±2.6	0.598	-0.372
Co-A	78.4±4.4	77.8±4.8	0.683	0.446
Co-Gn	98.8±4.3	97.9±6.1	0.166	0.646
Mx-Mn	20.4±3.6	20.0±5.8	0.072	0.341
NV-A	0.8±3.4	-1.8±3.5	0.850	2.603
NV-Pog	-6.2±5.7	-11.1±3.7	0.102	3.695
PtV-A	45.2±2.4	48.1±4.1	0.102	-2.772
PtV-Pm	37.7±3.5	35.9±4.6	0.354	1.416
SL	40.7±4.8	32.9±5.5	0.209	5.043
SE	17.2±3.9	18.5±3.5	0.879	-1.045
ÖnKK	57.5±2.5	57.8±3.0	0.301	-0.452
Korpus	64.8±6.3	64.6±5.1	0.437	0.082
FMA	22.0±3.9	25.6±4.1	0.792	-4.185
SN/GoGn	30.8±4.9	31.6±4.3	0.502	-4.881
SN/Occ	16.3±5.1	21.3±3.8	0.898	-3.764
PP/MP	22.8±6.6	24.7±6.1	0.862	-0.745
PostTop	393.2±3.6	398.0±4.4	0.172	-4.687
Saddle	125.8±5.8	126.4±6.0	0.791	-0.893
Ar	145.4±7.5	147.1±8.1	0.898	-0.452
Go	123.1±9.3	124.6±6.8	0.449	-0.455

UGo	50.3±3.6	50.1±4.3	0.634	0.217
LGo	71.5±5.2	74.9±4.7	0.610	-2.136
Post YY	69.2±5.6	67.3±5.9	0.661	1.009
Ant YY	103.6±4.5	109.5±7.5	0.122	-3.117
J. Ratio	67.2±4.8	61.5±3.1	0.347	4.629
Y axis	60.3±7.1	64.7±4.8	0.410	-0.123
Ar-Go	39.6±3.7	39.3±4.0	0.955	0.186
Ü1/SN	105.1±7.5	102.1±6.4	0.238	1.256
Ü1/NA	24.3±6.4	23.9±6.9	0.714	-0.169
Ü1-NA	4.3±1.4	4.7±1.7	0.459	-0.981
Ü1/PP	114±6.4	112.5±6.7	0.981	0.582
IMPA	96.5±5.4	96.8±7.9	0.074	-0.253
A1/NB	25.0±5.4	28.4±7.3	0.051	-1.882
A1-NB	3.6±1.5	4.7±2.0	0.177	-3.255
Ü1/A1	124.5±8.1	121.0±8.5	0.800	1.451
PtV-Ü1	49.3±2.5	51.8±3.5	0.216	-2.629
PtV-A1**	42.6±2.3	43.7±5.1	0.004**	-0.918
PtV-Ü6d	10.7±2.3	11.2±2.3	0.891	-0.658
PtV-A6d	8.7±3.1	9.0±2.9	0.965	-0.312
Ls-E	-0.8±2.1	-0.3±2.4	0.223	-0.456
Li-E	-0.5±2.2	0.3±3.0	0.062	-1.003
Nazolab.	103.4±5.1	105.9±4.6	0.142	-1.798
Conv.	160.8±5.4	157.9±4.2	0.156	2.018
O.jet	7.7±3.1	8.1±2.2	0.075	-0.629
O.bite	4.7±1.9	3.8±1.4	0.068	1.603

X: Ortalama, S: Standart sapma, T₀ : Tedavi öncesi

MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu

t değeri: Bağımsız örneklem t testi değişkeni.

p değeri: *: p<0.05 , **: p<0.01 , ***: p<0.001 anlamlı farklılığın belirleyicisidir.

3.1.3. Grup İçi Sefalometrik Karşılaştırma

Modifiye Twin-Star (MTS) ve Maksillatör (M) gruplarında tedavi ile meydana gelen dentofasiyal değişimlerin grup içi karşılaştırılmasında, her iki grupta tedavi başı (T₀) ve tedavi sonu (T₁) arasında istatistiksel olarak anlamlı değişimler görüldü (Çizelge 3.3).

3.1.3.1. Sagittal Yön Parametrelerindeki Değişimlerin Karşılaştırılması

Sagittal yöndeki iskeletsel ölçümler incelendiğinde, birçok parametrede benzer değişimler gözlemlendi. Her iki grupta, SNB açısındaki artış (MTS: 2.3°±1.8, M:

2.5°±1.6), ANB açısındaki azalma (MTS: -2.4°±1.8, M: -2.2°±1.6), Witt's appraisal değerindeki azalma (MTS: -4.4±3.5, M: -2.6±2.1) istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0.001). Ayrıca, Co-A uzunluğundaki artış (MTS: 2.6±2.8, M: 4.4±3.6), Co-Gn uzunluğundaki artış (MTS: 8.0±4.1, M: 6.6±4.4), Mx-Mn değerindeki artış (MTS: 5.3±4.5, M: 2.7±3.2), SL uzunluğundaki artış (MTS: 4.0±3.3, M: 4.6±2.5) ve korpus uzunluğundaki artış (MTS: 3.7±3.7, M: 2.3±1.5) istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0.001). NV-A mesafesi, MTS grubunda istatistiksel olarak anlamlı azalma gösterdi (p=0.014). PtV-Pm mesafesi, MTS grubunda istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi (p<0.001).

Sagittal yöndeki dental parametreler incelendiğinde, her iki grupta U1/SN açısında anlamlı değişim gözlemlenmezken, U1-NA mesafesi M grubunda anlamlı azalma gösterdi (p=0.028). IMPA, MTS grubunda ortalama 2.9±3.7°, M grubunda ise ortalama 3.8±3.2° olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi (p<0.001). A1/NB açısında her iki grupta da anlamlı artış görüldü (MTS: p=0.034, M: p=0.026). A1-NB mesafesi iki grupta artış gösterse de yalnızca MTS grubundaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0.005). Overjet MTS grubunda -4.2±3.3 mm, M grubunda -4.5±1.9 mm değişim gösterdi. Bu değişim her iki grup için istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0.001). PtV-Ü1 mesafesi yalnızca M grubunda -1.6±1.9 olmak üzere anlamlı azalma gösterdi (p<0.001). PtV-A1 mesafesi her iki grupta anlamlı artış gösterirken (p<0.001), PtV-Ü6d mesafesi her iki grupta da anlamlı azalma gösterdi (MTS: p=0.001, M: p<0.001). PtV-A6d mesafesinde ise her iki grupta da anlamlı artış tespit edildi (MTS: p<0.001, M: p<0.001).

Yumuşak doku profili parametreleri incelendiğinde, üst dudak E düzlemi mesafesi her iki grupta da anlamlı artış gösterirken (MTS: (p<0.001, M: p=0.001), alt dudak E düzlemi mesafesindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

3.1.3.2. Vertikal Yön Parametrelerindeki Değişimlerin Karşılaştırılması

Vertikal yöndeki iskeletsel parametreler incelendiğinde, M grubunda SN/GoGn açısında istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edildi (p=0.018). MTS grubunda SN/Okl açısında istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü (p=0.022). Posterior açılar toplamı, her iki grup için anlamlı azalma gösterdi (MTS: p=0.002, M: p<0.001). Üst

gonial açı, her iki grup için anlamlı azalma gösterirken (MTS: $p=0.030$, M: $p=0.045$), alt gonial açı her iki grupta da anlamlı değişim göstermedi.

Posterior yüz yüksekliği her iki grup için anlamlı artış göstermesine karşın ($p<0.001$), anterior yüz yüksekliği yalnız MTS grubunda anlamlı artış gösterdi ($p<0.001$). M grubunda Jarabak oranında anlamlı artış ($p<0.001$), Y aksı açısında anlamlı azalma görüldü ($p=0.028$). Ramus yüksekliği, her iki grupta da anlamlı artış gösterdi ($p<0.001$).

Overbite, MTS grubunda -3.0 ± 1.6 mm, M grubunda -2.5 ± 1.7 mm değişim gösterdi. Bu değişim her iki grup için istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.001$).

3.1.4. Gruplar Arası Sefalometrik Karşılaştırma

Modifiye Twin-Star (MTS) ve Maksillatör (M) gruplarında tedavi ile sagittal yönde meydana gelen dentofasiyal ölçümlerin gruplar arası karşılaştırılmasında, bazı parametrelerin benzer yönde değişim göstermesine karşın bazılarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görüldü (Çizelge 3.3).

3.1.4.1. Sagittal Yön Parametrelerindeki Değişimlerin Karşılaştırılması

1. SNB ve ANB açılarında meydana gelen değişimler incelendiğinde, her iki grupta da SNB açısında anlamlı artış, ANB açısında anlamlı azalma görüldü. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ($p>0.05$).
2. Witt's değerinin MTS grubunda -4.4 ± 3.5 mm, M grubunda -2.6 ± 2.1 mm olarak azaldığı ve bu azalmanın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.033$).
3. PtV-Pm mesafesindeki değişimler incelendiğinde, MTS grubunda 3.4 ± 1.5 mm, M grubunda 0.7 ± 4.2 mm artış görüldü. Her iki grupta görülen artışın istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.009$).
4. Tedavi sonu mandibular korpus uzunluğunun MTS grubunda 3.7 ± 3.7 mm, M grubunda 2.3 ± 1.5 mm arttığı ve bu artışın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.002$).

5. U1/SN açısı MTS grubunda -0.6 ± 1.3 derece, M grubunda -0.1 ± 1.6 derece değişim gösterdi. Bu değişimlerin gruplar arası anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.002$).
6. IMPA, MTS grubunda ortalama $2.9^\circ \pm 3.7$, M grubunda ise ortalama $3.8^\circ \pm 3.2$ olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p<0.001$). Gruplar arası karşılaştırmada anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$).
7. A1-NB mesafesinin MTS grubunda 0.7 ± 1.0 mm, M grubunda 0.3 ± 1.5 mm arttığı ve bu artışın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.031$).
8. Overjetin MTS grubunda 4.2 ± 1.3 mm, M grubunda 4.5 ± 1.9 mm azaldığı ve bu azalmanın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.017$).
9. Yumuşak doku konveksite açısının MTS grubunda $2.6^\circ \pm 4.9$, M grubunda $2.3^\circ \pm 2.9$ arttığı ve bu artışın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği belirlendi ($p=0.027$).

3.1.4.2. Vertikal Yön Parametrelerindeki Değişimlerin Karşılaştırılması

1. SN/GoGn açısında MTS grubunda $0.1 \pm 2.4^\circ$, M grubunda $-1.7 \pm 3.2^\circ$ değişim gözlemlendi. Yalnızca M grubunda istatistiksel olarak anlamlı değişim görüldü ($p=0.018$). Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı.
2. SN/OkI açısı, MTS grubunda 1.2 ± 2.6 derece, M grubunda -0.5 ± 3.3 derece değişim gösterdi. Buna göre okluzal düzlemin MTS grubunda saat yönü, M grubunda ters saat yönü rotasyon yaptığı tespit edildi. Ancak her iki grupta ölçümlenen bu değişimler, gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.
3. Posterior yüz yüksekliğinin her iki grupta da arttığı, bu artışların anlamlı farklılık göstermediği belirlendi. Buna karşın tedavi sonu anterior yüz yüksekliğinin MTS grubunda 5.5 ± 2.5 mm, M grubunda 1.5 ± 4.9 mm arttığı ve bu artışların gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0.041$).

Çizelge 3.3 MTS ve M gruplarında grup içi sefalometrik analiz, tedavi sonu ile başlangıç farklarının (T₁-T₀) gruplar arası sefalometrik karşılaştırması.

Sefalometrik Parametre	Modifiye Twin-Star				Maksillatör				MTS ve M grupları arasında T ₁ - T ₀ karşılaştırması	
	T ₀	T ₁	T ₁ - T ₀	p	T ₀	T ₁	T ₁ - T ₀	p	t	p
	X±S	X±S	X±S		X±S	X±S	X±S			
SNA	80.9±3.5	80.8±3.5	-0.1±0.9	0.569	78.9±2.9	79.1±3.0	0.2±0.9	0.259	1.231	0.856
SNB	75.2±2.6	77.4±3.3	2.3±1.8	<0.001***	71.6±2.9	74.2±2.9	2.5±1.6	<0.001***	0.457	0.929
ANB	5.8±2.2	3.4±1.9	-2.4±1.8	<0.001***	7.2±2.0	5.0±1.9	-2.2±1.6	<0.001***	0.492	0.605
Witt's app	4.6±2.8	0.3±2.7	-4.4±3.5	<0.001***	4.8±2.6	2.2±2.2	-2.6±2.1	<0.001***	2.173	0.033*
Co-A	78.4±4.4	80.9±4.3	2.6±2.8	<0.001***	77.8±4.8	82.2±5.4	4.4±3.6	<0.001***	1.902	0.166
Co-Gn	98.8±4.3	106.6±5.7	8.0±4.1	<0.001***	97.9±6.1	104.5±6.3	6.6±4.4	<0.001***	1.112	0.381
Mx-Mn	20.4±3.6	25.7±3.5	5.3±4.5	<0.001***	20.0±5.8	22.8±4.5	2.7±3.2	<0.001***	2.242	0.130
NV-A	0.8±3.4	-1.1±3.2	-2.0±3.5	0.014*	-1.8±3.5	-0.7±3.6	1.1±4.5	0.269	2.541	0.656
NV-Pog	-6.2±5.7	-5.4±5.3	-0.8±7.1	0.580	-11.1±3.7	-10.3±6.6	0.8±7.8	0.642	0.707	0.880
PtV-A	45.2±2.4	46.1±1.9	0.9±1.2	0.248	48.1±4.1	47.9±3.8	-0.2±1.5	0.843	1.732	0.091
PtV-Pm	37.7±3.5	41.4±4.2	3.4±1.5	<0.001***	35.9±4.6	36.6±3.5	0.7±4.2	0.502	2.752	0.009**
SL	40.7±4.8	44.6±1.2	4.0±3.3	<0.001***	32.9±5.5	37.5±5.5	4.6±2.5	<0.001***	0.660	0.294
SE	17.2±3.9	19.1±3.4	1.8±2.2	<0.001***	18.5±3.5	19.3±3.7	0.8±1.1	0.002**	1.953	0.007**

SN	57.5±2.5	58.7±2.1	1.2±1.5	<0.001***	57.8±3.0	60.0±3.2	2.1±1.7	<0.001***	1.898	0.245
Korpus	64.8±6.3	68.5±6.0	3.7±3.7	<0.001***	64.6±5.1	66.8±5.3	2.3±1.5	<0.001***	1.755	0.002**
FMA	22.0±3.9	21.1±3.4	-0.9±4.0	0.256	25.6±4.1	24.6±5.2	-1.1±5.3	0.345	1.442	0.715
SN/MP	30.8±4.9	30.9±5.6	0.1±2.4	0.923	31.6±4.3	30.9±4.4	-1.7±3.2	0.018*	2.231	0.395
SN/Occ	16.3±5.1	17.7±4.3	1.2±2.6	0.022*	21.3±3.8	20.8±3.6	-0.5±3.3	0.470	1.926	0.372
PP/MP	22.8±6.6	22.5±5.5	-0.4±4.2	0.720	24.7±6.1	26.3±4.4	1.6±4.8	0.126	1.468	0.165
Total Post.	393.2±3.6	391.7±4.6	-1.5±2.2	0.002**	398.0±4.4	396.3±4.6	-2.6±2.4	<0.001***	1.579	0.832
Saddle	125.8±5.8	123.0±6.5	-2.8±4.5	0.005**	126.4±6.0	125.5±6.8	-1.9±4.3	0.047*	0.693	0.507
Ar	145.4±7.5	147.8±6.5	-2.4±6.7	0.085	147.1±8.1	147.5±8.9	0.5±6.0	0.712	1.040	0.452
Go	123.1±9.3	120.8±5.9	-2.3±6.9	0.116	124.6±6.8	123.4±5.8	-1.1±4.2	0.212	0.714	0.104
UGo	50.3±3.6	48.8±3.1	-1.6±3.4	0.030*	50.1±4.3	48.5±4.3	-1.6±3.5	0.045*	0.081	0.607
LGo	71.5±5.2	72.0±4.7	0.6±2.8	0.362	74.9±4.7	74.8±4.6	-0.1±2.0	0.779	0.988	0.197
Post YY	69.2±5.6	74.2±5.7	5.2±2.9	<0.001***	67.3±5.9	70.9±5.0	3.6±3.9	<0.001***	1.537	0.163
Ant YY	103.6±4.5	108.9±5.4	5.5±2.5	<0.001***	109.5±7.5	111.0±5.4	1.5±4.9	0.167	3.554	0.041*
J. Ratio	67.2±4.8	68.1±5.1	1.0±2.7	0.091	61.5±3.1	63.7±3.1	2.2±2.2	<0.001***	1.631	0.554
Y axis	60.3±7.1	60.1±3.4	-0.3±7.1	0.879	64.7±4.8	62.0±3.7	-2.7±6.0	0.038*	1.282	0.590
Ar-Go	39.6±3.7	43.8±4.8	4.2±3.0	<0.001***	39.3±4.0	42.9±3.9	3.6±3.0	<0.001***	1.002	0.871
U1/SN	105.1±7.5	104.4±6.4	-0.6±4.3	0.364	102.1±6.4	102.0±6.9	-0.1±1.6	0.803	0.527	0.002**
U1/NA	24.3±6.4	23.4±5.2	-0.9±4.3	0.363	23.9±6.9	22.9±6.8	-1.1±4.1	0.218	0.398	0.623
U1-NA	4.3±1.4	3.0±1.5	1.3±3.7	0.695	4.7±1.7	3.0±1.6	-1.7±3.5	0.028	0.417	0.238
U1/PP	114±6.4	112.7±5.1	-1.3±3.7	0.086	112.5±6.7	112.1±7.0	-0.3±3.1	0.602	0.915	0.192
IMPA	96.5±5.4	99.6±6.9	2.9±3.7	<0.001***	96.8±7.9	100.6±7.8	3.8±3.2	<0.001***	0.911	0.789
A1/NB	25.0±5.4	26.5±5.8	1.5±4.3	0.034*	28.4±7.3	30.7±6.7	2.3±4.6	0.026*	0.258	0.821
A1-NB	3.6±1.5	4.2±1.6	0.7±1.0	0.005**	4.7±2.0	5.0±1.1	0.3±1.5	0.361	2.552	0.031*

U1/A1	124.5±8.1	125.4±7.9	1.1±5.2	0.440	121.0±8.5	121.1±9.8	0.1±7.0	0.943	0.568	0.419
PtV-Ü1	49.3±2.5	49.5±2.4	0.2±1.7	0.641	51.8±3.5	50.2±2.7	-1.6±1.9	<0.001***	3.722	0.001**
PtV-A1	42.6±2.3	46.2±1.9	3.6±1.8	<0.001***	43.7±5.1	47.0±3.7	3.3±2.2	<0.001***	0.082	0.935
PtV-Ü6d	10.7±2.3	10.3±2.8	-0.4±0.7	0.001**	11.2±2.3	10.3±1.7	-0.9±1.0	<0.001***	1.276	0.209
PtV-A6d	8.7±3.1	12.4±3.0	3.7±1.8	<0.001***	9.0±2.9	11.6±1.5	2.6±2.1	<0.001***	1.485	0.145
Ls-E	-0.8±2.1	-2.6±2.0	-2.0±1.7	<0.001***	-0.3±2.4	-1.7±2.1	-1.4±1.7	0.001**	1.257	0.736
Li-E	-0.5±2.2	-0.4±2.6	0.1±1.7	0.500	0.3±3.0	0.4±2.5	0.0±2.2	0.925	0.137	0.538
Nasolab	103.4±5.1	102.7±8.2	-0.8±4.4	0.241	105.9±4.6	102.4±5.7	-3.5±2.5	<0.001***	2.507	0.107
Conv.	160.8±5.4	163.3±5.0	2.6±4.9	0.022*	157.9±4.2	160.1±4.9	2.3±2.9	<0.001***	0.279	0.027*
O.jet	7.7±3.1	3.5±1.8	-4.2±3.3	<0.001***	8.1±2.2	3.7±2.0	-4.5±1.9	<0.001***	0.111	0.017*
O.bite	4.7±1.9	1.7±1.5	-3.0±1.6	<0.001***	3.8±1.4	1.4±1.7	-2.5±1.7	<0.001***	1.064	0.469

X: Ortalama, S: Standart sapma,

T₀ : Tedavi öncesi, T₁ : Fonksiyonel tedavi sonrası, T₁ - T₀ : Sefalometrik parametrelerde tedavi ile meydana gelen değişim.

MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu.

t değeri: Bağımsız örneklem t testi değişkeni,

p değeri: *: p<0.05 , **: p<0.01 , ***: p<0.001 anlamlı farklılığın belirleyicisidir.

3.2. Elektromiyografik Bulguların Analizi

3.2.1. Örneklemelerin Tedavi Öncesi Elektromiyografik Karşılaştırması

3.2.1.1. Tedavi Öncesi İstirahat Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Modifiye Twin-Star ve Maksillatör gruplarının tedavi öncesi istirahat kas aktivitelerinin gruplar arası karşılaştırmasında örneklemeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 Örneklemelerin tedavi öncesi istirahat kas aktivitelerinin (μV) gruplar arası karşılaştırması.

	MTS	M	MTS - M Karşılaştırması	
	Median (ÇAG)	Median (ÇAG)	Z	p
Tsağ	27 (9.5)	31 (15.5)	-1.260	>0.05
Tsol	28 (10)	33 (12.5)	-0.828	>0.05
Msağ	25 (16.5)	30 (18)	-1.190	>0.05
Msol	32 (16.5)	36 (26)	-0.810	>0.05
S	36 (14.5)	37 (31)	-0.345	>0.05

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$. Z değeri: Mann-Whitney-U testinde $|Z| > 1.96$, anlamlı farklılığın göstergesidir. Tsağ, Tsol: Sağ ve sol temporal kasın anterior kısmı, Msağ, Msol: Sağ ve sol masseter kas, S: Submental bölge kasları (mylohyoid, geniohyoid and anterior digastrik kas kompozisyonu). MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu. ÇAG: Çeyreklikler arası genişlik.

3.2.1.2. Tedavi Öncesi Yutkunma Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Modifiye Twin-Star ve Maksillatör gruplarının tedavi öncesi yutkunma kas aktivitelerinin gruplar arası karşılaştırmasında örneklemeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 Örneklemlerin tedavi öncesi yutkunma kas aktivitelerinin (μV) gruplar arası karşılaştırması.

	MTS	M	MTS - M Karşılaştırması	
	Median (ÇAG)	Median (ÇAG)	Z	p
Tsağ	104 (72.3)	90 (52)	-1.068	>0.05
Tsol	114 (69.4)	90 (21.5)	-1.430	>0.05
S	262 (103.5)	282 (61.5)	-0.569	>0.05

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$. Z değeri: Mann-Whitney-U testinde $|Z| > 1.96$, anlamlı farklılığın göstergesidir. Tsağ, Tsol: Sağ ve sol temporal kasın anterior kısmı, S: Submental bölge kasları (mylohyoid, geniohyoid and anterior digastrik kas kompozisyonu). MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu. ÇAG: Çeyreklikler arası genişlik.

3.2.1.3. Tedavi Öncesi Maksimum Isırma Ölçümlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Modifiye Twin-Star ve Maksillatör gruplarının tedavi öncesi maksimum ısırma kas aktivitelerinin gruplar arası karşılaştırmasında örneklemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Örneklemelerin tedavi öncesi maksimum ısırma kas aktivitelerinin (μV) gruplar arası karşılaştırması.

	MTS	M	MTS - M Karşılaştırması	
	Median (ÇAG)	Median (ÇAG)	Z	p
Tsağ	271 (100.5)	236 (53)	-1.240	>0.05
Tsol	249 (105)	225 (33)	-1.016	>0.05
Msağ	239 (120.5)	263 (88)	-0.947	>0.05
Msol	227 (122)	277 (127.5)	-1.413	>0.05

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$. Z değeri: Mann-Whitney-U testinde $|Z| > 1.96$, anlamlı farklılığın göstergesidir. Tsağ, Tsol: Sağ ve sol temporal kasın anterior kısmı, Msağ, Msol: Sağ ve sol masseter kas. MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu. ÇAG: Çeyreklikler arası genişlik.

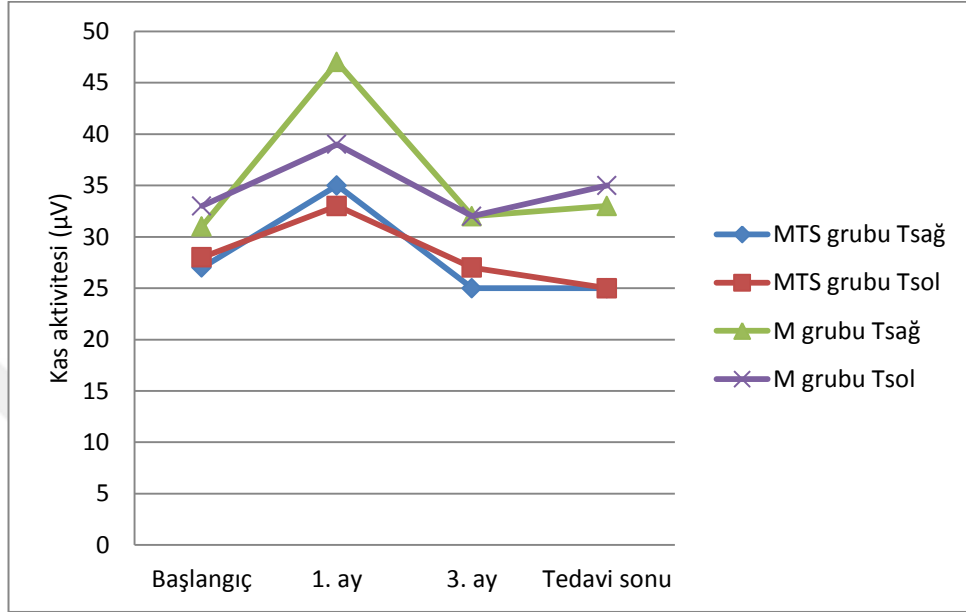
3.2.2. Modifiye Twin-Star ve Maksillatör Gruplarında Başlangıç İle Tedavi Sonu Arasında Kas Aktivitelerinde Meydana Gelen Değişimlerin Grup İçi ve Gruplararası Karşılaştırması

3.2.2.1. İstirahat Ölçümlerinin Analizi

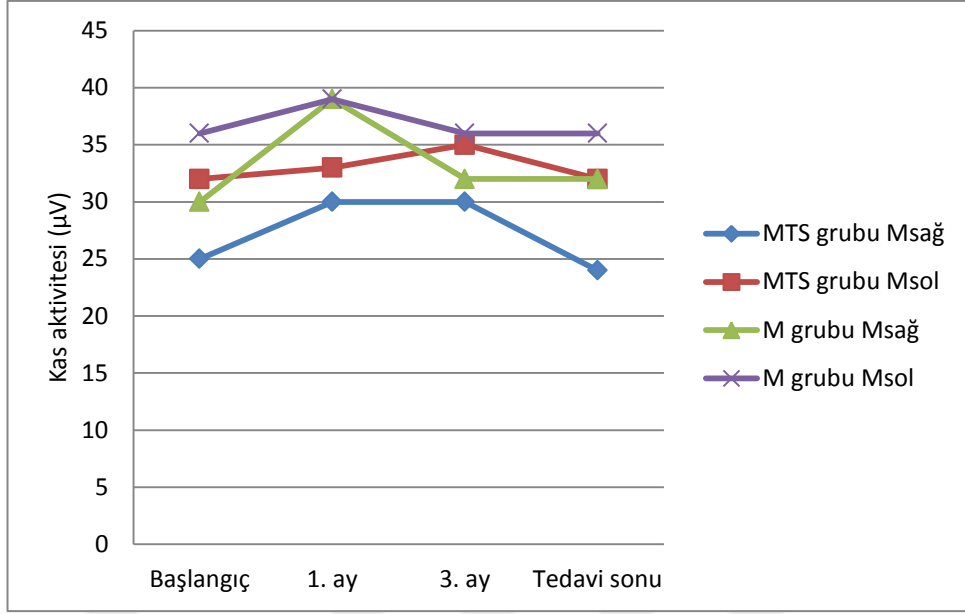
- Her iki grupta da istirahat halindeki sağ-sol anterior temporal, masseter ve submental kas kompozisyonunun (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) 1. ay kas aktivitesi, başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi. Bu değişim MTS grubunda bütün kas gruplarında görülürken (Tsağ: $p=0.007$, Tsol: $p=0.007$, Msağ: $p=0.004$, Msol: $p=0.023$, S: $p=0.003$) M grubunda sadece sağ temporal kasta gözlemlendi (Tsağ: $p=0.009$).
- Ölçümlenen kas aktivitesi değerlerinin 1. aydan itibaren azalarak fonksiyonel ortopedik tedavi sonunda başlangıç değerine yaklaştığı görüldü.
- Grup içi değerlendirmede her iki grupta da istirahat kas aktivitesi ölçümlerinde tedavi başı ve tedavi sonu arasında istatistiksel olarak anlamlı

farklılık bulunmadı ($p>0.05$).

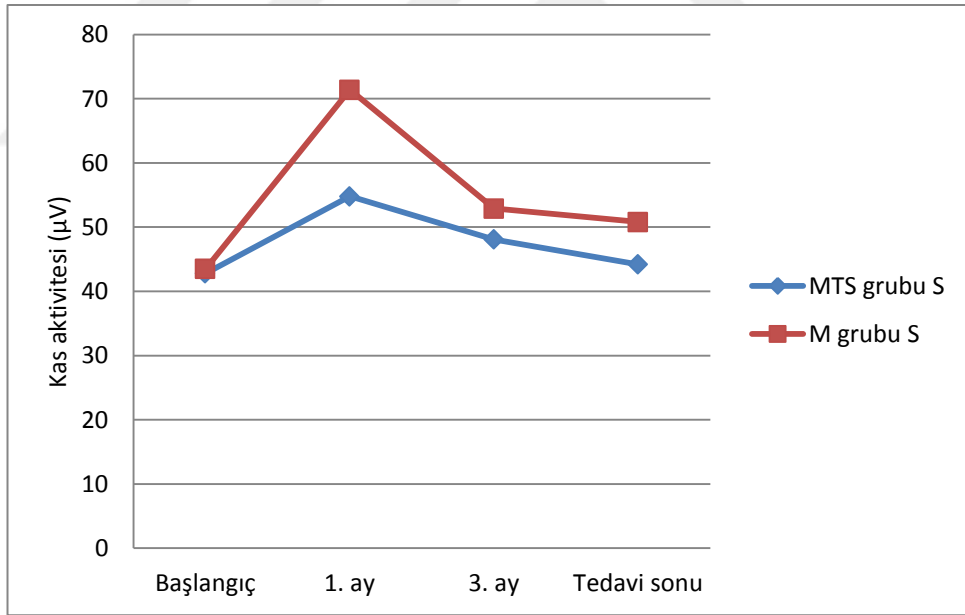
- Her iki grubun tedavi sonu istirahat kas aktiviteleri ile başlangıç değerleri karşılaştırıldığında MTS grubunda daha az farklılık gözlemlendi (Tsol: Z: -2.069, $p=0.039$; S: Z: -4.893, $p<0.001$) (Çizelge 3.7, Şekil 3.1, 3.2, 3.3).



Şekil 3.1 *m. temporalis*' in anterior kısmının istirahat kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.



Şekil 3.2 *m. masseter*' in istirahat kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.



Şekil 3.3 Submental (S) bölge istirahat kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.

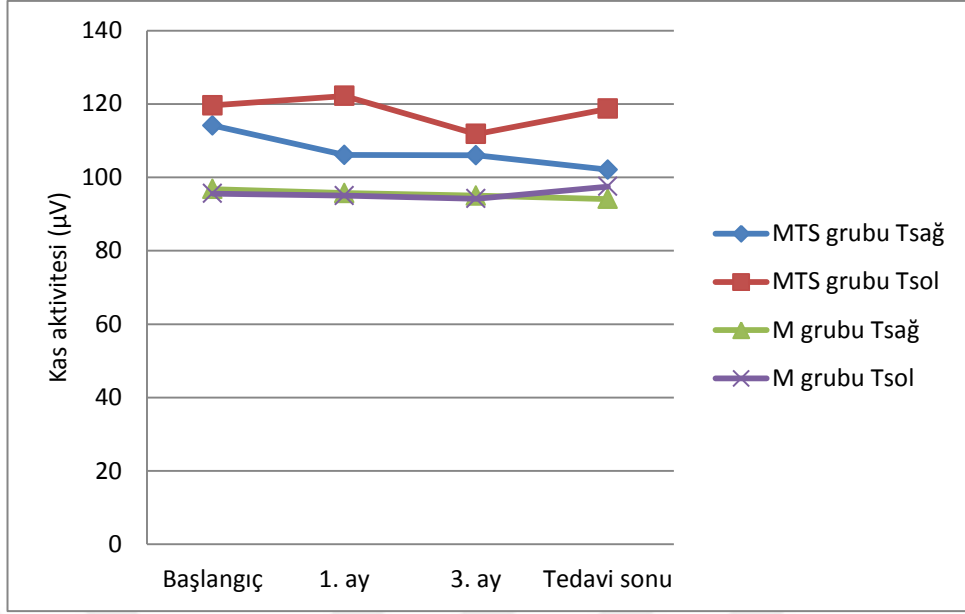
Çizelge 3.7 İstirahat ölçümlerini gösteren Median ve Çeyreklikler arası genişlik (ÇAG) değerleri ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırma çizelgesi.

İstirahat kas aktivitesi (μV)	Modifiye Twin-Star					Maksillatör					Gruplar arası $T_1 - T_0$ karşılaştırması	
	1	2	3	4	p (Zaman)	1	2	3	4	p (Zaman)	Z	p
Tsağ	27 (10)	35 (16)	25 (24)	25 (14)	0.007** (1-2)	31 (16)	47 (25)	32 (19)	33 (13)	0.009** (1-2)	-0.655	0.512
Tsol	28 (10)	33 (19)	27 (8)	25 (12)	0.007** (1-2)	29 (13)	39 (21)	32 (13)	35 (16)	-	-2.069	0.039*
Msağ	25 (16.5)	30 (35.5)	30 (18)	24 (23.5)	0.004** (1-2)	30 (18)	39 (27)	32 (33.5)	32 (12.5)	-	-0.362	0.717
Msol	32 (16.5)	33 (32.5)	35 (18)	32 (17)	0.023* (1-2)	36 (26)	39 (17)	36 (17)	36 (18.5)	-	-0.103	0.918
S	36 (14.5)	46 (39)	44 (26.5)	43 (21.5)	0.003** (1-2)	37 (31)	64.5 (64.5)	46 (27.5)	54 (19.5)	-	-4.893	<0.001***

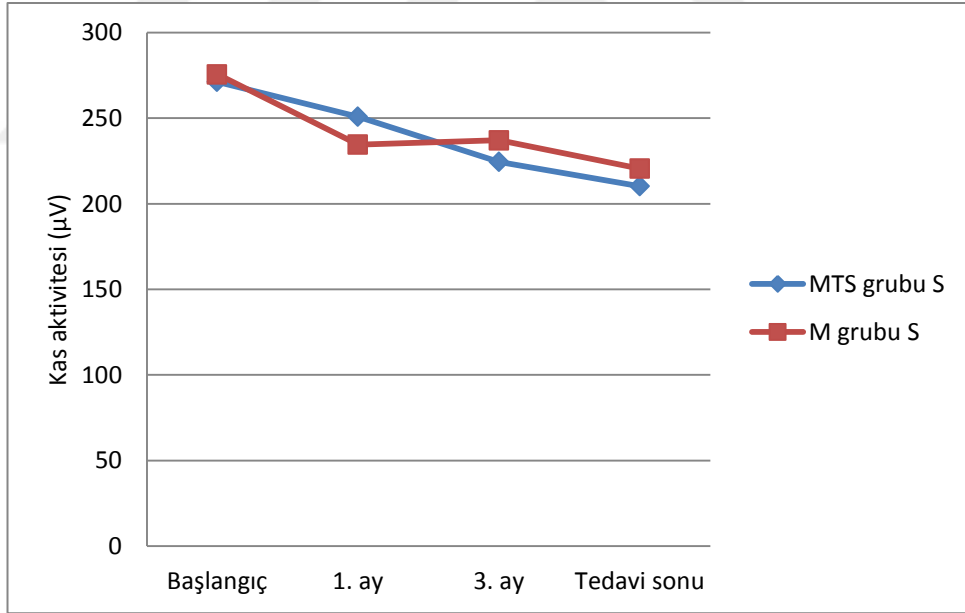
Tsağ, Tsol: Sağ ve sol temporal kasın anterior kısmı, Msağ, Msol: Sağ ve sol masseter kas, S: Submental bölge kasları (mylohyoid, geniohyoid and anterior digastrik kas kompozisyonu). MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu. 1: Tedavi öncesi (T_0), 2: Birinci ay, 3: Üçüncü ay, 4: Fonksiyonel tedavi sonrası (T_1). Z değeri: $|Z| > 1.96$ Mann-Whitney-U testinde anlamlı farklılığın belirleyicisidir. p değeri: *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$ anlamlı farklılığın belirleyicisidir.

3.2.2.2. Yutkunma Ölçümlerinin Analizi

- Yutkunma sırasında submental kas aktivitesi ölçümlerinde, tedavi başından tedavi sonuna kadar istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edildi. Bu azalma, MTS grubunda başlangıç ile 3. ay, başlangıç ile tedavi sonu, 1. ay ile 3. ay ve 1. ay ile tedavi sonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0.001$).
- M grubunda ölçümlenen kas aktivitesi düşüşü, başlangıç ile 1. ay, arasında ($p<0.001$), başlangıç ile 3. ay arasında ($p=0.005$), başlangıç ile tedavi sonu arasında ($p=0.001$) ve 3. ay ile tedavi sonu arasında ($p=0.036$). istatistiksel olarak anlamlı bulundu.
- Başlangıç ile tedavi sonu arasında yutkunma kas aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Çizelge 3.8, Şekil 3.4, 3.5).



Şekil 3.4 *m. temporalis*'in anterior kısmının yutkunma kas aktivitesinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.



Şekil 3.5 Submental (S) bölge yutkunma kas aktivitesinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.

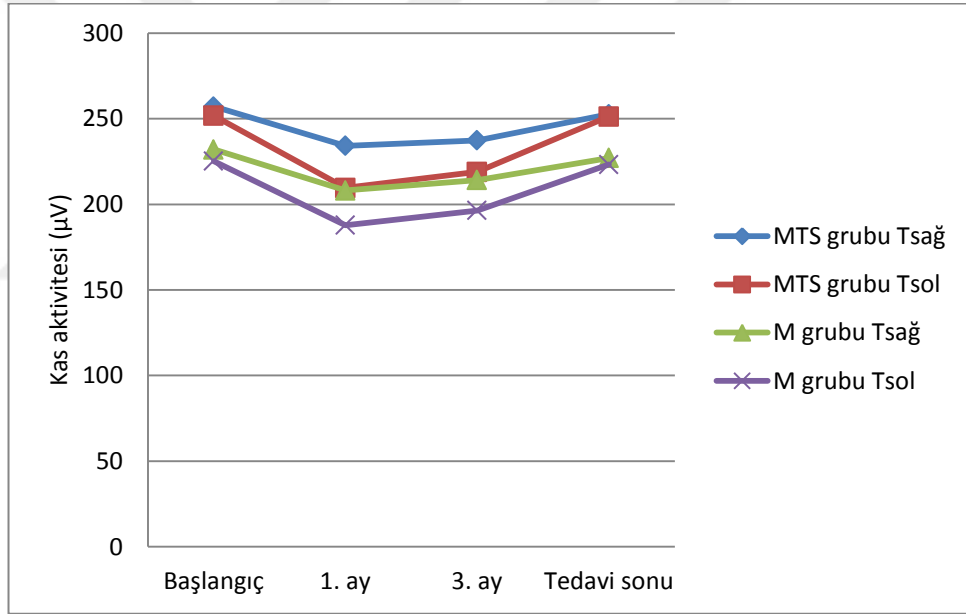
Çizelge 3.8 Yutkunma ölçümlerini gösteren Median ve Çeyreklikler arası genişlik (ÇAG) değerleri ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırma çizelgesi.

Yutkunma kas aktivitesi (µV)	Modifiye Twin-Star					Maksillatör					Gruplar arası T ₁ - T ₀ karşılaştırması	
	1	2	3	4	p (Zaman)	1	2	3	4	p (Zaman)	Z	p
Tsağ	104 (72.3)	116 (73)	100 (90.4)	89.3 (70.9)	-	90 (52)	83.5 (47)	87.3 (63.5)	94.3 (58.9)	-	-1.309	0.191
Tsol	114 (69.4)	114 (65.7)	109 (70)	105 (84.6)	-	90 (27.5)	85 (40.2)	82.2 (47.5)	110 (73.8)	-	-0.258	0.796
S	262 (103.5)	224 (95)	217 (99)	216 (80.5)	0.002** (1-2) 0.001*** (1-3) 0.001*** (1-4) 0.001*** (2-3) 0.006** (3-4)	282 (61.5)	231 (78.5)	242 (57.5)	233 (52)	<0.001*** (1-2) 0.005** (1-3) 0.001** (1-4) 0.036** (3-4)	-0.293	0.770

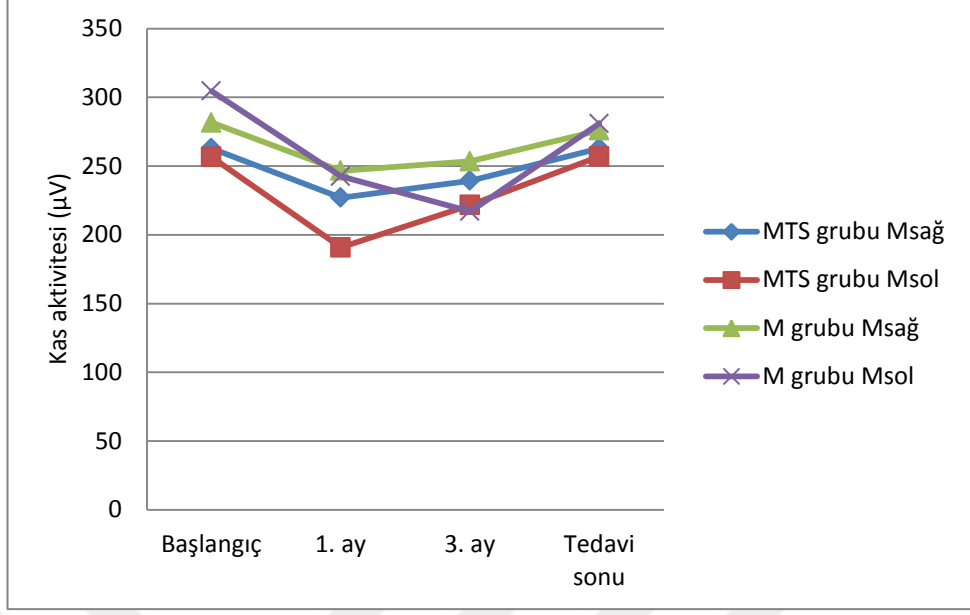
Tsağ, Tsol: Sağ ve sol temporal kasın anterior kısmı, S: Submental bölge kasları (mylohyoid, geniohyoid and anterior digastrik kas kompozisyonu). MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu, 1: Tedavi öncesi (T₀), 2: Birinci ay, 3: Üçüncü ay, 4: Fonksiyonel tedavi sonrası (T₁). Z değeri: |Z|>1.96 Mann-Whitney-U testinde anlamlı farklılığın belirleyicisidir. p değeri: *: p<0.05 , **: p<0.01 , ***: p<0.001 anlamlı farklılığın belirleyicisidir.

3.2.2.3. Maksimum ısırma Ölçümlerinin Analizi

- Maksimum ısırma sırasında elde edilen sağ-sol anterior temporal ve masseter kasların 1. ay kas aktivitesi ölçümlerinde, her iki grupta da başlangıç ölçümüne göre istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edildi (MTS grubu: Tsağ: $p=0.036$, Tsol: 0.005 , Msağ: $p=0.015$, Msol: $p=0.001$; M grubu: Tsol: $p=0.017$, Msağ: $p=0.026$, Msol: $p=0.009$).
- Her iki kas grubunda ölçülen kas aktivitesi değeri 1. aydan itibaren artarak başlangıç değerine yaklaştı.
- Başlangıç ile tedavi sonu arasında maksimum ısırma (MVC) kas aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Çizelge 3.9, Şekil 3.6, 3.7).



Şekil 3.6 *m. temporalis*' in anterior kısmının maksimum ısırma kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.



Şekil 3.7 *m. masseter*' in maksimum ısırma kas aktivitelerinin Median (ÇAG) değerlerinin zamanla değişimini gösteren grafik.

Çizelge 3.9 Maksimum ısırma (MVC) ölçümlerini gösteren Median ve Çeyreklikler arası genişlik (ÇAG) değerleri ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırma çizelgesi.

MVC kas aktivitesi (µV)	Modifiye Twin-Star					Maksillatör					Gruplar arası T ₁ - T ₀ karşılaştırması	
	1	2	3	4	p (Zaman)	1	2	3	4	p (Zaman)	Z	p
Tsağ	271 (101)	223 (67)	227 (86)	263 (113)	0.036* (1-2)	236 (53)	212 (62)	219 (82)	225 (15)	0.015* (2-4)	-0.241	0.809
Tsol	239 (105)	195 (105)	214 (91)	242 (100)	0.005** (1-2) 0.011* (1-3) 0.23* (3-4)	225 (33)	199 (72)	203 (84)	220 (36)	0.017** (1-2) 0.029* (1-3) 0.023* (2-4)	-0.810	0.418
Msağ	239 (120.5)	235 (58.5)	222 (91)	255 (107)	0.015** (1-2) 0.001** (2-4) 0.037* (3-4)	263 (88)	207 (118)	232 (134)	280 (120)	0.026* (1-2)	-0.086	0.931
Msol	227 (122)	190 (64)	227 (68.5)	261 (112.5)	0.001** (1-2) 0.018* (1-3) 0.006** (2-3) 0.001** (2-4) 0.002** (3-4)	277 (127.5)	200 (117)	196 (29)	266 (106.5)	0.009** (1-2) 0.006** (1-3) 0.003** (3-4)	-0.775	0.438

Tsağ, Tsol: Sağ ve sol temporal kasın anterior kısmı, Msağ, Msol: Sağ ve sol masseter kas. 1: Tedavi öncesi (T₀), 2: Birinci ay, 3: Üçüncü ay, 4: Fonksiyonel tedavi sonrası (T₁). MTS: Modifiye Twin-Star grubu, M: Maksillatör grubu. Z değeri: |Z|>1.96 Mann-Whitney-U testinde anlamlı farklılığın belirleyicisidir. p değeri: *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001 anlamlı farklılığın belirleyicisidir.

3.3. Çalışma Gruplarından Örnek Olgular

3.3.1. Modifiye Twin-Star Grubu Örnek Olgu

Kliniğimize, alt dişleri ile üst dişeri arasında fazla mesafe olması şikayeti ile başvuran, 10 yıl 3 aylık, pubertal büyüme atılımının tepe noktasında (MP3cap), 5,2° ANB ve 6,4 mm overjete sahip iskeletsel sınıf II, dental sınıf II divizyon 1 vaka, 10 ay boyunca Modifiye Twin-Star apareyi ile tedavi edildi (Resim 4.1, 4.2, 4.3, 4.4; Şekil 4.1, 4.2). Meydana gelen dentofasial değişimler, klinik değerlendirme, sefalometrik radyografi ölçümleri ve EMG kayıtları ile tespit edildi.

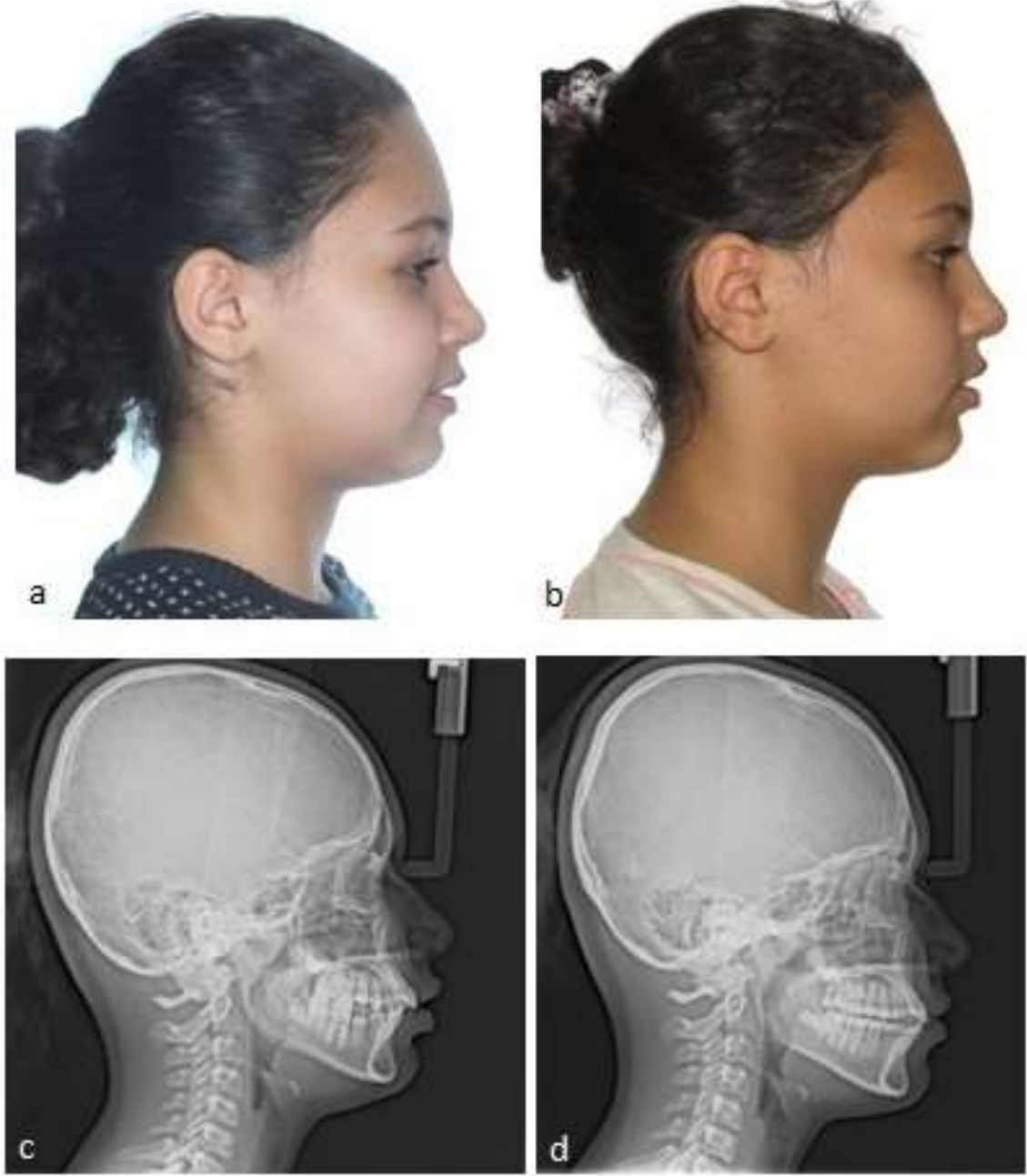
Modifiye Twin-Star apareyi ile gerçekleştirdiğimiz 10 aylık fonksiyonel ortopedik tedavi sonrasında ANB açısında 3 °, overjette 4,1 mm, Nvert-Pog' da 5 mm, U1 / PP açısında 2,9° azalma belirlendi. Ayrıca hastada Efektif mandibular uzunluk (Cond – Gn) 4 mm, IMPA 2° artış gösterdi.



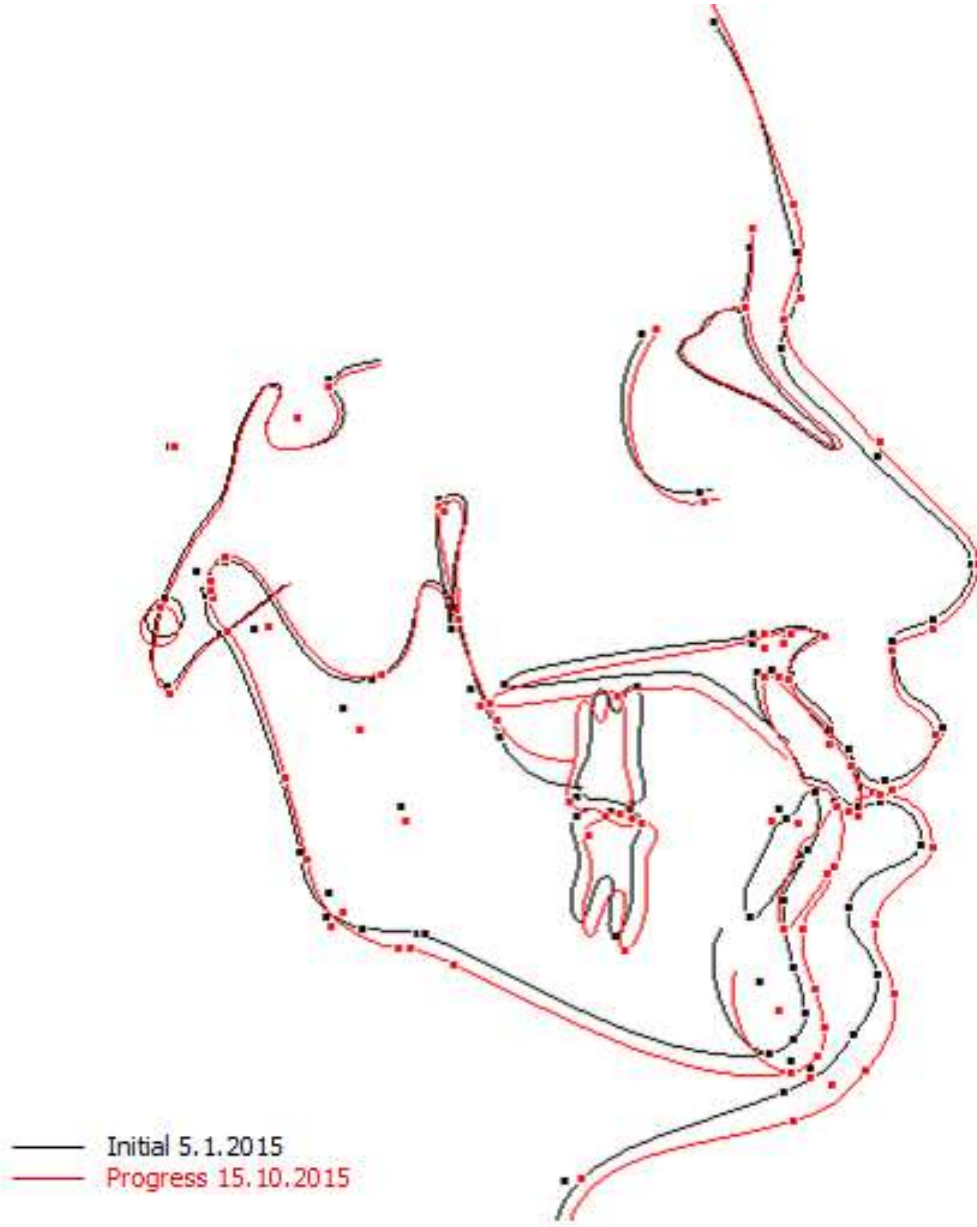
Şekil 3.8 Modifiye Twin-Star apareyi ile tedavi edilen hastanın apareyli ağız içi fotoğrafı.



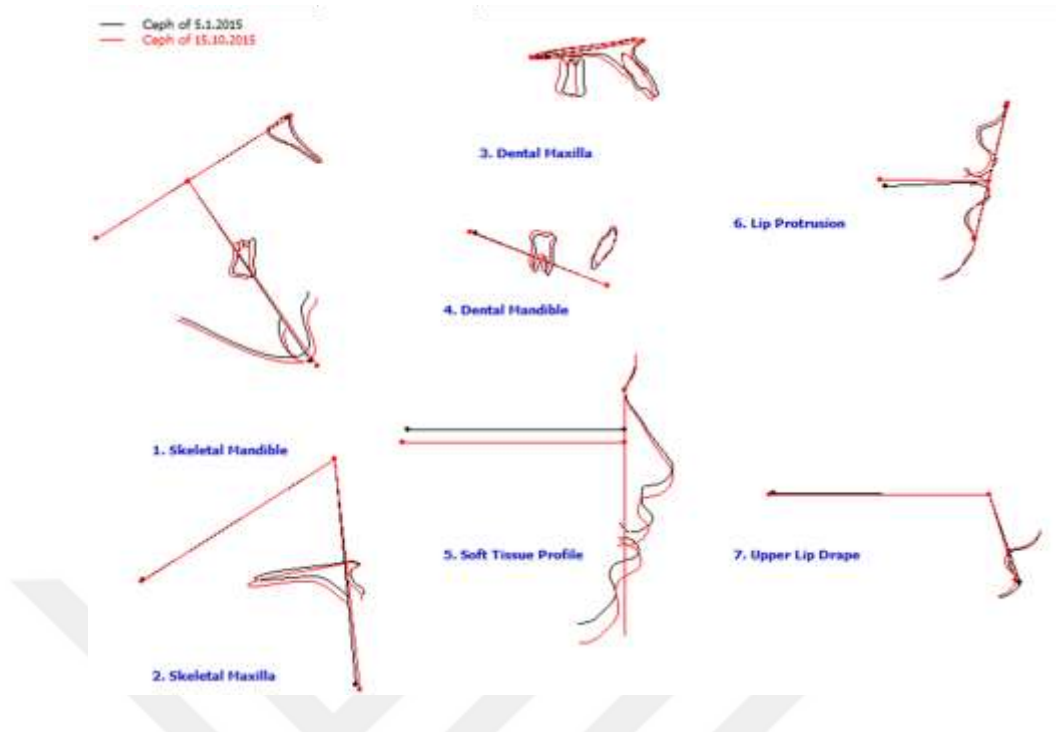
Şekil 3.9 Modifiye Twin-Star apareyi kullanan olgunun başlangıç (a ve c) ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu faz 1 (sabit tedavi öncesi) ağız içi fotoğrafları (b ve d).



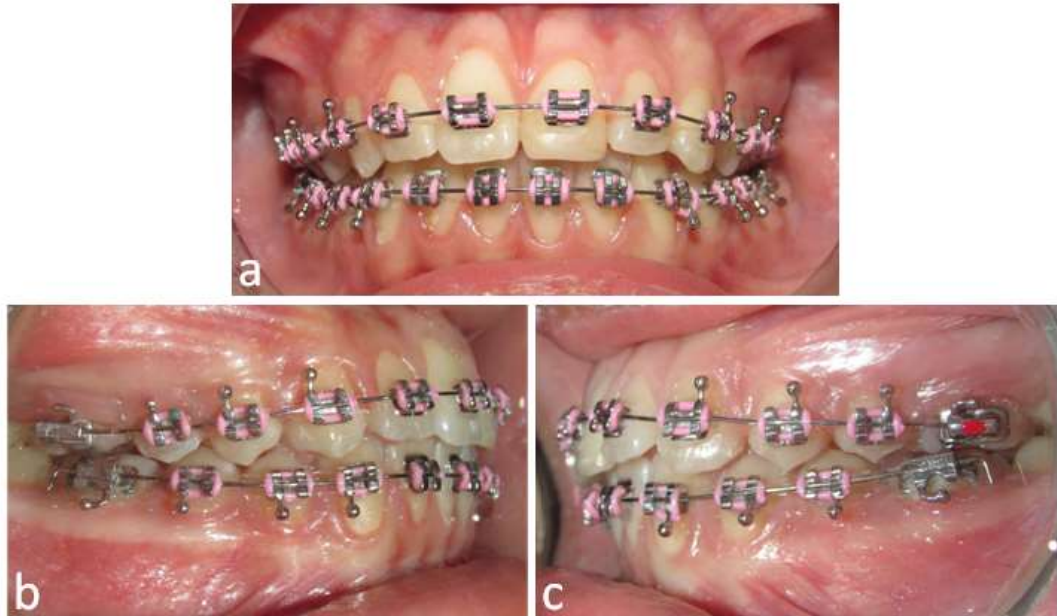
Şekil 3.10 Modifiye Twin-Star apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu profil fotoğrafları (sırasıyla a ve b), sefalometrik radyografları (sırasıyla c ve d).



Şekil 3.11 Modifiye Twin-Star apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu SN düzlemi üzerinde total sefalometrik çakıştırması.



Şekil 3.12 Modifiye Twin-Star kullanan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu lokal sefalometrik çakıştırılmaları.



Şekil 3.13 Modifiye Twin-Star apareyi kullanan olgunun 6. ay sabit tedavi fotoğrafları (alt ve üst .016 NiTi arkteli ile birlikte).

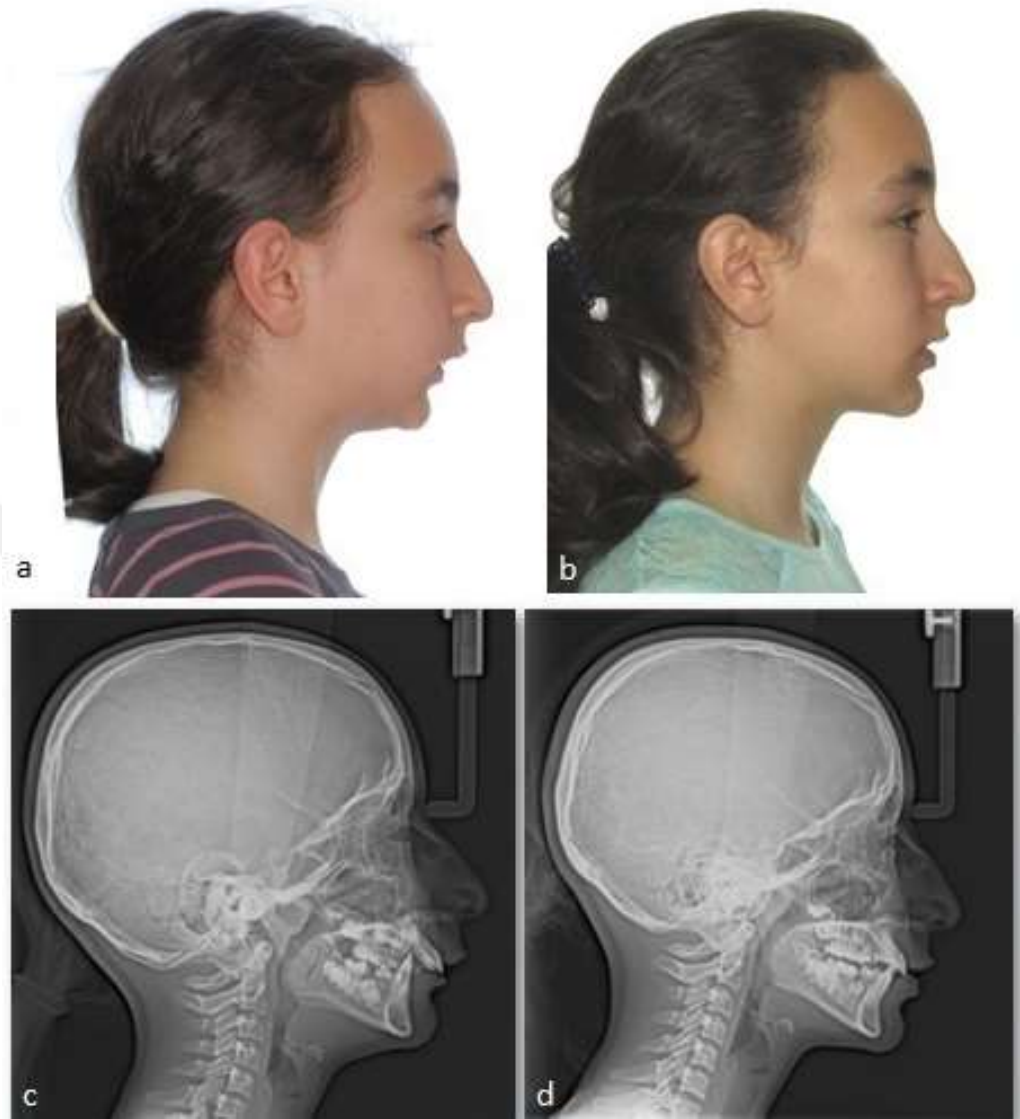
3.3.2. Maksillatör Grubu Örnek Olgu

Kliniğimize, alt çenesinin küçük olması şikayeti ile başvuran, 10 yıl 11 aylık, pubertal büyüme atılımının tepe noktasında (MP3cap), 7° ANB ve 12,9 mm overjete sahip iskeletsel sınıf II, dental sınıf II divizyon 1 vaka, 10 ay boyunca Maksillatör apareyi ile tedavi edildi (Resim 4.5, 4.6, 4.7, Şekil 4.3, 4.4). Meydana gelen dentofasial değişimler, klinik değerlendirme, sefalometrik radyografi ölçümleri ve EMG kayıtları ile tespit edildi.

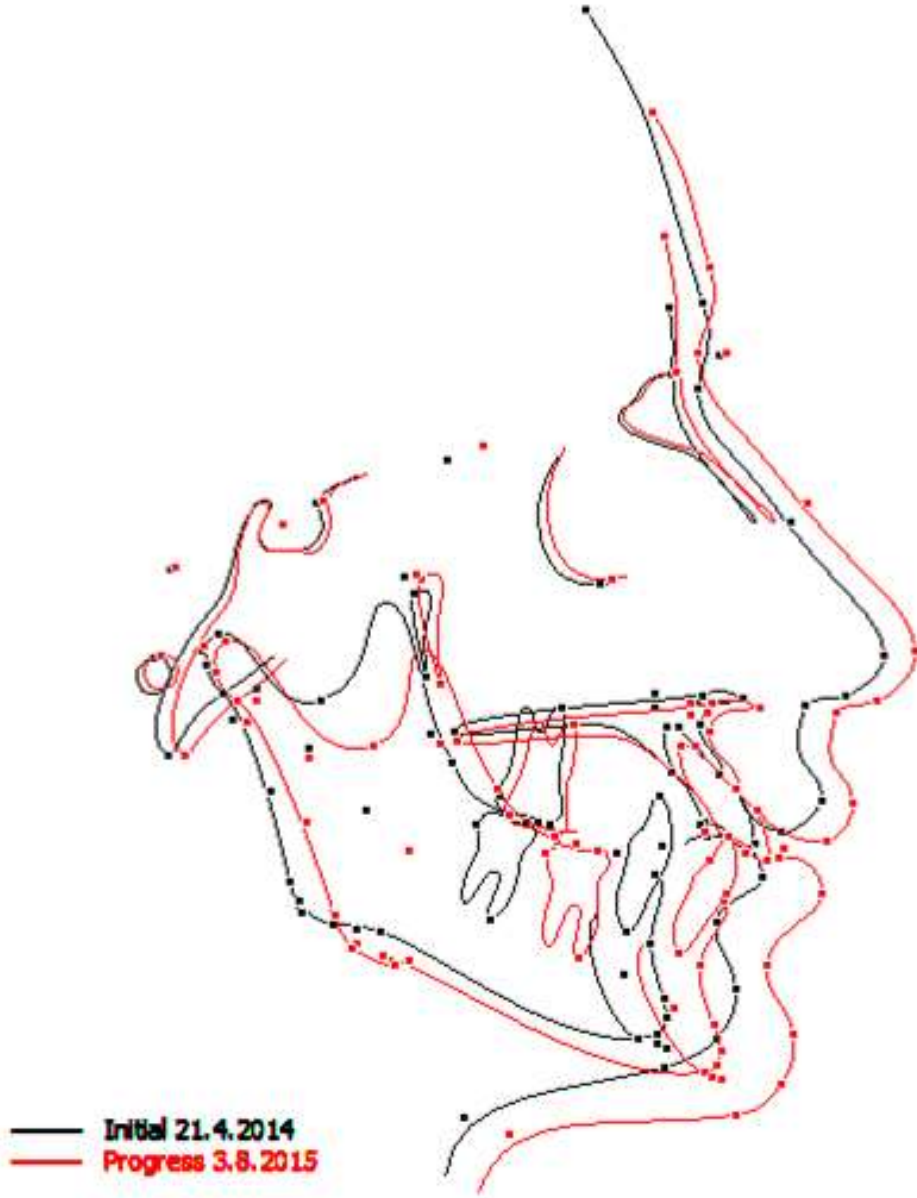
Maksillatör apareyi ile gerçekleştirdiğimiz 15 aylık fonksiyonel ortopedik tedavi sonrasında ANB açısında 4°, overjette 8,1 mm, Nvert-Pog' da 5 mm, U1 / PP açısında 2,6° azalma belirlendi. Ayrıca hastada Efektif mandibular uzunluk (Cond – Gn) 12 mm, IMPA 7° artış gösterdi.



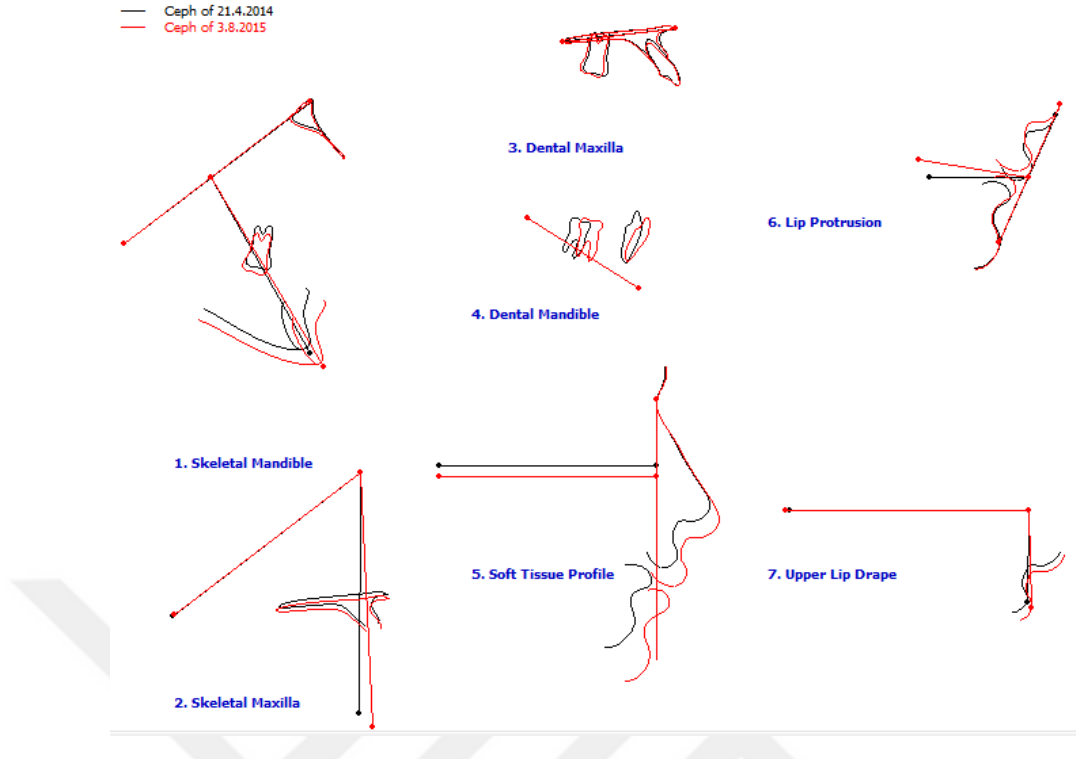
Şekil 3.14 Maksillatör apareyi kullanan olgunun başlangıç (a ve c) ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu (b ve d) ağız içi fotoğrafları.



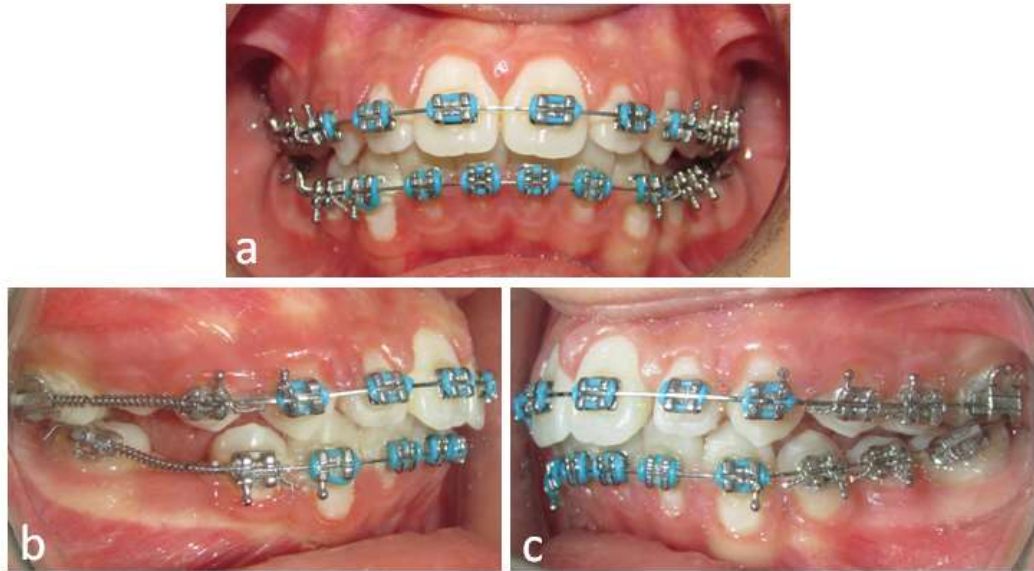
Şekil 3.15 Maksillatör apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu profil fotoğrafları (a ve b), sefalometrik radyografları (c ve d).



Şekil 3.16 Maksillatör apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu SN düzlemi üzerinde total sefalometrik akıştırması.



Şekil 3.17 Maksillatör apareyi ile fonksiyonel ortopedik tedavisi yapılan olgunun başlangıç ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu lokal sefalometrik çakıştırmaları.



Şekil 3.18 Maksillatör apareyi kullanan olgunun 6. ay sabit tedavi fotoğrafları (a), (b) ve (c). Alt .014 NiTi, üst .016x.016 NiTi arkteli, sağ alt ve üst daimi 2. premolarlar için yer koruyucu pasif coil springler ile birlikte ağız içi fotoğrafları.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Araştırmanın Özgünlüğü

20 yılı aşkın süredir yaygın olarak kullanılan Clark (1982)' in Twin-Blok apareyi, sosyal ve psikolojik nedenlerle hastalar tarafından kullanılmak istenmemektedir (Nedwed ve Miethke, 2005). Mahadevia ve ark. (2014) tarafından Twin-Blok apareyine alternatif olarak tasarlanan Twin-Star apareyi, hasta odaklı yaklaşımın öncülüğünü yapan ve bu felsefeyi temsil eden önemli bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu aparey ile ilgili literatürde yalnızca bir vaka raporu bulunmaktadır.

Araştırmamız için yeni tasarladığımız, dentofasiyal ve miyolojik etkilerini incelediğimiz Modifiye Twin-Star apareyi, Twin-Star apareyi üzerinde birtakım modifikasyonlar uyguladığımız yeni bir fonksiyonel apareydir. Bu modifikasyonlar şunlardır;

- 1) Twin-Star apareyinden farklı olarak maksiller arktaki dental transversal yetersizliği fonksiyonel tedavi ile eş zamanlı düzeltmek için üst plağın orta hattına, maksiller 1. premolarlardan geçen transversal hat üzerinde lokalize olacak şekilde ekspansiyon vidası yerleştirilmiştir.
- 2) Modifiye Twin-Star apareyinde, Twin-Star apareyinden farklı olarak alt plağın sınırları, alt keserlerin lingulinde 2-3 mm gingivayı içine alacak şekilde belirlenmiştir. Böylece elde edilen kemiksel ankraj ile mandibulayı anterior konumda tutan kuvvetin alt keserlerde yol açacağı protrüzyon engellenmek istenmiştir.
- 3) Orjinal vaka raporunda (Mahadevia ve ark., 2014) kullanıldığı belirtilen 1 mm'lik Biocryl plağın esneyerek kolayca deforme olabilmesi nedeniyle, çalışmamızda 2 mm' lik Biocryl plak kullanılmıştır. Böylelikle plağın daha dayanıklı olacağı ve kuvvet dağılımının daha efektif sağlanacağı düşünülmüştür.

Twin-Star apareyi üzerinde uyguladığımız modifikasyonlar sonucu ortaya çıkan yeni bir fonksiyonel aparey olan Modifiye Twin-Star apareyi için, etik kurul onayına ek olarak Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan 71146310 – [2015-AC-CE-128] sayılı araştırma izni alınmıştır.

Literatürde elektromiyografi yönteminin fonksiyonel apareylerin nöromuskuler adaptasyon başarısını tespit etmede belirleyici olduğu bildirilmesine rağmen (Ahlgren ve ark., 1985), en başarılı ortopedik etkinin elde edildiği belirtilen Twin-Blok apareyinin (Koretsi ve ark., 2015) bir modifikasyonu olan Twin-Star apareyi ile ilgili elektromiyografi çalışması bulunmamaktadır. Bununla beraber, iskandinav ülkelerinde sıklıkla kullanılan ve ülkemizde fonksiyonel tedavide kullanılan apareyler arasında pek bilinmeyen Maksillatör apareyi hakkında bir tez çalışması (Çatalbaş, 2004) ve bir poster bildiri dışında literatür bilgisine rastlanmamıştır. Söz konusu tez çalışmasında da apareyin nöromusküler etkinliğinin incelenmemiş olması araştırmamızın özgünlüğünü artırmaktadır.

4.2. Fonksiyonel Aparey Tercihi

Koretsi ve ark. (2015), incelediği 18 veritabanı içerisinden uygun kriterleri sağlayan 17 makalenin sistematik derlemesini ve meta-analizini yaparak hareketli fonksiyonel apareylerin tedavi etkinliğini incelemiştir. Araştırmacılar, ortalama yaşı 10.6 yıl olan 1031 olguyu kapsayan meta-analizde, en başarılı ortopedik etkinin Twin-Blok apareyi ile elde edildiğini bildirmişlerdir. Ancak ortodontide kullanılan yeni jenerasyon apareylerde estetik ve konfora olan talep de son yıllarda artış göstermiştir (Hawary, 2014). Hastanın kullandığı ortodontik apareyin estetik ve konfor özellikleri, ortodontistlerin başarıya ulaşmasının temel şartı olan hasta kooperasyonu için oldukça önemli faktörlerdir (Clark, 1995).

Her ne kadar ilk fonksiyonel aygıtlara göre geliştirilmiş özelliklere sahip olsa da, Clark'ın Twin-Blok apareyi, çelik tel içeren kısımların hastalar tarafından estetik bulunmaması gibi sosyal ve psikolojik nedenlerle hastalar tarafından kullanılmak istenmemektedir (Nedwed ve Miethke, 2005). Mahadevia ve ark. (2014) tarafından Twin-Blok apareyine alternatif olarak tasarlanan Twin-Star apareyi, hasta odaklı

yaklaşımın öncülüğünü yapan ve bu felsefeyi temsil eden önemli bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mahadevia (2014), Twin-Star apareyinin avantajlarını; tek seansta yapılabilir olması, estetik olması, optimum hasta konforu sağlaması, damağı kaplamadığı ve tel içermediği için konuşma problemine neden olmaması, uyumunun ve tutuculuğun oldukça iyi olması ve alt plağın, keser dişleri kaplayarak proklinasyonu engellemesi (Sidlauskas, 2005) olarak bildirmiştir. Bu faktörler, üzerinde modifikasyon uyguladığımız Twin-Star apareyini araştırma konusu olarak tercih etmemizdeki başlıca nedenlerdir.

Topkara ve Sarı (2010)' nın araştırmasına göre, ülkemizde kullanılan fonksiyonel apareyler içerisinde Monoblok apareyinin sıklıkla tercih edilmesine rağmen (%60,49), Maksillatör (%7,59) apareyinin daha az sıklıkla kullanılmaktadır. Bu apareyin ülkemizdeki ortodontistler tarafından pek bilinmemesi ve güncel literatürdeki miyolojik araştırmaların yetersizliği, Modifiye Twin-Star ve Maksillatör apareylerini incelememiz için başlıca bir faktör olarak karşımıza çıkmıştır.

4.3. Örneklemin Oluşturulması

Ortodonti literatüründeki EMG çalışmalarında, Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde fonksiyonel apareylerin iskeletsel, dentoalveoler ve nöromuskuler etkilerini belirlemek amacıyla kontrol grubu olarak;

- Sınıf I malokluzyonlu bireylerin (Soğancı, 2007),
- Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerin (Erdem ve ark., 2009),
- Bir veya daha fazla tedavi grubunun longitudinal ölçümlerinin kendi içerisinde veya gruplar arası karşılaştırmasını içeren, tedavi edilmeyen bir kontrol grubunun bulunmadığı birçok çalışma da bulunmaktadır (Aggarwal ve ark., 1999; Akkaya ve ark., 2000; Tabe ve ark., 2005; Sood ve ark., 2011; Büyüktürk, 2012; Wozniak ve ark., 2015).

Sınıf II Bölüm 1 malokluzyonlu bireylerin büyüme ve gelişimlerinin devam ettiği ve iskeletsel cevabın alınmasında geç kalınmaması gerektiği bilinmektedir (King ve ark., 1990). Bishara (2006) özellikle şiddetli Sınıf II malokluzyonlu

bireylerin tedavi edilmeden bekletilmesinin etik açıdan uygun olmadığını belirtmiştir. Bu nedenlerden dolayı araştırmamızda tedavi görmeyen bir Sınıf I kontrol grubuna gerek duyulmamıştır.

Kraniyofasiyal kompleksin bir parçası olan dişler ve dişlerin oluşturdukları oklüzyonun tipi ile kas fonksiyonları arasında bir etkileşimin olduğu daha önceki birçok çalışmada gösterilmiştir (Moss, 1975; Du ve ark., 2003). Ayrıca Sınıf II maloklüzyonlu bireyler ile normal bireyler arasında kas aktivitelerinde farklılıklar da araştırma konusu olmuş, ve birçok araştırmada anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Pancherz, 1980; Deguchi ve ark., 1994, Amorim ve ark., 2008). Bu çalışmaların aksine Sınıf II ve Sınıf I maloklüzyonlu bireyler arasında kas aktivitelerinde farklılık olmadığı bildiren çalışmalar da mevcuttur (Miralles ve ark., 1991; Atamözlü, 2010). Çalışmamızda, oklüzyonun tipi ile kas fonksiyonları arasındaki etkileşimi inceleyen bu araştırmaların varlığı ve incelediğimiz her iki örneklemin de iskeletsel Sınıf II yapıda olması nedeniyle tedavi görmeyen bir Sınıf I kontrol grubuna gerek duyulmamıştır. Örneklemlerin tedavi öncesi kas aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaması, araştırmamızda kullandığımız fonksiyonel apareylerin miyolojik etkilerini karşılaştırmamız açısından belirleyici rol oynamaktadır.

Fonksiyonel tedavinin başarısında hastaların büyüme ve gelişim dönemleri ile iskeletsel maturasyonun tespiti için hastalardan elde edilen el-bilek radyografileri ve servikal vertebraların morfolojileri (Lamparski, 1972) dikkate alınmıştır. Fishman (1982) kemik yaşının belirlenmesinde el-bilek radyografilerinin stabil ve uygun bir metot olduğunu bildirmiştir. Fonksiyonel apareylerle tedavi zamanlaması konusunda farklı görüşler bulunmasına rağmen yaygın olarak kabul edilen görüş pubertal atılım dönemidir (Petrovic ve ark., 1991; Arat ve ark., 1997). Pancherz ve Hagg (1985), pubertal atılım öncesi, pubertal atılım ve pubertal atılım sonrası olmak üzere üç grubu inceledikleri çalışmalarında, sagittal kondiler büyümedeki artışın en fazla pubertal atılım döneminde olduğunu belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılar, fonksiyonel ortopedik tedavi için en ideal tedavi zamanının pubertal atılım veya hemen sonrası olduğunu bildirmiştir. (Doruk ve Göyenç, 1999; Bacetti ve ark., 2000). Bu nedenlerle çalışmamızda pubertal atılım dönemi (MP3cap) çoğunlukta olmak üzere, pubertal atılımın hemen öncesi (S) ve pubertal atılımın hemen sonrasında (DP3u) bulunan

bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

Sınıf II malokluzyonlu bireylerde cinsiyetin büyüme üzerinde etkili bir faktör olduğu ve tedaviye yanıt konusunda cinsiyetler arasında farklar görülebileceği bildirilmiştir (Jakobson ve Paulin, 1990). O'Brien ve ark. (2003), Sınıf II Bölüm 1 malokluzyona sahip bireylerde Herbst ve Twin-Blok apareylerinin etkilerini karşılaştırdığı çahşmasında her iki apareyin de iskeletsel ve dental etkilerinin benzer olduğunu, kızlarda erkeklere göre tedaviye daha iyi cevap alındığını bildirmişlerdir.

Wozniak ve ark. (2015) ise, 32'sini doppel platte apareyi, 14'ünü aktivatör ve 5'ini Lehmann apareyi ile tedavi ettikleri 51 Sınıf II malokluzyonlu bireyde, tedavi öncesi ve aparey kullanımından 6 ay sonra anterior temporal ve masseter kaslardan sEMG ölçümü yapmışlar, cinsiyet ile istirahat ve maksimum ısırma kas aktiviteleri arasında bir korelasyon bulamamışlardır. Literatürde, istirahat kas aktivitesinin cinsiyetten bağımsız olduğunu bildiren araştırmalar (Ferrario ve ark., 1993; Cha ve ark., 2007) ve maksimum ısırma kas aktivitesinin cinsiyetten bağımsız olduğunu bildiren bir araştırma (Ferrario ve ark., 2000) da mevcuttur. Elektromiyografik açıdan fark bildirilmemesine karşın araştırmamızda, çalışma gruplarını oluşturan kız ve erkek olgu sayılarının benzer dağılım göstermesine önem verilmiştir.

4.4. Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Süresi ve Yöntem

Fonksiyonel apareylerin ne kadar süre kullanılması konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Clark (1995), Twin-Blok apareyi için aktif tedavi süresinin 6 - 9 ay olması gerektiğini belirtirken, Hagg ve ark. (2008), Headgear-Aktivatör ve Headgear-Herbst kademeli aktivasyon uyguladıkları bireylerde 6 aylık periyot sonrasında etkilerin görülmeye başladığını, stabil ve belirgin etkilerin elde edilmesi için aktif tedavi süresinin uzatılması gerektiğini belirtmişlerdir. Panchez ve ark. (1998), 7,5 aylık tedavi sonrasında mandibulada ilerleme elde edilmesine rağmen, apareyin uzaklaştırılması ile bu etkilerin kısa sürede geriye döndüğünü belirtmiştir. Araştırmacılar nüksün oluşmasında, yetersiz retansiyon ve yeni oluşan kemik formasyonunun olgunlaşması için uygulanan tedavi süresinin yetersiz olmasının neden olduğunu ileri sürmektedirler (Hagg ve ark., 2003). Bu nedenle çalışmamızda fonksiyonel ortopedik tedavi süreleri, MTS grubunda 10.84 ± 1.79 ay, M grubunda 11.18 ± 1.69 ay olarak gerçekleştirilmiştir.

Fonksiyonel apareylerle en etkili sonucun alınması için önemli olan faktörlerden birisi, hastanın apareyini gün içerisinde yeterli bir süre kullanma konusundaki kooperasyonudur (Barton ve Cook, 1997). Fonksiyonel çene ortopedisinin felsefesinin ortaya çıkması ile kullanılmaya başlanan Aktivatör apareyi, kullanılmaya başlandığı ilk yıllarda sadece geceleri kullanımı tavsiye edilmiş (Rakosi, 1997a), ancak zaman içinde yapılan araştırmalarla yeterli mandibuler artışın elde edilemeyeceği görülmüştür (Woodside, 1998). Çalışmamızda, Mahadevia ve ark., (2014)' nın Twin-Star apareyi kullanımı için önerdiği gibi, kırılma riskine karşı hastalardan Modifiye Twin-Star ve Maksillatör apareylerini yemekler dışında tam gün takması istenmiştir. Literatürde, hareketli fonksiyonel apareylerin tam gün kullanımını öneren birçok araştırma bulunmaktadır (Bacetti ve ark., 2000; Trenouth, 2000).

4.5. Sefalometrik Bulguların Değerlendirilmesi

Büyüme ile oluşan kraniyofasiyal morfoloji değişiklikler ve tedavi ile oluşan değişimler, lateral sefalometrik filmlerin linear ve angular parametreleri ile kafa kaidesinin daha stabil olan yapıları, noktaları ya da düzlemleri referans alınarak, belirlenebilmektedir (Björk ve Skieller, 1983). Bu nedenle araştırmamızda SN düzlemini referans alan pek çok parametre bulunmaktadır.

4.5.1. İskeletsel Bulguların Değerlendirilmesi

Fonksiyonel apareylerin olguda meydana getirdiği ortopedik etkiyi araştıran çalışmalarda farklı bulgular görüşler bildirilmiştir. Literatürde; mandibulada doğru büyüme stimülasyonunun elde edilebileceğini bildiren hayvan çalışmaları (Woodside ve ark., 1987; McNamara ve Bryan, 1987) bulunmasına rağmen, daha sonra yapılan insan çalışmaları bu bulguyu kanıtlayamamıştır. Bazı araştırmalar, mandibuler uzunlukta artışı ve anlamlı büyüme bildirirken (Marsico ve ark., 2011), bazı araştırmalar da mandibuler büyümedeki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmiştir (Cozza ve ark., 2006). Yine fonksiyonel apareylerin maksiller büyümeyi kısıtladığı savunulduğu gibi (Vargervik ve Harvold, 1985), bunu reddeden araştırmacılar da (McNamara ve ark., 1985) bulunmaktadır. Ancak ortak görüş,

dentoalveolar etkinin en az iskeletsel etki kadar veya daha fazla ortaya çıktığıdır (Koretsi ve ark., 2015).

Fonksiyonel apareylerle mandibulanın öne alınmasıyla maksillaya zıt yönde kuvvetler uygulanmakta ve maksillanın sagittal yönde büyümesinin sınırlandırıldığı belirtilmektedir. Maksilla üzerinde görülen bu etkiye bazı araştırmacılar tarafından “Headgear etkisi” adı verilmiştir (Toth ve McNamara, 1999). Çalışmamızda MTS grubunda SNA açısında görülen istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma ($-0.1^{\circ} \pm 0.9$), çoğu fonksiyonel tedavi çalışmasıyla uyum içindedir (Toth ve McNamara, 1999; Trenouth, 2000; Hågg ve ark., 2008). Büyüktürk (2012), ortalama 10.32 ± 1.48 ay tedavi ettiği 27 olgu içeren Twin-Blok grubunda SNA açısında $-0.6^{\circ} \pm 0.91$ olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı azalma rapor etmiştir. Mahadevia ve ark. (2014) Twin-Star apareyini sundukları vaka raporunda SNA açısında 1° 'lik azalma rapor etmişlerdir. Koretsi ve ark. (2015), hareketli fonksiyonel aparey kullanan 1031 olguyu içeren meta-analizde, SNA açısında yılda $-0.62^{\circ} \pm 0.26$ olmak üzere azalma, tedavi edilmeyen Sınıf II kontrol grubunda yılda 0.19° artış bildirmişlerdir.

Tümer ve Gültan (1999), fonksiyonel tedaviyle SNB açısında istatistiksel olarak anlamlı artışların görülmesini mandibuler büyümenin uyarıldığıнын bir kanıt olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, SNB ve ANB açılarında meydana gelen değişimler incelendiğinde, her iki grupta da SNB açısında istatistiksel olarak anlamlı artış (MTS: $2.3^{\circ} \pm 1.8$, M: $2.5^{\circ} \pm 1.6$), ANB açısında anlamlı azalma (MTS: $-2.4^{\circ} \pm 1.8$, M: $-2.2^{\circ} \pm 1.6$) görülmüştür. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Modifiye Twin-Star apareyinin öncüsü olan Twin-Blok apareyi ile yapılan çalışmalarda SNB açısında $0,8^{\circ}$ - 2° arasında artış olduğu rapor edilmiştir (Toth ve McNamara, 1999; Sidlauskas, 2005; Jamilian ve ark., 2010). Büyüktürk (2012), ortalama 10.32 ± 1.48 ay tedavi ettiği 27 olgu içeren Twin-Blok grubunda ANB açısında $-2.26^{\circ} \pm 0.03$ olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı azalma rapor etmiştir. Mahadevia ve ark. (2014) Twin-Star apareyini sundukları vaka raporunda SNB açısında 3° artış, ANB açısında 4° azalma rapor etmişlerdir. Koretsi ve ark. (2015), hareketli fonksiyonel aparey kullanan 1031 olguyu içeren meta-analizde, ANB açısında yılda $1.14^{\circ} \pm 0.38$ azalma bildirmişlerdir. Çatalbaş (2004), Maksillatör apareyi ile tedavi ettiği 17 olguda SNB açısında 1° artış

tespit etmiş ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmiştir. Çalışmamızda yer alan Maksillatör grubundaki ANB° açısı değişim verileri (M: $-2.2^{\circ} \pm 1.6$) ile Çatalbaş (2004)' in ANB° açısında bildirdiği 2.2° azalma benzerlik göstermektedir.

Araştırmamızın grup içi istatistiksel analizinde Witt's appraisal değerindeki azalma her iki grupta da (MTS: -4.4 ± 3.5 , M: -2.6 ± 2.1) istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$). Bu azalmanın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p = 0.033$). Mahadevia ve ark. (2014) Twin-Star apareyini sundukları vaka raporunda 2 mm' lik Witt's appraisal değerinin fonksiyonel tedavi sonrasında 0 mm olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

Efektif mandibuler uzunluk (Co-Gn), mandibuler korpus uzunluğu (Go-Gn) ve ramus yüksekliğinde (Co-Go) her iki tedavi grubunda da benzer artışlar gözlenmiştir. Efektif mandibular uzunluk artışları (MTS: 8.0 ± 4.1 , M: 6.6 ± 4.4) literatür ile karşılaştırıldığında, 4.1-6.5 mm arasında olduğu görülen artıştan daha fazla olduğu görülmüştür (Parkin ve ark., 2001; Schaefer ve ark., 2004). Büyüktürk (2012), Twin-Blok grubunda 6.11 ± 2.89 mm olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı artış rapor etmiştir.

Lee ve ark. (2007) mandibulanın horizontal yer değiştirmesini en iyi tanımlayan noktanın Pg noktası olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda NV-Pg mesafesinin grup içi ve gruplar arası istatistiksel analizinde anlamlı değişime rastlanmamıştır ($p > 0.05$). Pg noktasında horizontal yönde anlamlı düzeltim sağlayamamamızın nedeninin, mandibulada meydana gelen posterior rotasyon olduğu düşünülmüştür. Hågg ve Attström (1992), alt çene rotasyonlarının Pg noktasının konumunu etkilediğini bildirmişlerdir. Tek seferde aktivasyon uygulanan Twin-Blok çalışmalarında Pg noktasının horizontal olarak 2,0-3,87 mm yer değiştirdiği bildirilmektedir (Mills ve McCulloch, 2000; Parkin ve ark., 2001; Büyüktürk, 2012).

Mandibulanın kraniyal kaideye göre rotasyonel değişimi mandibuler düzlem açısı (SN/GoGn) ve FMA ile değerlendirilmiştir. Araştırmamızda SN/GoGn açısı MTS grubunda $0.1 \pm 2.4^{\circ}$, M grubunda $-1.7 \pm 3.2^{\circ}$ değişim göstermiştir. Yalnızca M

grubunda istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiş ($p=0.018$), mandibula ters saat yönü rotasyon yapmıştır. Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Çatalbaş (2004), Maksillatör apareyi ile tedavi ettiği 17 olguda SN/GoGn açısında istatistiksel olarak anlamlı değişime rastlamamıştır. Fonksiyonel apareylerle yapılan klinik çalışmalarda bazı araştırmacılar SN/GoGn açısında $0,3^{\circ}$ - $1,8^{\circ}$ artış olduğunu bildirirken (Schaefer ve ark., 2004; Sidlauskas, 2005; Türkkahraman ve Sayın, 2006) bazı araştırmacılar ise bir değişiklik bulamamışlardır (Pangrazio-Kulbersh ve ark., 2003). Büyüktürk (2012), Twin-Blok grubunda $0.02^{\circ} \pm 1.37$ olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı olmayan değişim rapor etmiştir. Mahadevia ve ark. (2014) Twin-Star apareyini sundukları vaka raporunda 1° artış bildirmişlerdir. Koretsi ve ark. (2015), hareketli fonksiyonel aparey kullanan 1031 olguyu içeren meta-analizde, SN/GoGn açısında yılda $0.67^{\circ} \pm 0.50$ olmak üzere artış, tedavi edilmeyen Sınıf II kontrol grubunda yılda 0.49° azalma bildirmişlerdir.

SN/OkI açısı, MTS grubunda $1.2 \pm 2.6^{\circ}$, M grubunda $-0.5 \pm 3.3^{\circ}$ değişim göstermiştir. Buna göre okluzal düzlemin MTS grubunda saat yönü, M grubunda ters saat yönü rotasyon yaptığı tespit edilmiştir. Ancak her iki grupta ölçümlenen bu değişimler, gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Büyüktürk (2012), Twin-Blok grubunda ortalama 1.60° olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı artış rapor etmiştir. Bu bulgu, çalışmamızda ölçümlediğimiz Modifiye Twin-Star grubu ile benzerlik, Maksillatör grubu ile farklılık göstermektedir.

Modifiye Twin-Star ve Maksillatör apareyelerinin yüz yükseklikleri üzerindeki etkileri posterior yüz yüksekliği (S-Go), anterior yüz yüksekliği (N-Me), Jarabak oranı (PYY/AYY) ölçümleri ile değerlendirilmiştir. Araştırmamızda, posterior yüz yüksekliğinin her iki grupta da arttığı, bu artışların anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir. Buna karşın tedavi sonu anterior yüz yüksekliğinin MTS grubunda 5.5 ± 2.5 mm, M grubunda 1.5 ± 4.9 mm arttığı ve bu artışların gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p=0.041$). Modifiye Twin-Star apareyinin öncüsü olan Twin-Blok apareyinin etkilerinin değerlendirildiği birçok çalışmada çalışmamızın bulgularıyla uyumlu olarak bütün yüz yüksekliklerinde tedavinin etkisi ile artış görüldüğü bildirilmektedir (Clark, 1995; Toth ve McNamara, 1999). Bazı

çalışmalarda ise fonksiyonel tedaviyle vertikal yönde bir değişimin olmadığı bildirilmiştir (Mills ve McCulloch 2000; Schaefer ve ark., 2004).

4.5.2. Dental Bulguların Değerlendirilmesi

Literatürde fonksiyonel apareylerin iskeletsel etkileri tartışmalı olmasına rağmen, ortak olarak kabul edilen görüş keser pozisyonlarındaki değişimlerdir (Trenouth, 2000; Flores-Mir ve Majör, 2006). Araştırmamızda U1-NA mesafesi yalnız M grubunda anlamlı azalma göstermiştir ($p=0.028$). Benzer şekilde PtV-1 mesafesi yalnız M grubunda -1.6 ± 1.9 mm olmak üzere anlamlı azalma göstermiştir ($p<0.001$). Bu bulgulara göre Maksillatör apareyi belirgin bir şekilde üst keser retrzyonuna yol açmaktadır. Çatalbaş (2004) Maksillatör apareyi ile tedavi ettiği 17 olguda U1-NA mesafesinde ortalama 2.3 mm azalma olduğunu, bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmiştir ($p<0.01$). Maksiller santrallerde görülen bu etki, fonksiyonel apareylerle yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir (Basciftci ve ark., 2003; Türkkahraman ve Sayın, 2006; Büyüktürk, 2012).

Modifiye Twin-Star apareyinin alt plağının, mandibuler keserleri tamamen kaplaması ve uyguladığımız modifikasyon ile lingualde kemik desteği alacak şekilde 2 mm apikale uzanması, alt keser proklinasyonu bir miktar azaltmıştır. Ancak Modifiye Twin-Star ve Maksillatör apareyelerinin alt kesici dişler üzerindeki etkisi incelendiğinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde alt keser protrüzyonu olduğu grlmştir. Araştırmamızın bulgularına göre IMPA, MTS grubunda ortalma $2.9\pm 3.7^\circ$, M grubunda ise ortalama $3.8\pm 3.2^\circ$ olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir ($p<0.001$). Ancak gruplar arası karşılaştırmada anlamlı farklılık bulunmamıştır. A1-NB mesafesi incelendiğinde MTS grubunda 0.7 ± 1.0 mm, M grubunda 0.3 ± 1.5 mm artış görülmüş, bu artışın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p=0.031$). Çatalbaş (2004), Maksillatör apareyi ile tedavi ettiği 17 olguda IMPA açısında ortalama 2.5° artış olduğunu fakat çalışmamızdan farklı olarak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmiştir. Sadece aktif tedavi fazının incelendiği araştırmalarda, Twin-Blok apareyinin alt keser dişlerde protrüzyona neden olduğu birçok araştırmada bildirilmiştir (Toth ve McNamara, 1999; Büyüktürk, 2012). Büyüktürk (2012), Twin-

Blok grubunda ortalama $5.08^{\circ} \pm 3.93$ olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı artış rapor etmiştir.

Araştırmamızda overjet ölçümünün MTS grubunda 4.2 ± 1.3 mm, M grubunda 4.5 ± 1.9 mm azaldığı ve bu azalmanın gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdiği görülmüştür ($p=0.017$). Bu durum, Maksillatör apareyinin IMPA'da daha fazla artışa neden olması ile açıklanabilir. Çatalbaş (2004), Maksillatör apareyi ile tedavi ettiği 17 olguda overjette ortalama 6.6 mm azalma tespit etmiş, bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmiştir ($p<0.001$). Büyüktürk (2012), Twin-Blok ve Modifiye Twin-Blok apareylerini karşılaştırdığı araştırmasında Twin-Blok grubunda ortalama 6.36 mm, Modifiye Twin-Blok grubunda 5.86 mm azalma tespit etmiş bu değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur ($p<0.001$).

Üst dental arkta görülen etkiler incelendiğinde, birinci molarların her iki grupta da anlamlı ölçüde distalize olduğu görülmüştür. PtV-Ü6d mesafesinin her iki grupta da anlamlı azalma gösterdiği tespit edilmiştir (MTS: $p=0.001$, M: $p<0.001$). Ancak gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Üst birinci molar dişlerde görülen distalizasyonun Sınıf I molar ilişkisinin elde edilmesine katkı sağladığı görülmüştür. Tek seferde aktivasyon uygulanan Twin-Blok çalışmalarında apareyin maksillaya uyguladığı etkiye araştırmacılar tarafından "Headgear etkisi" adı verilmiş ve bu etkinin üst molar bölgede distalizasyonu sağladığı veya normal gelişim sürecinde gerçekleşmesi gereken mezializasyonu engellediği bildirilmiştir (Clark, 1988; Toth ve McNamara, 1999).

Alt 1. molarlarda görülen değişimler incelendiğinde, PtV-A6d mesafesi MTS grubunda 3.7 ± 1.8 mm, M grubunda 2.6 ± 2.1 mm olmak üzere her iki grupta da anlamlı artış tespit edilmiştir (MTS: $p<0.001$, M: $p<0.001$). Büyüktürk (2012) ise, Twin-Blok ve Modifiye Twin-Blok apareylerini karşılaştırdığı araştırmasında sırasıyla 1,65 mm ve 2,06 mm alt molar mezializasyonu bulmuştur.

4.6. Elektrot Lokalizasyonları ve Yöntem

Çalışmamızda, kayıt alınan bölgelerde empedansı (elektriksel direnç) azaltmak, dolayısıyla elektrik iletimini kolaylaştırmak için etil alkol ve pamuk yardımıyla temizlenip kurutulmuştur (Tecco ve ark., 2015). Böylelikle EMG sinyalleri kaydedilirken yanlış ölçüme neden olabilecek ter, kir, ölü deri v.b gibi elektrik iletimini bozabilen dış etkenler uzaklaştırılmıştır. sEMG uygulamalarında ölçümlerimizin, Hewson ve ark. (2003), belirttiği maksimum kabul edilebilir empedans değeri olan $55k\Omega$ ' dan daha düşük değerlerde gerçekleştirilmesi verilerin güvenilirliği açısından önemlidir.

Çalışmamızda kas aktivitesi ölçümü gerçekleştirilirken, postural pozisyon olarak da ifade edilen doğal baş pozisyonu (natural head position, NHP) tercih edilmiştir. Güncel literatürde birçok araştırmada (Uysal ve ark., 2012; Wozniak ve ark., 2015; Tecco ve ark., 2015) kullanılan bu pozisyonun, hastanın doğal muskuler harmonisini daha doğru yansıttığı ve en tekrarlanabilir pozisyon olduğu Winnberg ve Pancherz (1983)' in 20 olguyu içeren araştırmasında gösterilmiştir. Literatürde, hastanın frankfurt horizontal düzlemini yer düzlemi ile paralel olacak şekilde belirlenen araştırmalar da bulunmaktadır (Kılıç, 2005; Soğancı, 2007; Atamözlü, 2010).

Yüzeysel elektromiyografi tekniğinde en doğru sonucun alınması için elektrotların kasın belirgin olduğu bölgede, cilt üzerinden direkt temas ettirilerek uygulanması gerekmektedir. Temporal kasın posterior ve medial kısımlarının saçlı derinin altında yer alması, elektrot lokalizasyonlarının tespit edilmesindeki zorluklar elde edilecek verilerin güvenilirliğini azaltmaktadır (Büyüktürk, 2012). Bu nedenle çalışmamızda temporal kasın posterior ve medial bölgesi yerine saçsız deri üzerinden palpe edilebilen temporal kasın anterior kısmı değerlendirilmiştir.

Literatürde, anterior temporal ve masseter kas aktivitesi ölçümü için birçok yöntem ve öneri bulunmaktadır. Yuen ve ark. (1990)' nin, anterior temporal ve masseter kaslarının biyoelektriksel aktivitesini ölçmek için Frankfurt horizontal düzlemi üzerinde tragion' un 50 mm anteriorunda bir A noktası belirlemesi ve bu noktanın 25 mm altında masseter kasa, 20 mm üzerinde temporal kasa birer elektrot

yapıştırılmayı önermesi, bireysel varyasyonları göz ardı etmektedir. Benzer şekilde, Ferrario ve ark. (1991), masseter kas için, hastanın dış göz kenarı ile angulus mandibulayı birleştiren oblik doğrunun üzerinde olacak şekilde ve gonial açının 3 cm önü ve 3 cm yukarısını önermesi da bireysel varyasyonları dışlamakta olup, doğruluğu tam olarak ortaya konmamış bir yöntemdir.

Yukarıda bahsedilen yöntemlerin, bireysel morfolojik varyasyonlardan kaynaklanan ölçüm hatalarına yol açacağı düşünülmüştür. Castroflorio ve ark. (2005)'nin bipolar elektrotların lokalizasyonlarındaki farklılıkların ve elektrotlar arası mesafenin, elde edilen amplitüt değerlerine olan etkisini incelediği metodolojik çalışmasında önerilen elektrot lokalizasyonları, metodolojik olarak en güvenilir yöntem olarak görülmüş ve referans olarak kabul edilmiştir. Buna göre araştırmamızda da kullandığımız optimal elektrot lokalizasyonları; yüzeysel masseter kas için, gonion-cantus hattının (100.76±8.86 mm) alt %23.1±7.7 'lik kısmı, anterior temporal kas için, gonion-condylion doğrusunun 20° anteriorunda bir hat ile kulak kepçesinden cantusa doğru belirlenen hattın kesişiminin üst kısmında yer alan 24.4±6.6 mm' lik hat olarak kabul edilmiştir. Yüzeysel elektrotlar konumlandırılırken, her iki elektrot merkezinden geçen hattın ölçümlenen kas liflerine paralel olmasına özen gösterilmiştir (Tecco ve ark., 2015).

Diş hekimliği literatüründe, trigonum submentale bölgesinden yapılan kas aktivitesi ölçümünü, anterior digastrik kas aktivitesi olarak ifade eden çalışmalar bulunmaktadır (Ferrario ve ark., 1991; Alarcon ve ark., 2000; Tabe ve ark., 2005; Soğancı, 2007). Ancak zamanla, bu bölgeden elde edilen biyopotansiyellerin anterior digastrik kasa ek olarak mylohyoid ve geniohyoid kas kompozisyonunu da içerdiği görüşü ağırlık kazanmış, bu nedenle trigonum submentale bölgesinden yapılan kas aktivitesi ölçümü, araştırmamızda da olduğu gibi submental EMG (SM-EMG) şeklinde ifade edilmiştir (Selçuk ve ark., 2007; Bergamini ve ark., 2008; Ciavarella ve ark., 2010; Uysal ve ark., 2013; Hands ve Stepp, 2016).

SM-EMG ölçümünde, bu alandaki kas kompozisyonu biyopotansiyelini, tek bir çift algılayıcı elektrot ile ölçümleyen araştırmalar bulunduğu gibi (Selçuk ve ark., 2007; Bergamini ve ark., 2008; Uysal ve ark., 2013; Ertekin, 2014; Reyes ve ark., 2014), sağ ve sol olarak ayrı ayrı ölçümleyen araştırmalar da mevcuttur (Tabe ve

ark., 2005; Tecco ve ark., 2015). Stepp ve ark. (2012), submental alanda lokalize olmuş subdermal yağ tabakasının kalın olması, kas gövdelerinin küçük oluşu ve mandibulanın inferior sınırından başlayan yüzeysel kas tabakasındaki (*platysma*) düzensizliklerin yutkunma aktivitesi ölçümlerinde belirgin varyasyonlara neden olabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle araştırmamızda, örneklem varyasyonlarını azaltmak ve elde edilen verileri doğru yorumlayabilmek amacı ile SM-EMG ölçümünde sağ ve sol ölçümleri yerine tek bir çift elektrot tercih edilmiştir.

Aggarwal ve ark. (1999), Twin-Blok apareyinin çiğneme kasları üzerine etkisini değerlendirdiği çalışmada fonksiyonel apareylerle tedavinin 1. ayda nöromusküler değişimlerin, 3. ayda mandibulanın konumunun değiştiğini, 6. ayda ise morfolojik değişimlerin gözlendiğini bildirmiştir. Araştırmamızda, tedaviyle oluşan kas aktivitesi değişikliklerini net olarak belirleyebilmek amacıyla, apareyin uygulandığı gün (tedavi başı), 1. ay, 3. ay ve tedavi sonu olmak üzere 4 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Ölçümlenen son kas aktivitesi değerlerinin 6. ay veya 10. ay olarak belirtilen sabit bir zaman dilimi yerine fonksiyonel tedavi sonunda elde edilmiş olması, bireysel kooperasyon farklılıklarının önüne geçerek verilerin analizinin daha doğru sonuçlar sunmasına olanak sağlamıştır.

Elektromiyografik kayıt alma sürecinde, habitual okluzyonda gerçekleştirilen maksimum ısırma (MVC) ölçümlerini;

- 1-2 saniye (Tecco ve ark., 2015),
- 2 saniye (Ko ve ark., 2015),
- 4 saniye (Silva ve ark., 2015)
- 5 saniye (Sood ve ark., 2011; Lucas ve ark., 2014; Wozniak ve ark., 2015), 10 saniye (Kılıç, 2005),
- 15 saniye (Soğancı, 2007),
- 20 saniye (Büyüktürk, 2012)

olarak farklı yöntemler ile gerçekleştiren araştırmalar bulunmaktadır. Çalışmamızda, uzun süreli kasılmalar sonucu meydana gelen kas yorgunluğunun, ortalama değerleri bozabileceği düşünülerek bütün ölçümler, 5 saniyelik periyodlar ile gerçekleştirilmiştir.

4.7. Elektromiyografik Bulguların Değerlendirilmesi

4.7.1. İstirahat Bulgularının Değerlendirilmesi

Günlük yaşamımızın büyük bir kısmını istirahat durumunda geçirmemiz nedeniyle, pekçok araştırma tedaviyle oluşan kas aktivite değişimlerini istirahat halinde iken değerlendirmiştir (Sood ve ark., 2011; Tecco ve ark., 2015). Wozniak ve ark. (2015), istirahat aktivitesinin en önemli statik aktivite analizlerinden biri olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, klinik istirahat pozisyonunda iken, kas tonusundan kaynaklanan oldukça düşük bir kas aktivitesi değeri tespit edileceğini bildirmişlerdir.

Fonksiyonel apareylerin istirahat kas aktivitesine olan etkisi konusunda literatürde tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. McNamara (1973), Moss (1975), Aggarwall (1999) yaptıkları çalışmalar sonucunda fonksiyonel apareyin uygulanmasından sonra istirahat kas aktivitesinde artış görüldüğünü bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar kas aktivitesinde bir düşüş olduğunu bildirirken (Sessle ve ark., 1990; Yamin-Lacouture ve ark., 1997), diğer bazı araştırmacılar ise istirahat kas aktivitesinde herhangi bir değişim olmadığını belirtmişlerdir (Miralles ve ark., 1988; Sood ve ark., 2011). Araştırmamızda ise, her iki grupta da aparey ağızda değil iken istirahat halindeki sağ-sol anterior temporal, masseter ve submental kas kompozisyonunun (mylohyoid, geniohyoid ve anterior digastrik kas) 1. ay kas aktivitesi, başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir. (MTS grubu: Tsağ: p=0.007, Tsol: p=0.007, Msağ: p=0.004, Msol: p=0.023, S: p=0.003; M grubu: Tsağ: p=0.009). Ölçümlenen kas aktivitesi değerlerinin 1. aydan itibaren azalarak fonksiyonel ortopedik tedavi sonunda başlangıç değerine yaklaştığı görülmüştür. Her iki grupta da tedavi başı ve tedavi sonu gerçekleştirilen istirahat kas aktivitesi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaması (p>0.05), nöromuskuler yapının yeni morfolojik modele uyum sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

Modifiye Twin-Star ve Maksillatör kullanan olgularda, Tsağ, Tsol, Msağ, Msol ve S kas aktivite değişimleri incelendiğinde, tedavi sonu istirahat kas aktiviteleri, MTS grubunda başlangıç değerlerine daha yakın bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırmada (Tsol: Z: -2.069, p=0.039; S: Z: -4.893, p<0.001) istatistiksel olarak

anlamli farklilik tespit edilmiştir. Tedavi sonu istirahat kas aktivitelerinin MTS grubunda başlangıç değerlerine daha yakın bulunması, Modifiye Twin-Star apareyi kullanan olgularda nöromuskuler yapının oluşturulan yeni morfolojik modele daha iyi uyum sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

M grubu sağ ve sol ölçümlerin karşılaştırmasında görülen anlamli farkliliğın ($p=0.038$) nedeni olarak, tek taraflı çığneme alışkanlıkları, oklüzal interferens veya kas anatomilerinde görülebilen varyasyonların etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Literatürde araştırmamız ile benzer bulgular bildirilen hayvan çalışmaları da mevcuttur. Mc Namara (1973) maymunlara, alt çenelerini öne alan şineler simante edilmeden önce ve sonra, belirli aralıklarla dinlenme, çığneme ve yutkunma anlarında EMG ölçümü yapmıştır. Temporal kasın anterior ve posterior kısımları, masseter kasın anterior ve yüzeysel kısımları, lateral pterygoid kasın superior ve inferior kısımları, orbicularis oris ve suprahoidal kaslar incelenmiştir. Şineler simante edildikten sonra, suprahoidal kasların aktivitelerinin artması dışında, diğer kasların aktivitelerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Sonraki günlerde suprahoidal kasların aktivitelerinde azalma, lateral pterygoid kasın aktivitesinde artma görülmüştür. Bu aktivite değişmesi, aygıttan korunma reaksiyonu olarak yorumlanmıştır. Takip eden haftalarda kasların aktiviteleri, aygıtın yapıştırılmadan önceki konumuna dönerken, lateral pterygoid kasta görülen yüksek aktivite devam etmiştir. Hangisinin önce olduğu belirlenememekle beraber, dişsel ve iskeletsel şekil değişikliği ile birlikte sinirsel ve kassal bir değişim ve adaptasyon olduğu bildirilmiştir.

Sood ve ark. (2011), 6 ay Forsus uyguladıkları pubertal büyüme dönemindeki 15 Sınıf II divizyon 1 hastada, anterior temporal (AT) ve masseter (M) kaslarında istirahat, yutkunma ve maksimum ısırma aktivitelerini bilateral olarak incelemişler ve 2 yıllık longitudinal takibini rapor etmişlerdir. Söz konusu araştırmada elde edilen tedavi öncesi istirahat kas aktivitesi değerleri (T: $33.84\pm 7.10\mu V$ ve M: $33.25\pm 7.10\mu V$) olarak belirtilmiş olup çalışmamızın MTS grubu verileri ile (T: $26.9\pm 1.5\mu V$, M: $34.1\pm 3.5\mu V$) benzerlik göstermektedir. Sood ve ark. (2011)'nin tedavi sonu ölçümlediği istirahat kas aktiviteleri (T: $32.22\pm 7.29\mu V$ ve M: $34.92\pm 7.02\mu V$) ile araştırmamızda elde edilen değerler (T: $26.4\pm 2.4\mu V$ ve M:

32.9±3.3µV) de yine benzerlik göstermektedir. Araştırmacı, tedavi başı ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonu kas aktivitesinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediğini, nöromuskuler adaptasyonun 6. ay sonundan itibaren gerçekleştiğini ve 2 yıl boyunca stabil olarak kaldığını belirtmiştir.

Büyüktürk (2012), Twin-Blok ve Modifiye Twin-Blok apareylerinin kraniyofasiyal sistem üzerindeki etkilerini karşılaştırdığı çalışmada tedavi sonunda, araştırmamıza benzer istirahat bulgularına ulaşılmıştır. Araştırmada, anterior temporal ve masseter kaslarda başlangıçta ölçülen istirahat kas aktivitelerinin 10. ay aktivite değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediğini belirtmiştir. Araştırmacı, tedavi sonunda ölçülen aktivite değerlerinin başlangıç değerlere yaklaşmasını, bu kaslarda gerçekleşen nöromuskuler adaptasyonun bir göstergesi olarak yorumlamıştır.

4.7.2. Yutkunma Bulgularının Değerlendirilmesi

Araştırmamızda submental yutkunma kas aktivitesi ölçümlerinde, tedavi başından tedavi sonuna kadar kas aktivite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edilmiştir. Bu azalma, MTS grubunda başlangıç ile 3. ay, başlangıç ile tedavi sonu, 1. ay ile 3. ay ve 1. ay ile tedavi sonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.001$). M grubunda ölçümlenen kas aktivitesi düşüşü, başlangıç ile 1. ay, arasında ($p<0.001$), başlangıç ile 3. ay arasında ($p=0.005$), başlangıç ile tedavi sonu arasında ($p=0.001$) ve 3. ay ile tedavi sonu arasında ($p=0.036$). istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Gruplar arası incelemede, başlangıç ile tedavi sonu arasında yutkunma kas aktivitelerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Soğancı (2007), aktivatör apareyi ile tedavi olan Sınıf II divizyon 1 maloklüzyonlu bireyler ile normal oklüzyonlu bireylerin anterior temporal, masseter ve anterior digastrik kas aktivitelerini başlangıç, 1. hafta, 1. ay, 3. ay ve 6. ayda yüzey elektrot yöntemi (sEMG) ile incelemiştir. Araştırmacı, apareyli ve apareysiz yutkunma ölçümlerinde başlangıçta yüksek olan anterior digastrik kas aktivite değerlerinin, aşamalı olarak azalmasıyla anormal elektromiyografik yapının normale döndüğünü savunmuştur. Araştırmamızda elde ettiğimiz submental yutkunma kas aktivitesi ölçümleri Soğancı (2007)' nin çalışması ile benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı azalma göstermiştir.

Sood ve ark. (2011)' nın 6 ay Forsus uyguladıkları pubertal büyüme dönemindeki 15 Sınıf II divizyon 1 hastada, fonksiyonel tedavinin 1. ayında anterior temporal ve masseter yutkunma kas aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit etmişlerdir ($p<0.05$). Çalışmada tedavi başı ve fonksiyonel tedavi sonu ölçümlendiği anterior temporal kas yutkunma kas aktiviteleri (T_0 : $109.02\pm 11.32\mu V$, T_1 : $95.31\pm 12.34\mu V$) ile araştırmamızda elde edilen MTS grubu değerleri (T_0 : $114.1\pm 12.4\mu V$ ve T_1 $102.1\pm 10.0\mu V$) benzerlik göstermesine karşın, araştırmamızda MTS ve M gruplarında anterior temporal kasta görülen aktivite azalması, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak her iki grupta da tedavi sonu submental aktivite ölçümleri tedavi başı ölçümlere göre istatistiksel olarak anlamlı azalma göstermiştir ($p=0.001$).

Literatürde, hareketli fonksiyonel tedavi sonrasında temporal ve masseter kaslarında yutkunma kas aktivitesi artışı bildiren az sayıda araştırma bulunmaktadır. Erdem ve ark., (2009), aktivatör ile tedavi ettikleri 15 olguda, 12 ay sonra temporal ve masseter kaslarında yutkunma kas aktivitesinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

4.7.3. Maksimum ısırma Bulgularının Değerlendirilmesi

Wozniak ve ark. (2015), 32'sini doppel platte apareyi, 14'ünü aktivatör ve 5'ini Lehmann apareyi ile tedavi ettikleri 51 Sınıf II malokluzyonlu bireyde, tedavi öncesi ve aparey kullanımından 6 ay sonra olmak üzere 2 ayrı zamanda, anterior temporal ve masseter kaslardan sEMG ölçümü yapmışlar, maksimum ısırma ölçümlerinde temporal kasta istatistiksel olarak anlamlı aktivite kaybı gözlemlemişlerdir ($p=0.0006$). Araştırmamızda ise, maksimum ısırma (maximum voluntary contraction, MVC) sırasında elde edilen sağ-sol anterior temporal ve masseter kasların 1. ay kas aktivitesi ölçümlerinde, her iki grupta da başlangıç ölçümüne göre istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edilmiştir (MTS grubu: Tsağ: $p=0.036$, Tsol: 0.005 , Msağ: $p=0.015$, Msol: $p=0.001$; M grubu: Tsol: $p=0.017$, Msağ: $p=0.026$, Msol: $p=0.009$). Her iki kas grubunda ölçülen kas aktivitesi değerlerinin 1. aydan itibaren artarak başlangıç değerine yaklaştığı, tedavi başı ve sonu arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Araştırmamızda ölçümlenen elektromiyografik bulguların başlangıç, 1. ay, 3. ay ve fonksiyonel tedavi sonu olmak üzere 4 ayrı zamanda elde edilmesi, tedavi boyunca ortaya çıkan kas aktivitesi değişikliklerini yorumlanma imkanı

sağlamıştır.

Birçok araştırma, çalışmamız bulguları ile benzer şekilde fonksiyonel tedaviye başlanmasından sonra maksimum ısırma (MVC) kas aktivitesinde meydana gelen azalmadan bahsetmektedir (Tabe ve ark., 2005; Sood ve ark., 2011; Wozniak ve ark., 2015). Maksimum ısırma kas aktivitesinin 1. ayda azalmasına, keserlerde meydana gelen başa baş ilişkisinin ve posterior diş kontağı olmamasının neden olduğu, bu azalmanın ardından, zamanla tedavi sonuna kadar olan kas aktivitesi artışında ise, tedavinin 1. ayından itibaren giderek artan okluzal kontak alanlarının rol oynadığı düşünülmüştür. Maksimum kuvvet ile ısırma sırasında daha fazla okluzal kontak olması ve periodontal mekanoreseptörlerin kaslarda meydana getirdiği inhibisyonun azalması bu durumu sağlamıştır.

Maksimum ısırma kas aktivitelerinin aparey kullanımını takiben 1. ayda azalması ve ardından zamanla artış göstermesi, fonksiyonel apareyin hastalar tarafından istenilen düzeyde kullanılıp kullanılmadığının kontrol edilmesinde kullanılabileceğini düşündürmektedir. Böylelikle elde edilen elektromiyografik kayıtlar, apareyin optimum kullanım süresinin belirlenmesinde klinik muayeneye ek olarak yardımcı bir tanı aracı olarak düşünülebilir.

Sood ve ark. (2011), 6 ay Forsus uyguladıkları pubertal büyüme dönemindeki 15 Sınıf II divizyon 1 hastada, anterior temporal ve masseter kaslarında istirahat, yutkunma ve maksimum ısırma aktivitelerini bilateral olarak incelemişler ve 2 yıllık longitudinal takibini rapor etmişlerdir. Araştırmada, çalışmamız verileri ile benzer şekilde her iki kas grubunun maksimum ısırma kas aktivitesinde 1. ayda ($p<0.01$) ve 3. ayda ($p<0.05$) anlamlı azalma tespit edilmiştir. Devam eden ölçümlerde ise kas aktivitesinin yeniden artarak 6. ay sonunda tedavi önce değerine yaklaştığını, 2 yıl sonra tekrar edilen ölçümde ise, kas aktivitesinin aynı değerinde stabil kaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen veriler, nöromuskuler adaptasyonun, 6. ay sonundan itibaren gerçekleştiği ve 2 yıl boyunca stabil kaldığı şeklinde yorumlanmıştır.

Soğancı (2007), aktivatör apareyi ile tedavi olan Sınıf II divizyon 1 maloklüzyonlu bireyler ile normal oklüzyonlu bireylerin anterior temporal, masseter ve anterior digastrik kas aktivitelerini başlangıç, 1. hafta, 1. ay, 3. ay ve 6. ayda yüzey elektrot yöntemi (sEMG) ile incelemiştir. Çalışmada, apareysiz 1. hafta ve 1.

ay maksimum ısırma ölçümlerinde, anterior temporal ve masseter kasların aktivitelerinde düşüş görülmüş, 3. ay ve 6. ay ölçümlerinde ise aktivite değerleri artarak, başlangıç değerleri ile benzer değerler göstermiştir. Araştırmacı bu sonucu apareyin iskeletsel etki gösterdiğinin belirtisi olarak değerlendirmiştir. Araştırmamızda ölçümlenen son kas aktivitesi değerlerinin 6. ay veya 10. ay olarak belirtilen sabit bir zaman dilimi yerine fonksiyonel tedavi sonunda elde edilmiş olması, bireysel kooperasyon farklılıklarının önüne geçerek verilerin analizinin daha doğru sonuçlar sunmasına olanak sağlamıştır.

Ingervall ve Thuer (1991) de araştırmamız bulguları ile benzer şekilde fonksiyonel tedavi sonrasında anterior temporal kasta biyoelektriksel aktivitenin azaldığını bildirmiş, başlangıç, 4. ay maksimum ısırma kas aktivitelerini, sırasıyla 279.6 μ V, 257.4 μ V olarak ölçümlemiştir.

Herbst apareyinin çiğneme kaslarına olan etkisinin, incelendiği bir çalışmada (Pancherz, 1980), apareyin uygulandığı ilk 3 aylık dönemde temporal ve masseter kaslarının interkusal pozisyonda maksimum ısırma kas aktivitelerinde önemli bir düşüş görmüştür. Araştırmacı bunun sebebinin olarak, keserlerde ortaya çıkan baş başa ilişki ve posterior segmentte diş kontağı olmamasını göstermiştir. Tedavinin sonundaki 6. ayda ise okluzal kontaktların yeniden kurulduğunu, kas aktivitesinin artarak ortalama tedavi öncesi değerlere yaklaştığı belirtmiştir.

4.8. Sonuç

1. Modifiye Twin-Star (MTS) ve Maksillatör (M) apareyleri ile iskeletsel Sınıf II bölüm 1 malokluzyonun fonksiyonel ortopedik tedavisi başarıyla gerçekleştirildi. Tedavi sonunda her iki grupta da Sınıf I molar ve kanin ilişki elde edildi, overjet ve overbite önemli miktarda azaldı ve profilde iyileşme gözlemlendi.
2. Yeni tasarlanan MTS apareyi ile, literatürde incelenen Twin-Blok ve Twin-Star çalışmaları ile benzer sefalometrik bulgulara ulaşıldı. Sefalometrik parametrelerden Witt's değeri, PtV-Pm mesafesi, korpus uzunluğu, yumuşak doku konveksite açısı incelendiğinde, MTS kullanan olgularda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı ortopedik etki elde edildi. Maksillatör apareyi daha çok dentoalveolar değişime yol açtı.

3. Her iki grupta da 1. ayda istirahat kas aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış, maksimum ısırma kas aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edildi.
4. Tedavi başı ve tedavi sonu istirahat ve maksimum ısırma kas aktivite değerlerinin grup içi değerlendirilmesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaması, her iki apareyde de nöromuskuler yapının oluşturulan yeni morfolojik modele uyum sağladığı şeklinde yorumlanabilir.
5. Tedavi sonu istirahat kas aktiviteleri başlangıç değerleri ile kıyaslandığında, MTS grubundaki değerler istatistiksel anlamlılık düzeyinde daha yakın bulundu. Bu durum Modifiye Twin-Star apareyinin muskuler biyoadaptasyonu sağlamada daha başarılı olduğunu gösterdi.

EMG yöntemi, uygulanan fonksiyonel apareyin hastalar tarafından istenilen düzeyde kullanılıp kullanılmadığının kontrol edilmesinde ve apareyin optimum kullanım süresinin belirlenmesinde klinik muayeneye ek olarak yardımcı bir tanı aracı olarak kullanılabilir.

Fonksiyonel tedavi sonlandırıldığında, mandibula çevresindeki kaslarda gözlenen anormal kas aktivitesi, kaslarda adaptasyon olmadığını ve instabiliteyi göstermektedir. Bu durumda nüks kaçınılmazdır. Bu nedenle ortodontik tedaviler, nöromuskuler sistemde kalıcı bir adaptasyon elde etmek için, uygulanan fonksiyonel kuvvet ile tedavi sonunda istenilen morfolojik değişim arasındaki dengeyi sağlayacak şekilde planlanmalıdır.

Yeni jenerasyon ortodontik tedavilerde, hasta konforu odaklı yaklaşım oldukça popüler hale gelmiştir. Yeni tasarlanan Modifiye Twin-Star, hareketli fonksiyonel apareyler içerisinde bu yaklaşımı temsil eden bir alternatif olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- AGGARWAL P, KHARBANDA OP, MATHUR R, DUGGAL R, PARKASH H. (1999) Muscle response to the twin-block appliance: an electromyographic study of the masseter and anterior temporal muscles. *AJO-DO*, 116(4): 405-414.
- AHLGREN J (1970) The neurophysiologic principles of the Andrézen method of functional jaw orthopedics: a critical analysis and new hypothesis. *Swed Dent J*, 63,1-9.
- AHLGREN JG, INGERVALL BF, THILANDER BL. (1973) Muscle activity in normal and postnormal occlusion. *Am J Orthod*, 64(5): 445-456.
- AHLGREN J, SONESSON B, BLITZ M. (1985) An electromyographic analysis of the temporalis fuction of normal occlusion. *Am J Orthod*, 87(3):230-239.
- AKARSU B, KOCADERELİ İ. (2010) Sınıf II malokluzyonlu Türk Çocuklarda Sefalometrik Morfoloji. *Türk Ortodonti Dergisi*, 23(2): 123-135.
- AKKAYA S, HAYDAR S, BİLİR E. (2000) Effects of spring-loaded posterior bite-block appliance on masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118:179– 183.
- AKYÜZ G, GÜNDÜZ H. (2003) Elektrodiagnoz. Ankara: Günes Kitap Evi.
- ALARCON JA, MARTİN C, PALMA JC. (2000) Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 118: 328-334.
- ALLAN TK, HODGSON EW. (1968) The use of personality measurements as a determinant of patient cooperation in an orthodontic practice. *Am J Orthod*, 54(6): 433-440.
- AMORIM MM, BORINI CB, LOPES SL, HAITER-NETO F, BÉRZIN F, CARIA PH. (2008) Relationship between the inclination of the coronoid process of the mandible and the electromyographic activity of the temporal muscle in skeletal Class I and II individuals. *J Oral Sci*, 50(3): 293-299.
- ANDRÉSEN V, HÄUPL K (1936) Funktions—kieferorthopädie; Die Grundlagen des Norwegischen System. Leipzig: JA Barth.

- ANGELIERI F, FRANCHI L, CEVIDANES LH, SCANAVINI MA, and MCNAMARA, JA (2014) Long-term treatment effects of the FR-2 appliance: a prospective evaluation 7 years post-treatment. *European Journal of Orthodontics*, 36, 192–199.
- ANGLE EH. (1899) Classification of malocclusion. *Dental Cosmos* 41(18): 248-264.
- ARAT M, KÖKLÜ A, ÖZDİLER E, RÜBENDÜZ M, ERDOĞAN B (1997) Kraniofasial ve Dentoalveolar Yapılardaki Gelişimin İskeletsel Olgunluk Kriterleri Dikkate Alınarak İncelenmesi. *Türk Ort. Derg.* 10(1):1-10, 1997.
- ARTUĞ TN. (2015) Taramalı EMG İle Nöromuskuler Parametrelerin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ATAMÖZLÜ EK (2010) Farklı İskeletsel Özelliklere Sahip Bireylerde Emg Ölçümlerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi T.C. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı.
- BACCETI T, FRANCHI L, TOTTH LR, MCNAMARA JA JR. (2000) ‘‘Treatment timing for Twin-block therapy’’. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118:159-70.
- BAKER R. (2015) Electromyography A practical guide to understanding muscle activity. Published in: *Health and Medicine*, 19 May 2015. <http://www.slideshare.net/RichardBaker12/cga-ifa-2015-9-electromyography>, son erişim tarihi: 11.03.2016.
- BANKS P, WRIGHT J, O'BRIEN K. (2004) Incremental versus maximum bite advancement during twin-block therapy: a randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 126(5): 583-588.
- BARTON S, COOK PA. (1997) Predicting functional appliance treatment outcome in Class II malocclusions--a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 112(3): 282-286.
- BASMAJIAN JV, GOPAL DN, GHISTA DN. (1985) Electrodiagnostic model for motor unit action potential (MUAP) generation. *Am J Phys Med*, 64(6):279-294.
- BASCİFTÇİ FA, UYSAL T, BÜYÜKERKEMEN A, SARI Z. (2003) The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients. *Eur J Orthod*, 25(1): 87-93.
- BEDOUCHA V, BOUTIN F, FRAPIER L. (2015) Impact of genioplasty during puberty on the upper airways. *International Orthodontics*. 13 : 421-435. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ortho.2015.09.005>

- BERG R. (1979) Post-retention analysis of treatment problems and failures in 264 consecutively treated cases. *Eur J Orthod*, 1(1): 55-68.
- BERGAMINI M, PIERLEONI F, GIZDULICH A, BERGAMINI C. (2008) Dental occlusion and body posture: a surface EMG study. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice* 26.1
- BİÇER B. (2011) Sporcularda erektor spinae kas yorgunluğunun işlevsel yakın kızılaltı spektroskopisi ve yüzeysel elektromiyografi ile değerlendirilmesi, Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- BISHARA SE, JAKOBSEN JR, VORHIES B, BAYATI P. (1997) Changes in dentofacial structures in untreated Class II division 1 and normal subjects: a longitudinal study. *Angle Orthod*, 67(1): 55-66.
- BISHARA SE, ZIAJA RR. (1989) Functional appliances: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95(3): 250-258.
- BISHARA SE. (2006) Class II malocclusions: Diagnostic and clinical considerations with and without treatment. *Semin Orthod*, 12(1): 11-24.
- BJÖRK A, SKIELLER V. (1983) Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod*, 5(1): 1-46.
- BRITO DI, DIAS PF, GLEISER R. (2009) Prevalence of malocclusion in children aged 9 to 12 years old in the city of Nova Friburgo, Rio de Janeiro State, Brazil. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*, 14(6): 118-124.
- BÜYÜKTÜRK B. (2012) Twin Blok ve Modifiye Twin Blok Aparentlerinin Kraniofasial Sistem Üzerindeki Etkilerinin Radyolojik ve Elektromiyografik Olarak Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- CARELS C, VAN DER LINDEN FP. (1987) Concepts on functional appliances' mode of action. *AJO-DO* 92(2):162-168.
- CARELS C, VAN STEENBERGHE D. (1986) Changes in neuromuscular reflexes in the masseter muscles during functional jaw orthopedic treatment in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 90(5): 410-419.
- COZZA P, BACCETTI T, FRANCHI L, DE TOFFOLI L, MCNAMARA JA Jr. (2006) Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a

- systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(5): 599-e1-12; discussion e1-6.
- CARMİCHAEL GJ, BANKS PA, CHADWİCK SM. (1999) A modification to enable controlled progressive advancement of the Twin Block appliance. *Br J Orthod*, 26(1): 9- 13.
- ÇATALBAŞ B. (2004) Sınıf II Bölüm 1 Malokluzyonlu Olgularda Maksillatör Headgear Kombinasyonunun Dentoalveolar Ve İskeletsel Yapılar Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- CASTROFLORIO T, FARINA D, BOTTIN A, PIANCINO, BRACCO P, MERLETTI R. (2005) Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *Journal of Oral Rehabilitation* 2005 32; 411–417.
- CELİKOĞLU M, AKPINAR S, YAVUZ I. (2010) The pattern of malocclusion in a sample of orthodontic patients from Turkey. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 15(5): 791-796.
- CHA BK, KİM CH, BAEK SH (2007) Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscles. *Angle Orthod*, 77(3): 463–70
- CHADWİCK SM, AIRD JC, TAYLOR PJ, BEARN DR. (2001) Functional regulator treatment of Class II division 1 malocclusions. *Eur J Orthod*, 23(5): 495-505.
- CHAPMAN SM. (1972) Ossification of adductor sesamoid and adolescent growth spurt. *Angle Orthod* 42:236-245.
- CHARLIER JP, PETROVIĆ A, HERRMANN-STUTZMANN J. (1969) Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle. *Am J Orthod*. Jan;55(1):71-4.
- CHONG-SHAN S, HUI-YUN W. (1989) Value of EMG analysis of mandibular elevators in open-close-clench cycle to diagnosing TMJ disturbance syndrome. *J Oral Rehabil*, 16: 101-7.
- CİAVARELLA D, MASTROVINCENZO M, SABATUCCI A, PARZIALE V, CHİMENTİ C. (2010) Effect of the Enveloppe Linguale Nocturne on atypical swallowing: surface electromyography and computerised postural test evaluation. *Eur J Paediatr Dent*. Sep;11(3):141-5.
- CLARK WJ. (1982) ‘‘The Twin-Block traction technique’’. *Eur J Orthod* 4:129-38.

- CLARK WJ. (1995) *Twin-Block Functional Therapy*: London: Mosby-Wolfe.
- CLARK WJ. (1997) The Twin Block technique. In: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG, *Dentofacial Orthopedics with Functional Appliances*. 2nd ed. St. Louis: Mosby; p. 268-298.
- CLARK WJ. (2015) *Twin Block Functional Therapy Applications in Dentofacial Orthopaedics*. 3/e edition. p. 90. Author and Editor: William J. Clark. London: Jaypee Brothers Medical Ltd.
- CLEMMER EJ, HAYES EW. (1979) Patient cooperation in wearing orthodontic headgear. *Am J Orthod*, 75(5): 517-524.
- COZZA P, BACCETTI T, FRANCHI L, DE TOFFOL L, MCNAMARA JA JR (2006) Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(5): e1-12; discussion e1-6.
- CRAWFORD TP. (1976) A multiple regression analysis of patient cooperation during orthodontics treatment. *Am J Orthod*, 65: 436-437
- DAUBE JR, RUBIN DI. (2009) Needle electromyography, *Muscle Nerve*, 39:244–270.
- DAWSON PE. (1989) *Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems*. 2 edn. St Loise: Mosby.
- DEGUCHI T, KUMAI T, GARETTO L. (1994) Statistics of differential Lissajous EMG for normal occlusion and Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 105(1): 42-48.
- DEMISCH A (1984) *Herren's Dentofacial Orthopedics*, In *Removable Orthodontic Appliances*, Ed 2, WB Saunders Company, 310-331, Philadelphia London Toronto Mexico City Rio de Janeiro Sydney Tokyo.
- DORUK C, GÖYENÇ BY. Geç dönem Angle sınıf II bölüm 1 malokluzyonlu bireylerde fonksiyonel tedavinin değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 1999; 2: 64-70.
- DU X, HAGG U. (2003) Muscular adaptation to gradual advancement of the mandible. *Angle Orthod*, 73(5):525-31.
- ERDEM A, KILIC N, ERÖZ B. (2009) Changes in soft tissue profile and electromyographic activity after activator treatment, *Australian Orthodontic Journal* Volume 25 No. 2.

- ERİMOĞLU C. (1990) İnsan Anatomisi istanbul: İstanbul Üniversitesi yayınları.
- ERTEKİN C. (1977) Klinik Elektromiyografi. İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.
- ERTEKİN C. (2014) Electrophysiological Evaluation of Oropharyngeal Dysphagia in Parkinson's Disease. *J Mov Disorder* 2014; 7(2): 31-56. Published online: 30 October 2014 DOI: <http://dx.doi.org/10.14802/jmd.14008>.
- FALTIN KJ, FALTIN RM, BACCETTI T, FRANCHI L, GHIOZZI B, MCNAMARA JA JR. (2003) Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *Angle Orthod*, 73(3): 221-230.
- FERRARIO VF, SFORZA C, D'ADDONA A, MIANI A JR (1991) Reproducibility of electromyographic measures: a statistical analysis *Journal of Oral Rehabilitation*, Volume 18, pages 513-521.
- FERRARIO VF, SFORZA C, MIANI A JR, D'ADDONA A, BARBINI E. (1993) Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people. Statistical evaluation of reference values for clinical applications. *Journal of Oral Rehabilitation*, 20, 271.
- FERRARIO VF, SFORZA C, SERRAO G. (1999) The effects of a single intercuspal interference on electromyographic characteristics of human masticatory muscles during maximal voluntary teeth clenching. *Cranio*, 17(3): 184–88.
- FERRARIO F, SFORZA C, COLOMBO A, CIUSA V (2000) An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J Oral Rehabil*, 27(1): 33–40.
- FISHMAN LS. (1982) Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod*, 52(2): 88-112.
- FISK GV, CULBERT MR, GRAINGER RM, HEMREND B, MOYERS R. (1953) The Morphology and Phsiology of Distocclusion. *Am J Orthod*, 35: 3-12.
- FLORES-MİR C, MAJOR PW. (2006) A systematic review of cephalometric facial soft tissue changes with the Activator and Bionator appliances in Class II division 1 subjects. *Eur J Orthod*, 28(6): 586-93.
- FOGLE LL, GLAROS AG (1995) Contributions of facial morphology, age and gender to EMG activity under biting and resting conditions. *J Dent Res*, 74, 1496-500.
- FRÄNKEL R, FRÄNKEL C. (2001) Clinical implication of Roux's concept in orofacial orthopedics. *J Orofac Orthop*, 62(1):1-21. Review

- FRÄNKEL, R., MULLER, M., FALCK, F. (1987) The uprighting effect of the Frankel appliance on the mandibular canines and premolars during eruption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 92 (2): 109-116.
- FREITAS MR, SANTOS MA, FREITAS KM, JANSON G, FREITAS DS, HENRIQUES JF. (2005) Cephalometric characterization of skeletal Class II, division 1 malocclusion in white Brazilian subjects. *J Appl Oral Sci*, 13(2): 198-203.
- GELGÖR IE, KARAMAN AI, ERCAN E. (2007) Prevalence of malocclusion among adolescents in central anatolia. *Eur J Dent*, 1(3): 125-131.
- GÖKER İ. (2009) Investigation Of The Alterations In Motor Units In Neurologic Disorders By Scanning Electromyography, Bogazici University, Thesis.
- GRABER TM (1985) Functional appliance, In *Orthodontics Current Principles and Techniques*, Ed by Darlene Warfel, 2, The C V Mosby company, 369-404, St Louis Toronto Princeton.
- GRABER TM, RAKOSI T, PETROVIĆ AG. (1997) *Dentofacial Orthopedics with Functional Appliances*. 2th Edition., St. Louis: Mosby-Year Book. Inc.
- GRABER TM, VANARSDALL RL, VIG KWL. (2005) *Orthodontics: Current Principles & Techniques; Fourth Edition*
- GRAVE KC, BROWN T. (1976) Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *AJO* 69:611-619.
- GRAY H. (1918) 20th edition of Gray's Anatomy.
- GÜNAY M, CİCİOĞLU G. (2001) *Spor Fizyolojisi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- HÄGG U, ATTSTRÖM K. (1992) Mandibular growth estimated by four cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 102(2): 146-52.
- HÄGG U, DU X, BAKR A, RABIE M, BENDEUS M. (2003) What does headgear add to Herbst treatment and to retention? *Semin Orthod*, 9(1):57-66.
- HÄGG U, RABIE AB, BENDEUS M, WONG RW, WEY MC, DU X, PENG J. (2008) Condylar growth and mandibular positioning with stepwise vs maximum advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134(4): 525-536.
- HANDS GL, STEPP CE (2016) Effect of Age on Human–Computer Interface Control Via Neck Electromyography. *Interacting with Computers*, Vol. 28 No. 1, 2016.

- HAWARY E. (2014) Correcting anterior crowding using orthodontic therapy and conservative esthetic treatment: A case report, *Journal of Cosmetic Dentistry*, Vol. 30 Issue 1, p122-133.
- HENNEBERG, K.A., (2006). "Principles of Electromyography," in J. D. Bronzino (Eds.), *The Biomedical Engineering Handbook*, Taylor and Francis Group, Florida
- HERRY HT. (1955) Functional Electromyography of the Temporal and Masseter Muscles in Class II, Division 1 Malocclusion and Excellent Occlusion. *Angle Orthod*, 25(1);49-59.
- HEWSON DJ, HOGREL JY, LANGERON Y, DUCHENE J. (2003) Evolution in impedance at the electrode-skin interface of two types of surface EMG electrodes during long-term recordings. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 13, 273–279.
- HOTZ R (1970) Application and appliance manipulation of functional forces, *Am J Orthod*, 58(5), 459-478.
- HOUSTON WJ, MILLER JC, TANNER JM (1979) Prediction of the timing of the adolescent growth spurt from ossification events in hand-wrist films. *British J of Orthodontics* 6:142-152.
- <http://eee.ktu.edu.tr/labs/med.end/EMG.pdf>
- INGERVALL B (1974) Prevalance of dental and occlusal anomalies in Swedish conscripts. *Acta Odont Scand*, 32, 83-92.
- INGERVALL B, THUER U. (1991) Temporal muscle activity during first year of Class II Division 1 malocclusion treatment with an activator. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 99(4): 361–68.
- ISHII N, DEGUCHI T, HUNT NP. (2001) Craniofacial morphology of Japanese girls with Class II division 1 malocclusion. *J Orthod*, 28(3): 211-215.
- IWASAKI S, TOKUNAGA T, BABA S, TANAKA M, KAWAZOE T. (1990) Noninvasive estimation of the location of the end plate in the human masseter muscle using surface electromyograms with an electrode array. *J Osaka Dent Univ. Oct*;24(2):135-40.

- JAKOBSSON SO (1990) Paulin G. The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class II: 1 cases. A roentgenocephalometric study. *Eur J Orthod*, 12(2): 174-184.
- JAMILIAN A, SHOWKATBAKHSR R, AMIRI SS. (2011) Treatment effects of the R-appliance and twin block in Class II division 1 malocclusion. *Eur J Orthod*, 33(4): 354-8.
- JARABAK JR, FIZZEL JA (1972) Technique and treatment with light wire appliances, Ed 2, The C V Mosby Company, St Louis, 589-590.
- JENSEN CR, OVERMAN SJ (2003) Physical Education and Athletics. Fourth Edition. Dubugue: Wm. C. Brown Company Publishers, Dubugue, pp:85.
- JIMÉNEZ ID. (1987) Dental stability and maximal masticatory muscle activity. *Journal of Oral Rehabilitation*, 14, 591.
- KAMİMURA K. (2001) Anatomical atlas of the temporomandibular joint. 2 edn: Quintessence Publishing Co. Inc.
- KARLSEN AT. (1994) Craniofacial morphology in children with Angle Class II-1 malocclusion with and without deepbite. *Angle Orthod*. 64(6):437-46.
- KAWAZOE Y, KOTANI H, HAMADA T, YAMADA S. (1980) Effect of occlusal splints on the electromyographic activities of masseter muscles during maximum clenching in patients with myofascial pain-dysfunction syndrome. *J Prosthet Dent*, 43: 578-80.
- KILIÇ N. (2005) Yarı Hızlı (Semi Rapid) Ve Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dentofasiyal Yapılar Ve Çiğneme Kaslarının Tonositelerinde Yaptığı Değişimlerin İncelenmesi. T.C. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı Doktora Tezi Erzurum.
- KIM YH (1979) A comparative cephalometric study of CI II Div 1 nonextraction and extraction cases *Br J Orthod* 49, 77-84.
- KING GJ, KEELING SD, HOCEVAR RA, WHEELER TT. (1990) The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review. *Angle Orthod*, 60(2): 87-97.
- KO EW, TENG TT, HUANG CS, CHEN Y (2015) The effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for class III correction. Part II: Electromyographic activity of masticatory muscles. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 43, 138-143.

- KORETSI V, ZYMPERDIKAS VF, PAPAGEORGIOU SN, PAPADOPOULOS MA. (2015) Treatment effects of removable functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* Aug;37(4):418-34. doi: 10.1093/ejo/cju071.
- KORKMAZ B, YILDIZ S ,YILDIZ N. (2015) Sympathetic Skin Responses from the Neck Area in Patients with Unilateral Migraine. *Arch Neuropsychiatr* 52: 151-6. DOI: 10.5152/npa.2015.7601.
- KORÜREK M, YAZGAN E. (1996) Tıp Elektroniği, İTÜ Rektörlüğü Yayın No: 1574, İstanbul.
- KUBOTA M, NAKANO H, SANJO I, SATOH K, SANJO T, KAMEGAİ T, ISHİKAWA F. (1998) Maxillofacial morphology and masseter muscle thickness in adults. *Eur J Orthod*, 20(5): 535-542.
- KURAN B. (2002) Kas İskelet Sistemi Testleri: Manuel Kas Testi. *Aktüel Tıp Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, Mart , ss:22.
- KÜÇÜKKELEŞ N, ORGUN A (1993) Jasper Jumper uygulaması, *Türk Ortodonti Dergisi*, 6,2, 198-203.
- LAMPARSKİ D. (1972) Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Thesis, University of Pittsburg, Pennsylvania.
- LEE RT, KYİ CS, MACK GJ. (2007) A controlled clinical trial of the effects of the Twin Block and Dynamax appliances on the hard and soft tissues. *Eur J Orthod*, 29(3): 272-82
- LEUNG D K, HÄGG U. (2001) An electromyographic investigation of the first six months of progressive mandibular advancement of the Herbst appliance in adolescents. *Angle Orthodontist* 71: 177–184.
- LOWE AA, TAKADA K, TAYLOR LM. (1983) Muscle activity during function and its correlation with craniofacial morphology in a sample of subjects with Class II, Division 1 malocclusions. *Am J Orthod*, 84(3): 204-211.
- LUCAS BL, BARBOSA TS, PEREİRA LJ, GAVİA~O MBD, CASTELO PM (2014) Electromyographic evaluation of masticatory muscles at rest and maximal intercuspal positions of the mandible in children with sleep bruxism. *Eur Arch Paediatr Dent*. 15:269–274. DOI 10.1007/s40368-014-0111-6.

- LUDER HU. (1982) Skeletal profile changes related to two patterns of activator effects. Am J Orthod, 81(5): 390-396.
- LUND DI, SANDLER PJ. (1998) The effects of Twin Blocks: a prospective controlled study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1): 104-110.
- MAHADEVIA SM, ASSUDANI NP, GOWDA K, JOSHIPURA AJ. (2014) Twin-Star: Adding a new dimension for treatment of Class II noncompliant patients. APOS Trends Orthod, 4:21-5.
- MAJ G, LUZI, C., LUCHESSA, P. (1960) A cephalometric appraisal of Class II and Class III malocclusions. Angle Orthod, 30(1): 26-34.
- MARIEB EN, HOEHN K. (2013). Human Anatomy and Psychology PowerPoint® Lecture Slides Chapter 9 s.13. Pearson Education Inc. http://oc2cb.com/pdf_lectures/_ch_09_lecture_presentation_a.pdf (sayfayı ziyaret tarihi: 05.03.2016).
- MARSICO, E., GATTO, E., BURRASCANO, M., MATARESE, G. AND CORDASCO, G. (2011) Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 139, 24–36.
- MCNAMARA JA JR (1972) Neuromuscular and skeletal adaptations to altered orofacial function. Ann Arbor: University of Michigan.
- MCNAMARA JA JR (1973) Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. Am J Orthod, 64, 578-606.
- MCNAMARA JA JR (1981) Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age, Angle Orthod, 51(3), 177-202.
- MCNAMARA, J.A., BOOKSTEIN, F.L. AND SHAUGHNESSY, T.G. (1985) Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on Class II patients. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 88, 91–111.
- MCNAMARA JA JR, BRYAN FA. (1987) Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental in the Macaca mulatta. Am J Orthod, 88(2):91-110.
- MCNAMARA JA JR, BRUDON WL, KOKICH VG. (2002) Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2th Edition., USA.
- MCNEILL C. (1993) Temporomandibular Disorder: Guidelines for Classification, Assessment, and Management. 1 ed. Chicago: Quintessence Publishing Co.Inc.

- MERLETTI, R., BOTTER, A., TROIANO, A., MERLO, E., & MINETTO, M. A. (2009). Technology and instrumentation for detection and conditioning of the surface electromyographic signal: State of the art. *Clinical Biomechanics*, 24, 122–134.
- MIHALIK CA, PROFFIT WR, PHILLIPS C. (2003) Long-term follow-up of Class II adults treated with orthodontic camouflage: A comparison with orthognathic surgery outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 123: 266-78.
- MILLS JR. (1991) The effect of the functional appliances on the skeletal pattern. *Br J Orthod*, 18(4):267-275.
- MILLS CM., MCCULLOCH KJ. (1998) Treatment effects of the twin block appliance: a cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114 (1): 15-24.
- MIRALLES R, HEVÍA R, CONTRERAS L, CARVAJAL R, BULL R, MANNS A. (1991) Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod*. 61,4, 277-84.
- MOHL ND, LUND JP, WIDMER CG, MCCALL WD, Jr. (1990) Devices for the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. Part II: Electromyography and sonography. *J Prosthet Dent*, 63: 332-6.
- MOSS JP. (1975) Function - fact or fiction? *Am J Orthod*, 67(6):625-646.
- MOYERS RE. (1949) Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, division 1 malocclusions; an electromyographic analysis. *Am J Orthod*, 35(11):837-857.
- NANDA R, DANDAJENA TC, NANDA R. (2005) Biomechanic Strategies for Nonextraction Class II Malocclusions. In: *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*. St. Louis, Missouri. s. 177.
- NEDWED V, MIETHKE RR. (2005) Motivation, acceptance and problems of Invisalign patients. *J Orofac Orthop*. 6(2):162-73.
- NELSON C, HARKNESS M, HERBISON P. (1993) Mandibular changes during functional appliance treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 104: 153-61.
- NICOLET C, MUÑOZ D, MARINO A, WERNER A, ARGANDOÑA J. (2012) Lip Competence in Class III Patients Undergoing Orthognathic Surgery: An Electromyographic Study. *J Oral Maxillofac Surg*. May;70(5):e331-6. doi: 10.1016/j.joms.2012.01.017.

- O'BRIEN K, MACFARLANE T, WRIGHT J, CONBOY F, APPELBE P, BIRNIE D, CHADWICK S, CONNOLLY I, HAMMOND M, HARRADINE N, LEWIS D, LITTLEWOOD S, MCDADE C, MITCHELL L, MURRAY A, O'NEILL J, SANDLER J, READ M, ROBINSON S, SHAW I, TURBILL E. (2009) Early treatment for Class II malocclusion and perceived improvements in facial profile. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135(5): 580-585.
- OKESON JP. (1989) Temporomandibular disorders in children. *Pediatr Dent*. 1989 Dec;11(4):325-9.
- PANCHERZ H. (1980) Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusions. An electromyographic investigation. *Am J Orthod*. 77,6,679-688.
- PANCHERZ, H. (1982) The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am. J. Orthod*, 82: 104-113.
- PANCHERZ H. (2000) Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2000; 117(5): 571-574. Review.
- PANCHERZ H. (2003) History, Background and Development of the Herbst Appliance, *Seminars in Orthodontics*, 2003; 9 (1): 3-11.
- PANCHERZ H, HÄGG U. (1985) Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod*, 88(4): 273-287.
- PANCHERZ H, RUF S, KOHLHAS P. (1998) "Effective condylar growth" and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114(4): 437-446.
- PANCHERZ H, ZIEBER K, HOYER B. (1997) Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: a comparative study in children. *Angle Orthod*, 67(2): 111-120.
- PANGRAZIO-KULBERSH V, BERGER JL, CHERMAK DS, KACZYNSKI R, SIMON ES, HAERIAN A (2003) Treatment effects of the mandibular anterior repositioning appliance on patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 123(3): 286-295.
- RENFROE EW. (1948) A study of the facial patterns associated with Class I, Class II division 1, and Class II division 2 malocclusion. *Angle Orthod*, 19: 12-15.

- PARKIN NA, MCKEOWN HF, SANDLER PJ. (2001) Comparison of 2 modifications of the twinblock appliance in matched Class II samples. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 119(6): 572-7.
- PERKÜN F. (1983) Çene Ortopedisi (Cilt 2-Tanı ve tanı metotları), İstanbul 195-197.
- PETROVIC A, STUTZMANN J, LAVERGNE J, SHAYE R. (1991) Is it possible to modulate the growth of the human mandible with a functional appliance? *Int J Orthod*, 29(1-2): 3-8. Review
- PFEIFFER JP, GROBETY D. (1982) A philosophy of combined orthopedic orthodontic treatment, *Am J Orthod*, 81, 185-201.
- POZZO M, FARINA D, MERLETTI R. (2004) Electromyography: Detection, Processing, and Applications, in J. Moore and G. Zouridakis (Eds.), *Biomedical Technology and Devices Handbook*, CRC Press LLC, Florida.
- PROFFIT WR, FIELDS HW, SARVER DM. (2012) *Contemporary Orthodontics*. Elsevier Mosby. St. Louis, Missouri 63043. sayfa 4-5.
- RAINS MD, NANDA R (1982) Soft-tissue changes associated with maxillary incisor retraction. *American Journal of Orthodontics*, 81, 481–488.
- RAKOSI T. (1997a) The Activator. In: Graber T.M. , Rakosi T., Petrovic A.G. *Dentofacial orthopedics with functional appliances*, St. Louis: Second Ed. Mosby-Year Book. Inc. 161-188.
- RAKOSI T. (1997b) Treatment of Class II Malocclusion. In: Graber T.M. , Rakosi T., Petrovic A.G. *Dentofacial orthopedics with functional appliances*, St. Louis: Second Ed. Mosby-Year Book. Inc. 417-435.
- REYES A, CRUICKSHANK T, THOMPSON J, ZIMAN M, NOSAKA K. (2014) Surface electromyograph activity of submental muscles during swallowing and expiratory muscle training tasks in Huntington’s disease patients. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 24 (2014) 153–158.
- ROTHSTEIN T, YOON-TARLIE C. (2000) 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*, 117(3): 320-332.
- RUBIN DI. (2012) Needle Electromyography: Basic Concepts and Patterns of Abnormalities, *Neurologic Clinics*, 30(2):429-456.

- RUF S, PANCHERZ H. (2003) When is the ideal period for Herbst therapy early or late?.
Semin Orthod. 9:47–56.
- SAIFUDDİN M, MIYAMOTO K, UEDA HM, SHIKATA N, TANNE K (2003) An
electromyographic evaluation of the bilateral symmetry and nature of masticatory
muscle activity in jaw deformity patients during normal daily activities Journal of
Oral Rehabilitation, 30, 578-586.
- SANTANA-MORA U, CUDEIRO J, MORA-BERMUDEZ MJ, RILO-POUSA B,
FERREIRA-PINHO J C, OTERO-CEPEDA J L. (2009) Changes in EMG activity
during clenching in chronic pain patients with unilateral temporomandibular
disorders. J Electromyogr Kinesiol, 19: 543-549.
- SARI Z, UYSAL T, KARAMAN A, BAŞÇİFTÇİ F, ÜŞÜMEZ S, DEMİR A. (2003)
Ortodontik maloklüzyonlar ve tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi:
Epidemiolojik çalışma. Türk Ortodonti Dergisi, 16(2): 119-126.
- SASSOUNI V (1970) The Class II syndrome, differential diagnosis and treatment, Angle
Orthod, 40(4), 334-341.
- SATYGO EA, SILIN AV, RAMIREZ-YAÑEZ GO. (2014) Electromyographic muscular
activity improvement in Class II patients treated with the pre-orthodontic trainer. J
Clin Pediatr Dent. 38(4):380-4.
- SAYİN MO, TÜRKKAHRAMAN H. (2004) Malocclusion and crowding in an
orthodontically referred Turkish population. Angle Orthod, 74(5): 635-639.
- SAYİN MO, TÜRKKAHRAMAN H. (2005) Cephalometric evaluation of nongrowing
females with skeletal and dental Class II, division 1 malocclusion. Angle Orthod,
75(4): 656-660.
- SCHAEFER AT, MCNAMARA JA JR, FRANCHİ L, BACCETTİ T. (2004) A
cephalometric comparison of treatment with the Twin-block and stainless steel
crown Herbst appliances followed by fixed appliance therapy. Am J Orthod
Dentofacial Orthop, 126(1): 7-15.
- SCHINDLER HJ, RUES S, TÜRP JC, SCHWEİZERHOF K, LENZ J. (2005) Activity
patterns of the masticatory muscles during feedback-controlled simulated clenching
activities. Eur J Oral Sci, 113: 469–478.

- SCHWARTZ G, ENOMOTO S, VALIQUETTE C, LUND JP. (1989) Mastication in the rabbit: A description of movement and muscle activity. *J Neurophysiol*, 62(1): 273-287.
- SELÇUK B, UYSAL H, AYDOĞDU İ, AKYÜZ M, ERTEKİN C (2007) Effect of temperature on electrophysiological parameters of swallowing. *Journal of Rehabilitation Research & Development* Volume 44, Number 3, Pages 373–380.
- SELLER B. (2012) *Muscle Physiology*, chrisevans3d.com/files/referance/musclephysiologysellers.pdf. 1 Haziran 2012.
- SERBESİS-TSARUDİS C, PANCHERZ H. (2008) "Effective" TMJ and chin position changes in Class II treatment. *Angle Orthod*, 78(5): 813-818.
- SESSLE BJ, WOODSIDE DG, BOURQUE P, GURZA S, POWELL G, VOUDOURİS J, METAXAS A, ALTUNA G. (1990) Effect of functional appliances on jaw muscle activity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98(3): 222-230.
- SHAW WC (1981) The influence of children's dentofacial appearance on their social attractiveness as judged by peers and lay adults. *American Journal of Orthodontics*, 79, 399–415.
- SHİ CS, WANG HY. (1991). Influence of an occlusal splint on integrated electromyography of the masseter muscles. *J Oral Rehabil*, 18: 253-6.
- SHUM L, RABİE AB, HÄGG U. (2004) Vascular endothelial growth factor expression and bone formation in posterior glenoid fossa during stepwise mandibular advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125(2): 185-190.
- SİDLAUSKAS A. (2005) Clinical effectiveness of the Twin block appliance in the treatment of Class II Division 1 malocclusion. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 7:7-10.
- SİDLAUSKAS A, LOPATİENE K. (2009) The prevalence of malocclusion among 7-15-year-old Lithuanian schoolchildren. *Medicina (Kaunas)* 45(2): 147-152.
- SILVA GP, MACHADO AA, FERREIRA B, VASCONCELOS PB, VERRİ ED, GONÇALVES CR, VASCONCELOS MAC, SIÉSSERE S, SEMPRİNİ M, REGALO SCH (2015) Functional analysis of the stomatognathic system in individuals infected with human immunodeficiency virus. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 25 (2015) 515–521.

- SMITH RA. (1939) The etiology of Angle Class II Division I Malocclusion. *Angle Orthod*, 9(1): 15-19.
- SOĞANCI A. (2007) İskeletsel Sınıf II maloklüzyonlu Hastalarda Kullanılan Aktivatör Apareyinin Kas Aktivitesine Olan Etkilerinin EMG ile İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- SOOD S, KHARBANDA OP, DUGGAL R, SOOD M, GULATI S. (2011) Neuromuscular adaptations with flexible fixed functional appliance – a 2-year follow-up study. *J Orofac Orthop*, 72:434-445.
- SÖNMEZ GT. (2002) Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Bolu: Ata ofset Matbaacılık.
- STENE T (1994) The efficacy of a prefabricated appliance for mandibular advancement (MALU): A study of the treatment effect, the treatment process, and patient attitudes in 32 consecutively treated subjects. A thesis. University of Oslo.
- STEPP CE. (2012) Surface Electromyography for Speech and Swallowing Systems: Measurement, Analysis, and Interpretation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. Vol. 55, 1232–1246, August 2012.
- STEVENS C. (1998) The Use of EMG and Jaw Tracking: Diagnostic Evaluation and Correlation with a Live Demonstration; BioResearch, Annual Conference Milwaukee.
- STRAUB WJ. (1960) Malfunction of the tongue, part I. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 46: 404-424.
- SUBTELNY JD. (1970) Malocclusions, orthodontic corrections and orofacial muscle adaptation. *Angle Orthod*, 40(3): 170-201.
- TABE H, UEDA HM, KATO M, NAGAOKA K, NAKASHIMA Y, MATSUMOTO E, SHİKATA N, TANNE K. (2005) Influence of functional appliances on masticatory muscle activity. *Angle Orthod*. Jul;75(4):616-24.
- TALLGREN A, CHRISTIANSEN RL, ASH M JR, MILLER RL. (1998) Effects of a myofunctional appliance on orofacial muscle activity and structures. *Angle Orthod*. Jun;68(3):249-58.
- TARTAGLIA GM, GRANDI G, MIAN F. (2009) Non-invasive 3D facial analysis and surface electromyography during functional pre-orthodontic therapy: a preliminary report. *J Appl Oral Sci*, 17(5): 487–94.

- TECCO S, BALDINI A, MUMMOLOC S, MARCHETTI E, GIUCA MR, MARZO G, GHERLONE EF (2015) Frenulectomy of the tongue and the influence of rehabilitation exercises on the sEMG activity of masticatory muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 25 (2015) 619–628.
- THEBERGE MG (1967) Der Einfluss der Dehnungsvorbißplatte auf das elektromyographische Verhalten der perioralen und mastikatorischen Muskulatur. *Med. Diss. Univ. Zurich*.
- THILANDER B, PENA L, INFANTE C, PARADA SS, DE MAYORGA C. (2001) Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod*, 23(2): 153-167.
- THIRUVENKATACHARI B, SANDLER J, MURRAY A, WALSH T, O'BRIEN K. (2010) Comparison of Twin-block and Dynamax appliances for the treatment of Class II malocclusion in adolescents: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138(2): 144.e1-144.e9
- THORNTON RC, MICHELL AW. (2012) Techniques and applications of EMG: measuring motor units from structure to function, *Journal of Neurology*, 259(3):585-594.
- TOPKARA A, SARI Z (2010) Fonksiyonel tedavilerde kullanılan ortodontik aperiye tiplerinin belirlenmesi. *SÜ Dişhek Fak Derg*, 19:22-25.
- TOTH LR., MCNAMARA JA. (1999) Jr. Treatment effects produced by the Twinblock appliance and the FR-2 appliance of Frankel compared with an untreated Class II sample. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116(6): 597-609.
- TRENOUETH MJ. (2000) Cephalometric evaluation of the Twin-block appliance in the treatment of Class II Division 1 malocclusion with matched normative growth data. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 117(1): 54-59.
- TULLOCH JF, PROFFIT WR, PHILLIPS C. (2004) Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. Jun;125(6):657-67.
- TUNG AW, KIYAK HA (1998) Psychological influences on the timing of orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113, 29–39.

- TÜMER N, GÜLTAN AS. (1999) Comparison of the effects of monoblock and twin-block appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116(4): 460-468.
- TÜRKKAHARAMAN H, SAYİN MO. (2006) Effects of activator and activator headgear treatment: comparison with untreated Class II subjects. *Eur J Orthod*, 28(1): 27-34.
- USLU O, ARAT ZM., BEYAZOVA M, TAŞKIRAN OO. (2010) Muscular response to functional treatment of skeletal openbite and deepbite cases: an EMG study. *World J Orthod*: 11(4) p 85-93.
- UYSAL H, KIZILAY F, ÜNAL A, GÜNGÖR HA, ERTEKİN C (2013) The interaction between breathing and swallowing in healthy individuals. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 23 (2013) 659–663.
- UYSAL T, YAGCI A, KARA, OKKESİM S (2012) Influence of Pre-Orthodontic Trainer treatment on the perioral and masticatory muscles in patients with Class II division 1 malocclusion. *European Journal of Orthodontics* 34: 96–101.
- ÜLGEN M (1983), *Ortodontik Tedavi Prensipleri*, Ankara Üniversitesi Basımevi, 161-192, Ankara.
- ÜLGEN M. (2000) *Ortodonti-Anomaliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı*. İstanbul: Yeditepe Üniversitesi Yayınları.
- VARGERVİK K, HARVOLD EP (1985) Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod*.88,3, 242-51.
- VON BREMEN J, PANCHERZ H. (2002) Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 121(1): 31-37.
- VOUDOURIS JC, WOODSIDE DG, ALTUNA G, KUFTINEC MM, ANGELOPOULOS G, BOURQUE PJ. (2003a) Condyle-fossa modifications and muscle interactions during herbst treatment, part1. New technological methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 123(6): 604-613.
- VOUDOURIS JC, WOODSIDE DG, ALTUNA G, ANGELOPOULOS G, BOURQUE PJ, LACOUTURE CY, KUFTINEC MM. (2003b) Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 124(1): 13-29.
- WEISS J, EISER HM. (1977) Psychological timing of orthodontic treatment. *Am J Orthod*, 72(2): 198-204.

- WIECKIEWICZ M, GRYCHOWSKA N, WOJCIECHOWSKI K (2014) Prevalence and Correlation between TMD Based on RDC/TMD Diagnoses, Oral Parafunctions and Psychoemotional Stress in Polish University Students. *Biomed Res Int*, 2014: 472346.
- WILMORE JH, COSTIL DL. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. Hong Kong: Human Kinetics.
- WİNNBERG A, PANCHERZ H. (1983) Head posture and masticatory muscle function. An EMG investigation. *Eur J Orthod*, 5:209-17.
- WOODSIDE, D.G., METAXAS, A. AND ALTUNA, G. (1987) The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 92, 181–198.
- WOODSIDE DG (1998) Do functional appliances have an orthopedic effect? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 113(1): 11-4.
- WOZNIAK K, PIATKOWSKA D, SZYSZKA-SOMMERFELD L, BUCZKOWSKA-RADLIŃSKA J. (2015) Impact of Functional Appliances on Muscle Activity: A Surface Electromyography Study in Children. Hindawi Publishing Corporation, *BioMed Research International*, Article ID: 259372, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/259372>.
- www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/...pdf/Elektrotlar.pdf
- YAKAR K (2002) *Fizyoloji*. . Ankara: 4. baskı, Nobel Yayın Dağıtım.
- YAMIN-LACOUTURE C, WOODSIDE DG, SECTAKOF PA, SESSLE BJ. (1997) The action of three types of functional appliances on the activity of the masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 112(5): 560-572.
- YEŞİLOVA E. (2004) Mandiular Parafonksiyonel Alışkanlığı Olan Hastalarda Masseter Kasının Ultrasonografi, Doppler Ultrasonografi ve Elektromiyografi Teknikleri İle İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- YILDIZ, N , AKBULUT, Ö, BİRCAN, H. (2006) *İstatistiğe Giriş*, Aktif Yayınevi, s. 257, Erzurum.
- YUEN SW, HWANG JC, POON PW. (1990) Changes in power spectrum of electromyograms of masseter and anterior temporal muscles during functional appliance therapy in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 97(4): 301-307.

EKLER

EK-1: ETİK KURUL ONAYI

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	Yenişehir Mahallesi Tahsin Duru Caddesi No:14 YAHŞİHAN / KIRIKKALE
	TELEFON	0 318 333 50 00/5733
	FAKS	0 318 224 07 86
	E-POSTA	ketik@kku.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	İskeletsel Sınıf II Malokluzyonlu Hastalarda Kullanılan Twin Blok ve Maksillatör Apareylerinin Kas Aktivitelerine Olan Etkilerinin EMG ile İncelenmesi			
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADE/SOYADI	Doç. Dr. Bülent Çatalbaş			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ X	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Yenişehir Mahallesi Tahsin Duru Caddesi No:14
YAHŞİHAN / KIRIKKALE
0 318 333 50 00/5733
0 318 224 07 86
ketik@kku.edu.tr

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Kasım 2014	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLARAK FORMU	Kasım 2014	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU	Kasım 2014	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	AKORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>					
	BIYOLUĞİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	ILAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
DİĞER	<input type="checkbox"/>						
KARAR BELGELERİ	Karar No: 26/08	Tarih: 01.12.2014					
	Yukarıda bilgileri verilen başvurulara dosyası ile ilgili belgeler araştırması/çalışmaları gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelemiş ve yürütülmesi uygun bulunmuş olup araştırması/çalışmasını başvurulara dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.						

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Zühal AKTUNA

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Çinayet	Araştırma Etik Kurulu	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Zühal AKTUNA	Tıbbi Farmakoloji	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Orhan Murat KOÇAK	Pediyatri	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Üçler KISA	Biyokimya	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Didem ALİFENDİOĞLU	Pediyatri	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Pınar ATASOY	Patoloji	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Memi SAYGUN	Halk Sağlığı	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ebru Olgun ERDEMİR	Periodontoloji	Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Aylin AKBAY OBA	Pediyatri	Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Aydın ÇİFTÇİ	Dentalije	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	


* Toplantıda Bulunma

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Vedat ŞİMŞEK	Kardiyoloji	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yard. Doç. Dr. Ali Doğan DURSUN	Fizyoloji	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yard. Doç. Dr. Yakup TÜRKEL	Nöroloji	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Burhan BİRİNCİ	Serbest Eczacı	Kırıkkale -Merkez	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Av. Gökay GÜL	Hukuk	Kırıkkale	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yakup DOĞAN	Fakülte Sekreteri	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

EK-2: TEZ ÇALIŞMASINDA İSİM DEĞİŞİKLİĞİ HAKKINDA ETİK KURUL ONAYI

Evrak Tarih ve Sayısı: 19/01/2016-E.411





T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 60821397-299-411
Konu : Çalışmada İsim Değişikliği hk.

19/01/2016


DOÇ. DR. BÜLENT ÇATALBAŞ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

İlgi : 21.12.2015 tarihli dilekçe.

İlgi dilekçeniz etik kurulu başkanlığımıza değerlendirilmiş olup,
"İskeletsel Sınıf II Malokluziyonlu Hastalarda Kullanılan Twin Blok ve Maksillatör Apeylerinin Kas Aktivitelerine Olan Etkilerinin EMG İle İncelenmesi" konulu araştırmanın "İskeletsel Sınıf II Malokluziyonlu Hastalarda Kullanılan Modifiye Twin Star ve Maksillatör Apeylerinin Kas Aktivitelerine Olan Etkilerinin Elektromiyografi İle İncelenmesi" olarak değiştirilmesi Etik Kurulumuzca uygun bulunmuştur.

Söz konusu çalışmada 01/12/2014 tarihli ve 26/08 no.lu etik kurulu kararın kullanılmasını rica ederim.


Prof.Dr.Mehmet Savaş EKİCİ
Başkan



Evrak Doğrulama İçin : <http://dogrulama.kku.edu.tr/envision.sorgula/belgedogrulama.aspx?V=BE1M07DT>

Merkez Yerleşke 71450 Yahşhan/Kırıkkale
Telefon No: 0 (318) 357 42 42 Faks:
E-Posta: İnternet Adresi: www.kku.edu.tr

Bilgi için: Hüseyin ÇELEBİ
Unvan: Memur
Telefon No: 0318 357 3330 00



EK-3: TIBBİ CİHAZ KLİNİK ARAŞTIRMASI İZİNİ



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

Giden Evrak Servisi
Giden Evrak No: 120824
Giden Evrak Tarihi: 2.10.2015
Güvenlik Kodu: 712513
İşlem Takip No: 1883469

Sayı : 71146310 – [2015-AC-CE-128]

Konu : Tıbbi Cihaz Klinik Araştırması

Doç.Dr. Bülent ÇATALBAŞ
(Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.B.D. /Kırıkkale)

İlgi : Bila tarihli ve bila sayılı başvurunuz. (Kurumumuz e-takip no: 1883469)

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz, aşağıdaki tabloda bilgileri verilen ilgede kayıtlı klinik araştırma başvuru dosyası ve belgeler; araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği gereğince incelenmiş olup Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Başvuru Formunda belirtilen merkezde araştırmanın başlaması uygun bulunmuştur.

Araştırmanın adı	İskeletsel Sınıf II Malokluzyonlu Hastaların Fonksiyonel Tedavisinde Kullanılan Twin Blok (Twin Star) ve Maksillatör Apareylerinin Kas Aktivitelerine olan etkilerinin Elektromiyografi (EMG) ile incelenmesi
Koordinatör merkez	: Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Koordinatör / Sorumlu araştırmacı	: Doç.Dr. Bülent ÇATALBAŞ
Protokol tarihi / versiyon no	: 01.11.2014 / 1
Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu tarihi / versiyon no	: 01.11.2014 / 1
Olgu rapor formu tarihi / versiyon no	: -
Araştırma broşürü tarihi / versiyon no	: -

Bu kapsamda yukarıda ayrıntıları verilen çalışma ile ilgili olarak:

- Araştırmanın başlamaması, iptali veya sonlandırılması halinde tarafımıza bilgi verilmesi,

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır.
Doküman <https://e-islemler.titck.gov.tr/eimza/eimzkontrol.aspx> adresinden kontrol edilebilir.
Güvenli elektronik imzalı aslı ile aynıdır.

✳ Sığırçözü Mahallesi, 2176.Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00– Fax : (0 312) 218 34 60
www.titck.gov.tr



2.10.2015 15:38:33 Tarih Ve 120824 Sayılı Yazının Devamıdır/Ekidir

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

- Araştırmanın Helsinki Bildirgesi'nin son metni, İyi Klinik Uygulamalar İlkeleri ve ilgili mevzuata uygun olarak yürütülmesi,
- Araştırma süresince ortaya çıkan advers olayların/etkilerin tarafımıza bildirilmesi,
- Araştırmanın her türlü hukuki ve mali sorumluluğu destekleyici ve sözleşmeli araştırma kuruluşu ile araştırmayı yapan kişiye aittir. Araştırmada kullanılan her türlü araştırma ürününün, ürünlerin kullanılmasına mahsus her türlü malzemeler ile muayene, tetkik, tahlil ve tedavilerin bedeli için gönüllüden herhangi bir ücret talep edilmemesi,
- Araştırmaya ait yıllık bildirim formunun düzenli olarak Bakanlığımıza gönderilmesi,

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Ali Sait SEPTİOĞLU
Kurum Başkanı a.
Kurum Başkan Yardımcısı

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır.
Doküman <https://e-islemler.ticck.gov.tr/eimza/eimzakontrol.aspx> adresinden kontrol edilebilir.
Güvenli elektronik imzalı aklı ile aynıdır.

★ Sığırızlı Mahallesi, 2176.Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00- Fax : (0 312) 218 34 60

www.ticck.gov.tr

ÖZGEÇMİŞ

Adı: Onur

Soyadı: GÖRCEK

Doğum Yeri: İzmir

Doğum Tarihi: 02.10.1988

Görev Yeri: Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
/KIRIKKALE

Yabancı Dil: İngilizce

Telefon: 0 506 245 93 94

E-Posta Adresi : onurgorcek@hotmail.com

Öğrenim Geçmişi

Mezun olduğu lise : Aksaray Fen Lisesi 2003-2006.

Mezun olduğu lisans programı: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
2006-2011.

Akademik Ünvanları

Araştırma Görevlisi (Diş Hekimliğinde Uzmanlık Sınavı ile) : Abant İzzet Baysal
Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD Uzmanlık Öğrencisi (2012
Temmuz).

Araştırma Görevlisi (Eş durumu tayini ile yatay geçiş): Kırıkkale Üniversitesi Diş
Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD Uzmanlık Öğrencisi (2013 Aralık).

Araştırmacı Olarak Katıldığı Araştırmalar

Poster Bildiriler

- Sabit Ortodontik Tedavi Sonrasında Diş Rengi Değişimleri. *XIII. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu 2013 / İstanbul.*
- Plasma Benzeri Led İle Konvansiyonel Led'in Ortodontik Lingual Retainer Kompozitlerinin Sitotoksiteleri Ve Polimerizasyon Kapasitesi Üzerine Etkileri. *XIII. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu 2013 / İstanbul.*
- Alternatif Bir Distalizasyon Mekanığı: Jockey Wire Slider (*Olgu Sunumu*). *XIV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu 25-29 Ekim 2014 / Ankara.*
- Fonksiyonel Ortopedik Tedavi Amacıyla Kullanılan Maksillatör Apareyinin Kas Aktivitesine Olan Etkisinin Elektromiyografi Yöntemi ile İncelenmesi (*Olgu Sunumu*). *XV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu 2-4 Kasım 2015 / Eskişehir.*
- Treatment Success of New Designed Modified Twin Star Appliance on Skeletal Class II Subjects: an Electromyography Study. *92nd Congress of the European Orthodontic Society 11-16 June 2016 / Stockholm.*
- Üst Birinci Premolar Çekim Zamanlamasının Kanin Distalizasyonu Hızına Etkisi ve Alternatif Bir Distalizasyon Yaklaşımı Olarak İnterkanin Open-coil Spring Mekanığı Olgu Sunumu. *XV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu 1-5 Ekim 2016 / Antalya.*