

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**İSKELETSEL MALOKLÜZYONLARDA 3-D KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ KULLANARAK MAKSİMUM İSİRMA KUVVETİ VE ÇİĞNEME
KASI AKTİVİTESİNİN ELEKTROMİYOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

ARŞ. GÖR. DT. ALİME OKKESİM

**AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ
ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. MELDA MISIRLIOĞLU**

2017 – KIRIKKALE

Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşğıdaki jüri üyeleri tarafından
Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 18 / 10 / 2017

İmza

Yrd. Doç. Dr. Melda MISIRLIOĞLU
Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Faköltesi
Jüri Başkanı

İmza

Prof. Dr. Cemile Özlem ÜÇOK
Gazi Üniversitesi
Diş hekimliği Faköltesi
Üye

İmza

Prof. Dr. Rana NALÇACI
Ankara Üniversitesi
Diş hekimliği Faköltesi
Üye

İmza

Doç. Dr. Fethi ATIL
Kırıkkale Üniversitesi
Diş hekimliği Faköltesi
Üye

İmza

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Zahit ADIŞEN
Kırıkkale Üniversitesi
Diş hekimliği Faköltesi
Üye

Uzmanlık Tezi olarak sunduğum “İskeletsel Maloklüzyonlarda 3-D Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanarak Maksimum İsrıma Kuvveti ve Çiđneme Kası Aktivitesinin Elektromiyografi ile Deđerlendirilmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve faydalandığım eserlerin kaynakçada gűsterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak faydalanılmış olduğunu beyan ederim.

18 / 10 / 2017

Alime OKKESİM

İmza

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	I
Önsöz	III
Simgeler ve Kısaltmalar	IV
Şekiller	VI
Çizelgeler	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Çiğneme Fonksiyonu	3
1.2. Çiğneme Sistemi	4
1.3. Kas Sistemi	5
1.3.1. İskelet Kasının Yapısı	6
1.3.2. Kas Tonusu ve Kasların Kasılması	7
1.3.3. Masseter Kas Anatomisi	8
1.4. Elektromiyografi	9
1.4.1. Elektromiyografi Çeşitleri	11
1.4.2. Elektromiyografik Teknik	12
1.4.3. Elektromiyografinin Diş hekimliğinde Kullanımı	14
1.5. Masseter Kas Aktivitesinin Kraniofasial Morfolojiye Etkisi	15
1.6. Masseter Kasının Uzunluk, Boyut ve Hacminin Kraniofasial Morfoloji Üzerine Etkisi	16

1.7.	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	17
1.7.1.	Radyasyon Güvenliği	18
1.7.2.	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Yararları, Sınırları, Uygulamaları	18
1.8.	Isırma Kuvveti	20
1.8.1.	Kraniofasial Formun Isırma Kuvveti Üzerine Etkisi	21
2.	GEREÇ VE YÖNTEM	23
2.1.	Çalışma Grubu	23
2.2.	Hasta Seçim Kriterleri	24
2.3.	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Analizi	24
2.4.	Lateral Sefalometrik Radyografinin Değerlendirilmesi	25
2.5.	Maseter Kası Hacim Ölçümü	27
2.6.	Isırma Kuvveti Analizi	28
2.7.	Maseter Kasının Elektromiyografik Ölçümleri	29
2.8.	İstatistiksel Analiz	32
3.	BULGULAR	33
4.	TARTIŞMA ve SONUÇ	40
	KAYNAKLAR	51
	EKLER	58
	ÖZGEÇMİŞ	68

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince yol gösteren her konuda desteğini gördüğüm, emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım değerli hocam **Sayın Yard. Doç. Dr. Melda MISIRLIOĞLU'na**,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim değerli hocam **Sayın Yard. Doç. Dr. Mehmet Zahit ADIŞEN'e**

İlgisi ve desteğiyle her zaman yanımda olan ve manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim, sevgili eşim **Cüneyt Emre OKKESİM'e**

Beni bugünlere getiren, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen **değerli anneme, babama ve kardeşlerime**,

Uzmanlık eğitimim boyunca beraber çalışma fırsatı bulduğum Kırıkkale Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı çalışanlarına,

Sonsuz minnetimi ve teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

ALARA	: As Low As Reasonably Achievable
ANB	: A-Nasion-B
ATP	: Adenozin trifosfat
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CSA	: Cross Sectional Alan
EMG	: Elektromiyografi
FOV	: Görüntü alanı (field of view)
Kgf	: Kilogram kuvvet
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
kVp	: Pik Kilovoltaj
mA	: Miliamper
mm²	: Milimetre kare
mm³	: Milimetre küp
MPR	: Multiplanar Reformasyon
MR	: Manyetik Rezonans (Magnetic Resonance)
N	: Newton
RMS	: Root Mean Square
s(EMG)	: Yüzeysel EMG
SNA	: Sella-Nasion-A
SNB	: Sella-Nasion-B

SN-GoGn	: Sella-Nasion/Gonion-Gnathion
SN-GoMe	: Sella-Nasion/Gonion-Menton
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
TME	: Temporomandibuler Eklem
USG	: Ultrasonografi
VKI	: Vücut Kitle İndeksi
μSv	: Mikron Sievert



ŞEKİLLER

Şekil 1.1:	İskelet kasının kesitsel gösterimi	7
Şekil 1.2:	Masster kasının yerleşimi	9
Şekil 2.1:	I-CAT cihazı hasta konumlama	25
Şekil 2.2:	KIBT'den elde edilen lateral sefalometrik radyografi görüntü	26
Şekil 2.3:	Masseter kasının 3D-Doctor programında manuel segmentasyon ile çizilmiş kesit görüntüsü	28
Şekil 2.4:	Masseter kasının 3D-Doctor ile manuel segmentasyon yöntemi ile çizilmiş 3 boyutlu görüntüsü	28
Şekil 2.5:	Isırma kuvveti ölçüm cihazı ve ağız içi konumlandırılması	29
Şekil 2.6:	Elektrotların masseter kas üzerine konumlandırılması	31
Şekil 2.7:	sEMG ölçümlerinde kullanılan cihazın, kayıt öncesi empedans değerinin kontrol edildiği program ara yüzü	31
Şekil 2.8:	Maksimum ısırma sırasında alınan EMG kaydı	31
Grafik 3.1:	Ortalama EMG ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	37
Grafik 3.2:	Ortalama ısırma kuvveti ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	38
Grafik 3.3:	Ortalama masseter kası ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	39

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1:	Deneklerin cinsiyete göre yaş ve VKİ karşılaştırılması	33
Çizelge 3.2:	Deneklerin iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre yaş ve VKİ ortalamaları	33
Çizelge 3.3:	Deneklerin iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre EMG, ısıрма kuvveti ve kas hacmi ölçümlerinin karşılaştırılması	34
Çizelge 3.4:	Deneklerin vertikal yön sınıflamasına göre EMG, ısıрма kuvveti ve kas hacmi ölçümlerinin karşılaştırılması	35
Çizelge 3.5:	Sağ ve sol taraf ölçümlerinin birbirleri ile olan korelasyonu	36

ÖZET

İskeletsel Maloklüzyonlarda 3-D Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanarak Maksimum ısırma Kuvveti ve Çiğneme Kası Aktivitesinin Elektromiyografi ile Değerlendirilmesi

Kraniofasiyal yapıdaki büyüme ve gelişimi yönlendiren mekanizmaların ayrıntılı bir şekilde araştırılması; kraniofasiyal deformitelerin ortaya çıkış nedenlerinin tam olarak anlaşılması açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı farklı iskeletsel maloklüzyon gruplarına göre masseter kas hacmi, aktivitesi ve maksimum ısırma kuvvetinin değerlendirmesidir.

Çalışmamız, Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı ve Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi için başvuran ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi görüntülemesi için kliniğimize yönlendirilen, 18-30 yaş aralığındaki 60 genç erişkin hasta ile yapıldı. Hastaların sistemik anamnez bilgileri, travma öyküsü ve en son diş tedavisi zamanını sorgulayan hasta bilgi formu dolduruldu. Radyolojik ölçümler için hastalardan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KİBT) görüntüleri alındı. Yüzeysel elektromiyografi (sEMG) ile masseter kas aktivitesi ve kuvvet ölçüm sensörü ile ısırma kuvveti ölçüldü.

Deneklerin sagittal yön sınıflamasına göre gruplar arasında sadece EMG ölçümlerinde fark bulundu. Deneklerin vertikal yön grupları ile kas hacmi ve ısırma kuvvetinde anlamlı sonuç bulunurken EMG değerlerinde anlamlı fark bulunmadı. ısırma kuvveti ve EMG arasında korelasyon bulunurken kas hacmi ile diğerleri arasında korelasyon bulunmadı.

Çalışma sonucunda iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre oluşturulan gruplar ile EMG arasında anlamlı ilişki olması tanıda yardımcı yöntem olarak kullanılabilir olduğugörülebilir şeklinde yorumlandı. Vertikal yön grupları ile kas hacmi ve ısırma kuvveti arasında anlamlı sonuç bulunması kas hacmi ve ısırma kuvveti ölçümünün her ne kadar bize yardımcı tanı aracı olarak kullanılabilir olduğunu gösterse de vertikal yön gruplarının sayıca eşit dağıılmamış olması kullanılmasının güvenilir olmadığını gösterir. İskeletsel maloklüzyonların EMG, ısırma kuvveti, kas hacmi ile ilişkileri daha büyük çalışma grupları ile araştırılmalıdır. Kas hacmi, EMG ve ısırma kuvveti

arasında anlamlı sonuç olmaması güvenilirliği tartışmalı hale getirmiş ve nedeninin KIBT'ın yumuşak doku görüntülemede yetersiz kalması olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar sözcükler: KIBT, sEMG, ısırma kuvveti, iskeletsel maloklüzyon, masseter kas hacmi.



SUMMARY

Evaluation of Maximum Bite Force and Masseter Activity by Electromyography Using 3-D Conical Beam Computed Tomography in Skeletal Malocclusions

A detailed investigation of mechanisms that guide the growth and development of the craniofacial structure is crucial for a complete understanding of the origin of craniofacial deformities. The aim of this study is to assess masseter muscle volume and activity, and maximum bite force depending on different skeletal malocclusion groups.

The study was conducted with 60 young adult patients between the ages of 18 and 30. Study sample consisted of those who applied to the Department of Maxillofacial Surgery and Department of Orthodontics of the Faculty of Dentistry of Kırıkkale University for treatment and those who were referred to our clinic for conical beam computed tomography imaging. A patient information form containing information on patients' systematic anamnesis, trauma stories and latest dental treatment was filled out. Radiological measurements were made using conical beam computed tomography (CBCT) images. Masseter muscle activity was measured using superficial electromyography (sEMG) and bite force was measured using force measurement sensor.

There is a statistically significant difference only in EMG measurements between groups determined using sagittal direction classification. There is a statistically significant difference in muscle volume and bite force, however, no statistically significant difference in EMG values between vertical directional groups. There is a correlation between bite force and EMG values while there is no correlation between muscle volume and others.

Statistically significant relationship between groups determined using sagittal direction classification and EMG indicates that sagittal direction classification can be used as an auxiliary method for diagnosis. Although statistically significant

relationship between vertical directional groups and muscle volume and bite force shows us that muscle volume and bite force can be used as an auxiliary diagnostic tool, the fact that vertical directional groups are unevenly distributed shows that they are not reliable diagnostic tools. Relationship between skeletal malocclusions and EMG, bite force and muscle volume should be further investigated using larger sample sizes.

The fact that there is no correlation between muscle volume and EMG and bite force shows that CBCT is not reliable, which can be attributed to the inadequacy of CBCT in soft tissue imaging.

Keywords: CBCT, sEMG, bite force, Skeletal Malocclusion, masseter muscle volume



1. GİRİŞ

Kemik yapıların morfolojisinin komşu kasların boyut ve aktiviteleri ile ilişkili olduğu görüşü literatürde yaygın bir şekilde kabul görmektedir. Kraniofasial form ve oral fonksiyon arasındaki ilişki karmaşık sistemlere dayanır. 1870 yılında Wolf tarafından öne sürülen ve biyodinamik alanda kabul edilen hipoteze göre; iskelet kaslarının boyut ve aktivitelerinin köken aldıkları ve/veya yapıştıkları bölgelerdeki kemik yapıların morfolojileri üzerinde etkili olduğu ve yine benzer bir mekanizmanın, çiğneme kaslarının aktiviteleri ile kraniofasial yapının gelişimi arasındaki ilişkiyi de yönlendirdiği bildirilmiştir (Hannam ve Wood 1989).

Dental oklüzyon, genetik ve çevresel faktörler, kraniofasial büyüme ve gelişim yüz şekillenmesinin belirleyici faktörleridir. Yüzün, çenelerin ve dişlerin büyüme-gelişmesi çiğneme gibi değişen fizyolojik kas aktivitelerine bağlıdır. Farklı yüz yükseklikleri güçlü veya zayıf çiğneme kaslarıyla ve bu kasların fonksiyonlarıyla doğrudan ilişkilidir (Piancino ve ark. 2012). Yapılan pek çok çalışma da çene kaslarının boyutu ile iskeletsel yüz genişliği ilişkisini doğrular niteliktedir (Chan ve ark. 2008). Fasiyal kasların çene gelişimini etkilemesi iki yolla olur. Kas ataçmanının fonksiyon yapacağı yerde oluşan kemik formasyonu ve çenenin gelişmesi sırasında çeneyi açan ve ileri hareket ettiren yumuşak doku matriksinin oluşumudur. Tonik kas aktivitesinde kasta distrofiye neden olan azalma, kraniofasial büyümeyi engelleyerek mandibulanın yüz iskeletinden aşağı ve öne konumlanmasına neden olur. Bunun sonucunda ön yüz yüksekliği artar ve yüz oranlarında değişiklik olur ve anterior açık kapanış meydana gelir (Katsaros 1998). Kitai ve arkadaşları; mekanik gerilim kuvvetiyle birlikte çiğneme kası fonksiyon ve hacmindeki değişikliklerin kemik üzerinde lokal olarak etkili olduğunu belirtmişlerdir (Kitai ve ark. 2002).

Çiğneme kaslarının fizyolojik özellik ve aktivitelerini değerlendirmede birçok yöntem kullanılır, en etkili yöntem Elektromiyografi (EMG)'dir. M.masseter, m.temporalis anterior- posterior, m.anterior digastrik ve m.sternokleidomastoid kaslarının fonksiyon ve etkinliği değerlendirilirken, kasların elektrik potansiyellerini

grafiksel olarak kaydeden ve tekrarlanabilen tanı yöntemidir (Witkowska 2008). Elektrotların kullanım alanları sınırlıdır, deriye yakın bölgelerde kaslara yerleştirilerek hareketlerin aksiyon potansiyellerindeki değişimler kâğıt üzerine kaydedilir ve değerlendirilir (Castroflorio ve ark. 2005). EMG ile yapılan klinik uygulamalarda kas aktivitesi ve fonksiyonları incelenerek kasların asimetri ve/veya paralizisi teşhisinde tanı yöntemi olarak kullanılmıştır. Yüzeysel EMG (sEMG) non-invaziv bir tekniktir, ağrı ve enfeksiyon riski yoktur (Merletti ve Di Torino 1999, Leung ve Hagg 2001). Diş hekimliği alanında yapılan çalışmalarda çiğneme fonksiyonu, kaslar ve yüz morfolojisi arasındaki ilişkinin araştırılmasında sıklıkla kullanılmaktadır (Moller 1965).

Isırma kuvveti, çiğneme sisteminin fonksiyonlarını ve dişlere iletilen kuvvetin önemli belirleyicilerinden biridir. Bu kuvvet çeneyi kapatan kasların (m.Temporalis, m.Masseter, m. Pterygoideus Medialis) hareketleri sırasında ortaya çıkar ve santral sinir sistemi tarafından denetlenir. Isırma kuvveti ile fasiyal morfoloji arasında ilişki olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir. Vertikal yüz boyutları, anterior ve posterior yüz yüksekliği, mandibular inklinasyon ve gonial açı ile ısırma kuvveti arasında negatif korelasyon mevcuttur (Ingervall ve Minder 1997). Bakke ve arkadaşları, maksimum ısırma kuvveti sırasında masseter kasının kesit kalınlığı, anterior yüz yüksekliği ve mandibular düzlem açısı arasında negatif ilişki olduğunu tespit etmişlerdir (Bakke ve ark. 1992). Bu çalışmalar fasiyal yüz tipinin kısmen mandibular kasların kuvvetine bağlı olduğu hipotezini desteklemektedir. Bu hipoteze göre, hastalardan maksimum ısırmada alınan EMG kayıtlarının gösterdiği kas aktivitesi ile maksimum ısırma kuvveti arasındaki ilişki vardır.

İskeletsel düzensizliklerin altında yatan sebepler arasında çiğneme kaslarının rolü yeterince araştırılmamıştır. Ancak dentofasiyal görüntüleme tekniklerindeki son gelişmeler non- invaziv olarak çiğneme kasları üzerinde çalışmayı, kasların iskeletsel malokluzyon ve kraniofasiyal morfoloji ile ilişkisini tanımlamayı sağlar (Katsaros 1998). Günümüzde Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin (KIBT) özellikle diş hekimliği alanında kullanımının yaygınlaşması ile masseter kası- alt çene ilişkisi, kraniofasiyal morfoloji ve bu bilgiler ışığında masseter kasının farklı iskeletsel malokluzyonlardaki rolününün açıklanması mümkündür (Katsumata ve ark. 2004,

Chan ve ark. 2008, Becht ve ark. 2014). Yapılan birçok çalışmada m. masseterin büyüklüğü, hacmi ve aktivitesi ile yüz tipi arasındaki ilişki araştırılmıştır (Tsai ve ark. 2010). Son dönem yapılan çalışmalarda ise ağırlıklı olarak masseter kasının fonksiyonu ile iskeletsel maloklüzyon arasındaki ilişki araştırılmaktadır (Becht ve ark. 2014).

Kraniofasiyal yapıdaki büyüme ve gelişimi yönlendiren mekanizmaların ayrıntılı bir şekilde araştırılması; kraniofasiyal deformitelerin ortaya çıkış nedenlerinin tam olarak anlaşılması açısından önemlidir. Bu deformitelerin oluşumunu önleyici, koruyucu önlemlerin alınması ve gerekli tedavilerin planlanması bu sayede mümkün olacaktır.

Bu çalışmada amaç; Masseter kas hacmi, aktivitesi ve maksimum ısırma kuvveti arasındaki ilişkiyi farklı iskeletsel maloklüzyonlarda değerlendirmektir.

1.1. Çiğneme Fonksiyonu

Temporomandibular eklem (TME), çiğneme kasları ve oklüzyon çiğneme sistemini oluşturan bileşenlerdir. Bu bileşenler merkezi sinir sistemi tarafından koordine edilir. Komponentlerden biri normalin dışında çalışıyor ise, stomatognatik sistem fonksiyonlarını düzgün şekilde yerine getiremez. Bu yapılar sadece çiğneme fonksiyonu esnasında değil, soluk alıp verme, yutkunma ve konuşma gibi faaliyetlerde de sürekli çalışan kompleks bir sistemdir. Tüm birimlerin etkileşim halinde olmasına bağlı olarak herhangi bir yerdeki aksama yalnızca o bölgenin fonksiyonlarını etkilemekle kalmaz, sisteme ait diğer bölge ve fonksiyonları da dolaylı olarak etkiler (Tümen ve Arslan 2007).

Çiğneme sistemini anlamak için yapılan çalışmalarda çiğneme kaslarının fonksiyonel ve parafonksiyonel davranışları analiz edilmiştir. Parafonksiyonel alışkanlıklar; çiğneme, yutma ve konuşmanın ortak işlevleri dışındaki ağız alışkanlığı

olarak ifade edilir. Bu alışkanlıklar; TME ve çiğneme kaslarına aşırı yük bindirir ve eklem disfonksiyonuna sebep olur. Bruksizm, dil itme, ağız solunumu, parmak emme ve tırnak ısırma gibi sürekli yapılan hareketler parafonksiyonel alışkanlıklardır (Piquero ve Sakurai 2000). Çiğneme sisteminde işlevsel bozukluğu olan hastalarda, sağlıklı bireylere göre daha düşük yatay kas kuvveti ve düşük ısırma kuvveti olduğu ifade edilmiştir (Helkimo ve ark. 1975).

Graber ve ark. aradaki dengenin bozulmasına bağlı olarak kemiğin bu uyumsuzluğa göre şekilleneceğini belirtmişlerdir. Kas fonksiyonlarındaki bu değişim normal gelişim gösteren kraniofasial yapılarda morfolojik değişikliğe yol açar iken mevcut anomalinin şiddetlenmesine de neden olabilir. Bazı durumlarda ise var olan anomali kompanse edici veya adaptif kas aktivitesinin ortaya çıkmasına neden olur. Yapısal bozukluklar, genetik faktörler, çevre ve fizyoloji arasında bir dengenin kurulabilmesi için kompanse edici kas aktivitesinin artacağını bildirmişlerdir (Graber 1963).

1.2. Çiğneme Sistemi

Çiğneme işlevi; dişler, alt-üst çene, TME, çiğneme kasları, dudak, yanak ve dil kasları ile bu yapıları besleyen ve innerve eden damar-sinir yapılar ve yumuşak dokular tarafından sağlanır. Çiğneme işlevini gerçekleştiren bu yapılar arasında fizyolojik bir uyum mevcuttur (Dawson 1989).

Çiğneme mandibulanın ritmik ve iyi kontrol edilen açma-kapama hareketlerinden oluşur. Çiğneme siklusu beyin kökündeki merkezin kontrolü altında; kesme-çiğneme hareketleri, açılma-kapanma ve dişlerin birbirleriyle teması olmak üzere başlıca üç evreden oluşur. Birbirini takip eden siklusların amacı, besin kitesini parçalayarak çiğnemeyi sağlamaktır (Bryant ve ark. 1979).

Kişilerin kraniofasiyal morfolojilerinin birbirinden farklı olmasına bağlı olarak alt çeneyi yukarı kaldıran kasların fonksiyon ve kuvvetlerinde de belirgin farklar meydana geldiği saptanmıştır (Ringqvist 1973, Ingervall ve Helkimo 1978). Kas kuvvetlerinin, yüzün dikey boyut oranlarıyla yakından ilişkili olduğu örn. yüz profili dikdörtgen olan kişilerde çeneyi kapatan kaslarda daha fazla aktivite ve daha büyük ısırma kuvveti görüldüğü belirtilmiştir (Schudy 1964). Literatürde farklı kraniofasiyal yapıya sahip bireylerde iskelet yapısı, kas yapısı, konumu ve fonksiyonu arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar yapılmıştır (Hannam ve Wood 1989, Okeson 2014, Turgut ve ark 1998).

1.3. Kas Sistemi

İskeletin üzerini saran, vücuda esas şeklini veren ve eklemlerle birlikte hareketi sağlayan yapılara kas denir. Kas dokusu kasılıp gevşeme özelliğine sahip liflerden oluşmuş bir yapıdır. İnsan vücudunda görevlerine göre şekli ve büyüklüğü değişen 600'den fazla kas mevcuttur. Toplam vücut ağırlığının yarısına yakını kas dokusundan oluşur. Kas dokusu uyaranlara tepki verebilme, kasılabilme, uyaranları iletebilme, uzayabilme ve esneyebilme özelliğine sahiptir (Hall 2015).

Kaslar; bağ dokusu ve fasya tarafından bir arada tutulan sinir lifleri, damarlar ve motor ünitelerden oluşan yapılardır. Fibriller kasın uzun eksenine paralel olarak uzanır. Her kas epimisyum ya da derin fasya adı verilen fibröz bağ dokusuyla çevrilidir. Kası çevreleyen bağ dokusu, kas yapının içerisine doğru uzanarak kası, kas lifi ya da fasikül adı verilen alt bölümlere ayırır. Her fasikülü saran bağ dokusu yapısındaki kılıfa perimisyum adı verilir.

Perimisyumdan kas içerisine uzanan bağ dokusu fibrilleri, kas iplikçiklerini çevreleyen kılıf benzeri bir yapı oluşturur. Bu yapı da endomisyum adını alır. Perimisyum ve endomisyum kas yapısının içerisinde kan damarları ve sinir liflerinin geçişini ve dolaşımını sağlar. Bu iki yapı kas iplikçikleri ve iplikçik demetlerinin

kasılabileceği tünelcikler ve aynı zamanda kas iplikçiklerinin yapışma bölgelerini oluşturur. Kaslara ait kılıf benzeri bu oluşumlar, kollajen fibrilleri içeren bağ dokusu yapısındadır (Hall 2015).

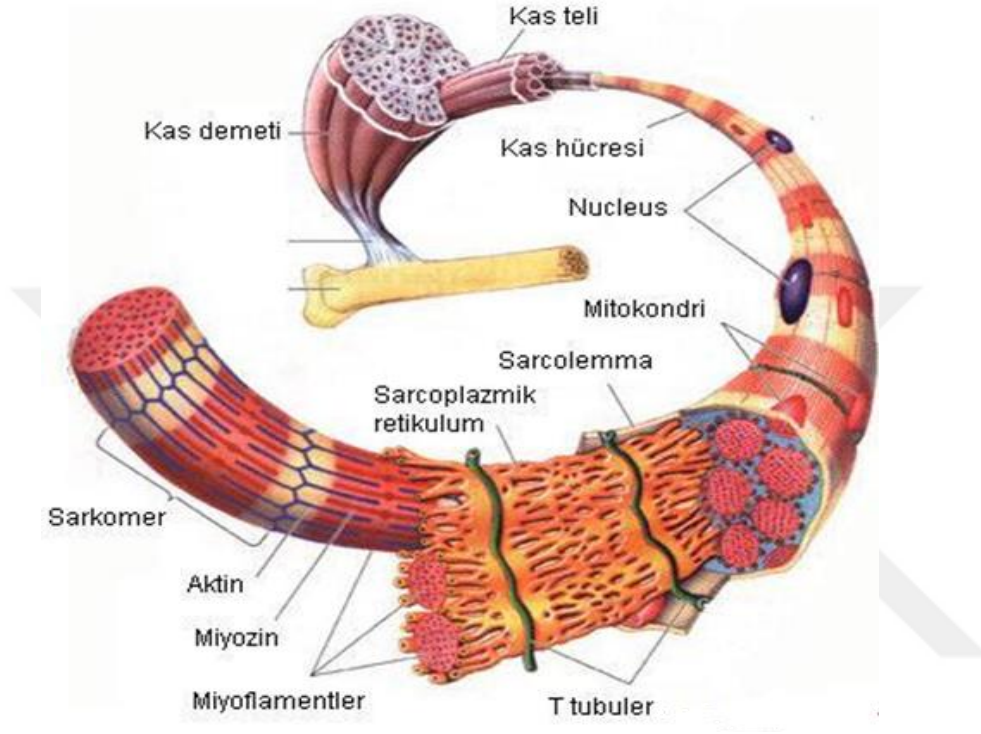
Düz kaslar ve çizgili kaslar olmak üzere iki şekildedir. Stomatognatik sistemde hareketi sağlayan kaslar çizgili kaslardır. Çizgili kas hareketleri, fonksiyonel ve parafonksiyonel olmak üzere ikiye ayrılır. Parafonksiyonel hareket, istemli kasların fonksiyonel hareketler dışında eksantrik davranışlar göstermesidir.

1.3.1. İskelet Kasının Yapısı

Kas dokusu; yaklaşık %75 su, %20 protein, %5 mineral ve diğer organik tuzlardan oluşur. Bu tuzların bazıları hücrelerde ozmotik basıncın düzenlenmesinde yardımcı rol oynar iken bazıları ise kas kasılmasında aktif rol oynar. İnsan organizmasındaki kas hücreleri; iskelet kası, kalp kası ve düz kas olmak üzere üç temel tipe ayrılır. Yaklaşık olarak vücudun %40'ı çizgili kasta oluşur. Yüz kasları da bu grup kaslara dâhildir. Epimisyum, distal uçlarda incelik ve kas içi doku tabakalarıyla birleşerek tendon adı verilen yoğun ve kuvvetli bağ dokusunu oluşturur. Tendonlar kasların sonlandığı ve kemiklere bağlandığı kısımlardır. Bu yapılar kemikleri çevreleyen dış tabakaya (periost) tutunurlar. Böylece kasın kasılma kuvveti, kasın bağ dokusu tabakasından doğrudan tendonlara iletilir. Tendonlar kemiğe tutundukları noktada çekme etkisi oluştururlar (Demir 1990).

Kas lifleri kas dokusunun hücreleridir; hücre zarı, sarkoplazma ve miyofibrillerden oluşur. Kas lifleri çok çekirdekli hücrelerdir yaklaşık olarak 1mm kas lifi boyunca 30-40 adet çekirdek bulundurulur. Miyofibrillerin arasını dolduran glikojen, ATP, fosfokreatin ve glikolitik enzimlerden oluşan yapıya sarkoplazma denir. Her kas lifinde sarkolemanın hemen altında çekirdek, mitokondri ve bir ağ görünümünde kanallar sistemi olan sarkoplazmik retikulum bulunur.

Miyofibriller aktin ve miyozin filamentlerinden meydana gelirler. Aktin ve miyozin filamentleri, birbirleri içerisinde paralel olarak uzanırlar bu yapıya sarkomer adı verilir. Sarkomer, kasılmanın moleküler yapısını oluşturur (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1: İskelet kasının kesitsel gösterimi

1.3.2. Kas Tonusu ve Kasların Kasılması

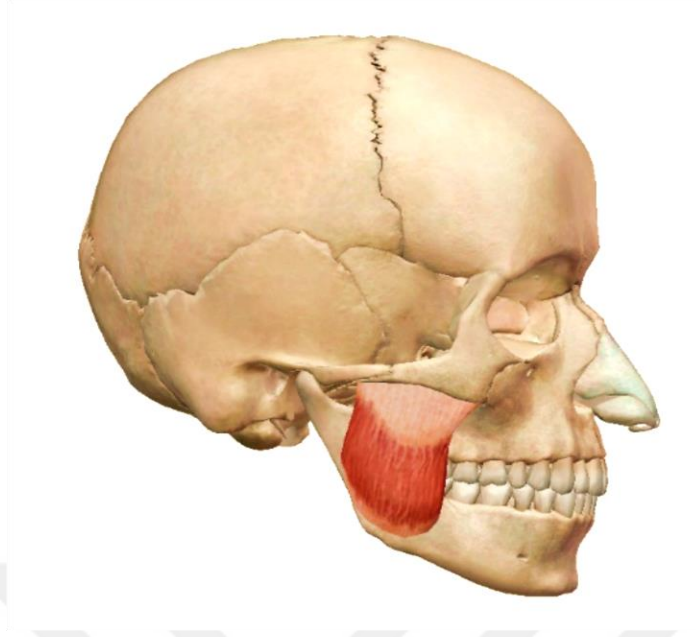
İstirahat durumundaki bir kasın sahip olduğu gerginliğe “tonus” denir. İstirahat halinde oluşan bu kasılmada bütün lifler kasılmaz. Tonus, refleks yolla düzenlenir ve kas mekikleri içerisindeki kas liflerine gelen gamma motor sinir sistemi iplikleri sayesinde beynin kontrolü altındadır (Hall 2015).

Çizgili kasların kasılması kompleks bir olaydır. İstirahat halinde aktin ve miyozin filamentleri arasındaki çekim kuvvetleri azalmış durumdadır. Kas lifi

membranından aksiyon potansiyeli dalgası geçtiği zaman, bunun etkisiyle miyofibrillerin çevresindeki sarkoplazma içine bol miktarda kalsiyum iyonu Ca^{+2} salınmaktadır. Ca^{+2} sitoplazmada troponine bağlanır ve tropomyozinin yapısı değiştirilir. Bu esnada açığa çıkan enerji ile miyozin başları aktine bağlanır ve onu sarkomerin ortasına doğru iter. Kasılan kasın boyu kısalır 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. Uyarı kesildiğinde Ca^{+2} troponini terk eder ve tropomyozin aktinde myozinin bağlanacağı bölgeleri tekrar örter. Ca^{+2} tekrar depolandığı yere geri döner. Böylece kasta gevşeme sağlanır. Kasılma ve gevşeme süresi toplam 0,2- 0,3 saniyedir (Hall 2015)

1.3.3. Masseter Kas Anatomisi

Masseter kası, zigomatik arkın alt sınırından başlayan ve aşağı doğru uzanarak mandibula ramusunun laterale yapışan dikdörtgen şeklinde bir kastır. Yüzeysel kısmı aşağı ve hafifçe geri yönde; derin kısmı ise vertikal yönde uzanan liflerden oluşur (Şekil 1.2.). Masseter kası soluk renklidir, bedendeki en hızlı kasılma süresine sahip kaslar arasındadır ve kolay yorulur. Masseter kası kasıldığında, mandibulayı yukarı kaldırır ve dişlerin temas etmesini sağlar. Yüzeysel kısmı mandibulanın protrüzyon hareketine yardımcı olur iken derin kısmı ise mandibula protrüzyonda iken dişler sıkıldığında kondili artiküler tüberküle doğru stabilize eder (Okeson 2014).



Şekil 1.2: Masster kasının yerleşimi

1.4. Elektromiyografi

Elektromiyografi (EMG); elektrik, kas ve grafi kelimelerinden oluşmuştur. Kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin grafik olarak görülmesi olarak da tanımlanabilir (Turgut ve ark. 1998). 1949'da Dawson ve Scott., periferik duyuşal sinir aksiyon potansiyellerini gösteren bir yöntem geliştirmişler ve EMG'nin klinik değerini ortaya koymuşlardır. Diğer taraftan teknolojik gelişmeler sayesinde bilgisayar ünitelerinin gelişmesi ve EMG cihazlarına eklemesiyle birlikte araştırmalar hızlanmıştır (Dawson ve Scott 1949).

EMG yönteminde; kaslara elektrotlar yerleştirilerek hareket esnasında aksiyon potansiyellerindeki değişimler kâğıt üzerine kaydedilir. Bu işlemden kullanılan cihaza elektromiyograf, elde edilen kayda elektromiyogram ve yapılan bu işleme de elektromiyografi denir (Oh 1988, Turgut ve ark. 1998). Elektromiyogram, kasın kasılması sonucu ortaya çıkan biyopotansiyel işaretlerdir ve bunların kaynağı vücutta meydana gelen elektrokimyasal olaylardır. Bir duyuşu alıcısı uyarıldığında zaman,

duyu sinir lifi boyunca yürüyen depolarizasyon dalgası (aksiyon potansiyeli) oluşturur. Bu uyarılar beyine ulaşır, cevap olarak da beyinden kasa, motor sinirleri boyunca yayılan aksiyon potansiyelleri gönderilir. Böylece kas lifi içindeki hücreler depolarize olur ve kas kasılır.

EMG, palpasyon ve görsel muayeneye ek olarak, bireylerin kassal fonksiyonunun belirlenmesinde objektif gözlem ve diagnostik kayıt için en güvenilir metottur. Bu yöntem ile istemli ve istemsiz kasların fonksiyonları gözlenir (Merletti ve Di Torino 1999). EMG bulguları bir etiyolojik tanı aracı olmasa da klinik tablo desteğiyle tanılamaya yardımcı bir yöntemdir. Nöroloji, ortopedi, fizik tedavi, pediatri, iç hastalıklar, cerrahi gibi tıp dallarında kesin tanının konmasına katkıda bulunur.

EMG ile; kasta kontraksiyon varlığı, kas aktivitesi üzerinde zamanla meydana gelen değişimler, motor kontrol ve koordinasyonun değerlendirilmesi, spastisite, kasların fonksiyonları sırasında meydana gelen elektrik sinyalleri incelenebildiği için kasların fonksiyonel durumları ve karşılıklı dengeleri konusunda fikir edinmek mümkündür (Naik ve ark. 2015). Diğer taraftan kasın gücü, sinyalin hangi hareket sonucu oluştuğu, kastaki aktivitenin kompensasyon veya anormallik olup olmadığı gibi parametreler tespit edilemez (Naik ve ark. 2015).

EMG'nin uygulanabilmesi için temel teknik gereksinimler şunlardır;

- a. Kaydedici ve uyarıcı elektrotlar,
- b. Kas ve sinir aksiyon potansiyellerini büyüten 'amplifikatör',
- c. Biyoelektriksel değişimleri gösteren katod-ışınlı osiloskop,
- d. Biyoelektriksel değişimlerin kulak yoluyla dinlenebilmesini sağlayan mikrofon sistemi,
- e. Sinir ve kasları kontrollü elektriksel şoklarla uyarabilen stimülatör,
- f. Biyoelektriksel potansiyelleri çizdiren yazıcı (Ertekin 1977).

1.4.1 Elektromiyografi Çeşitleri

Elektrotların yüzeyel ve iğne elektrotlar olmak üzere iki temel tipi mevcuttur. Kas ve sinirlerde genellikle az sayıda hücrenin net potansiyelini ölçmek için iğne elektrotlar, birçok motor ünitenin oluşturduğu toplam potansiyelin ölçülmesi için de yüzey elektrotlar kullanılır (Finsterer ve ark. 1998).

Klinik EMG’de kullanılan kaydedici elektrotlar değişik şekillerdedir;

- I. Yüzeyel elektrotlar
- II. Konsantrik iğne elektrotlar
- III. Bipolar iğne elektrotlar
- IV. Monopolar iğne elektrotlar
- V. Multilead elektrotlar (makro ve mikro tipte)
- VI. Teflon kaplı iğne elektrotlar ve uyarıcı elektrotlar
- VII. İnce tel iğne elektrotlar
- VIII. Yarım ve tam mikroelektrotlardır

Genellikle yüzeyel EMG (sEMG), bir çift elektrot kullanılarak yüzeydeki kas aktivitesini kaydetme yoluyla kas fonksiyonunu değerlendirmek için kullanılır. sEMG, kas kontraksiyonunun biyoelektrik olgularını invaziv olmayan şekilde incelemesine izin veren ağrısız ve zararsız bir yöntemdir.

Yüzeyel elektrotlar gümüş, altın, paslanmaz çelik hatta kalaydan yapılabilir. Bu tip elektrotların uygulanacakları bölgenin temizlenmesi, kıldan arındırılması, iletkenliği artırmak için elektrotların yerleştirildiği bölgeye özel jeller sürülmesi vücut direncinin azaltılmasına ve daha iyi sinyal elde edilmesine yardımcı olur. Yüzeyel elektrotlar, incelenecek her kas için iki tane olacak şekilde, kas üzerindeki deriye tutturulur. Biri aktif biri referans olan elektrotların arasındaki voltaj farkı EMG sinyali olarak kaydedilir. Topraklama için gövdede yakın bir yere ayrıca bir adet elektrot daha yerleştirilir (Ertekin 1977, Armijo-Olivo ve ark. 2007). Elektrotların iletkenlik alanları 1 mm²’den çeşitli cm²’lere ulaşabilir. Farklı boyutlarda olabilecekleri gibi ortalama boyutları 1x1 cm²’dir. Teorik olarak küçük

boyutlu yüzeyel elektrotların çok daha yüksek hassasiyete sahip oldukları düşünülür (Castroflorio ve ark. 2008). Yüzeyel elektrotların kaydettiği sinyal yüzeyel kas veya kas gruplarındaki aksiyon potansiyellerinin bir toplamıdır, dolayısıyla derin kaslar konusunda yeterli bilgi vermez. Sinyalin çoğunluğu ciltten en fazla 25 mm derinlikteki kaslardan kaydedilir (Buxbaum ve ark. 1996, Castroflorio ve ark. 2005, Bracco ve ark. 2008). Yüzeyel kayıtlarda hareket artefaktları (gürültü) önemli sorun oluşturur. Hareket artefaktlarının iki temel nedeninden biri elektrot yüzeyi ile deri ara yüzeyi arasındaki boşluktur. Diğer önemli neden ise elektrodu amplifikatöre bağlayan kablunun oynamasıdır. Ag-Ag/AgCl yüzeyel elektrotlar deriden kaynaklanan artefaktları en aza indirir (ArmijoOlivo ve ark. 2007, Castroflorio ve ark. 2008).

1.4.2. Elektromiyografik Teknik

Birey dinlenme halindeyken EMG sinyallerinin izlendiği monitörde düz bir izoelektrik hat görülür. Bu sırada herhangi bir ses ya da monitörde şekil meydana gelmez. Kasta uyarı oluştuğunda ise izoelektrik hattın altında ve üzerinde sivrilikler şeklinde dalgalanmalar gözlenir (Tümen ve Arslan 2007). Bu dalgalanmalardaki iniş ve çıkışlara 'amplitüd' denir. Belirli bir zamandaki EMG sinyallerinin büyüklüğünün temel ölçümü ve harekete katılan alfa motor nöron sayısını Root Mean Square (RMS) belirtir. Yapılan çalışmalarda amplitüd, frekans veya RMS karşılaştırmaları kullanılmıştır (Buxbaum ve ark. 1996). Periyodik ve sinozoidal olmayan gürültülü sinyallerinin uyumlu doğru ve tam ölçümlerinin yapılabilmesine engel oluşturmadığı için günümüzde RMS 'altın standart' olarak kabul edilir. Motor ünit potansiyellerinin süperpozisyonlarından etkilenmediği için diğer ölçüm yöntemlerine göre daha kullanışlı ve ölçümlerde tavsiye edilen bir yöntemdir (ArmijoOlivo ve ark. 2007). Birey dişlerini sıkarken her iki masseter kası için ayrı ayrı yapılan RMS ölçümleri pratikte üç kez tekrarlanır ve üç ölçümün ortalaması RMS değeri olarak kaydedilir.

Elektrotlarla oluşturulan uyarı ile kasta oluşan cevap arasında belli bir zaman geçer, bu zamana 'latens' veya 'gecikme' adı verilir ve latensin süresi değerlendirilir. Sessiz periyod, diğer adıyla inhibisyon refleksi, kontraksiyon halindeki bir kasta bir stimulusu takiben motonöron aktivitenin ya tam bir inhibisyonu ya da duraksamasıyla oluşur. Çeneyi kaldıran çiğneme kaslarında sessiz periyod, ya karşıt dişlerin birbiri ile fonksiyonel kontaklarından sonra ya da kaslar kontraksiyon halinde iken oral-perioral bölgeye uygulanan bir stimulustan sonra oluşur (Celebic ve ark. 2008). Latens ve sessiz periyodun mekanizması henüz tam olarak açıklanabilmiş değildir. Ancak, araştırmalarda sessiz periyod özellikle temporomandibular düzensizlik gösteren bireylerde yararlanılan bir yöntemdir (Celebic ve ark. 2008).

Masseter diğer kaslardan iyi izole edilmesine rağmen ölçümler sırasında bitişiğindeki yüz kasları tarafından oluşturulan gürültüler ölçümde kontaminasyona neden olur ve sEMG sinyalinin özgüllüğünü azaltır. Optimal koşulların sağlanması için; elektrotlar arası mesafe, elektrot lokalizasyonu, deneğin oturma şekli veya zaman periyodları sabitlenmelidir. Kasların invaziv olmayan değerlendirilmelerinde yüzeyel EMG (SENIAM), elektrotlar arası mesafenin 20mm ve elektrotların kas lifinin dörtte birlik kısmında konumlandırılması önerilmiştir. Sağlıklı bireylerde yapılan çalışmalarda sEMG yönteminde yüzey elektrotlarının kas liflerine paralel olarak yerleştirildiğinde en güçlü sinyalin algılanabildiği ve masseter kasının orta kısmının anterior alt kısmı dışındaki bir alana yerleştirilmesinin hatalı sonuçlara neden olacağı belirtilmiştir (Naik ve ark. 2015). Yuen ve ark. masseter kasının biyoelektriksel aktivitesini ölçmek için Frankfurt horizontal düzlemi üzerinde tragus'un 50 mm anteriorunda bir A noktası belirlemiş ve bu noktanın 25mm altında masseter kas üzerine elektrotların yapıştırılması ile bireysel varyasyonların göz ardı edilebileceğini ifade etmişlerdir (Yuen ve ark. 1990). sEMG kullanıcılarının, yüzey elektrotlarının düzgün konumlandırılması ve yerleştirilmesi için kas lifi yönelimi hakkında tam anatomik bilgiye sahip olması gerekir. Elektrotlar arası mesafe, ölçümleri etkilediği için optimize etmek amacıyla bu konuda birçok çalışma yapılmıştır (Farina ve ark. 2002, Castroflorio ve ark. 2005, Klasser ve Okeson 2006, Castroflorio ve ark. 2008, Im ve ark. 2017). Artmış elektrotlar arası mesafe, sEMG sinyallerinin karakteristik spektral frekanslarının azalmasına ve amplitüd artışına sebep olur (Farina ve ark. 2002, Castroflorio ve ark. 2005). Castroflorio ve ark.

elektrotları farklı şekillerde yerleştirerek 8 farklı elektrotlar arası ölçüm yapmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre elektrotlar arası mesafe artışının ölçümlerin güvenilirliğini artırdığını ve bu mesafenin 10-15mm (merkezler arası) olması gerektiğini bildirmişlerdir (Castroflorio ve ark. 2005). Bu çalışma, bipolar elektrotların lokalizasyonlarındaki farklılıkların ve elektrotlar arası mesafenin, elde edilen amplitüd değerlerine olan etkisini incelediği çalışmada önerilen elektrot lokalizasyonları gonion-cantus hattının (100.76±8.86 mm) alt %23,1±7,7'lik kısmı metodolojik olarak en güvenilir lokalizasyon olarak görülmüş ve referans olarak kabul edilmiştir. Im ve ark. yüzeysel elektrot lokalizasyonu ile ilgili farklılıkların azaltılması için özellikle farklı günlerde yapılan çoklu ölçümlerde önceden hazırlanmış rehber şablonların kullanılmasını önermişlerdir (Im ve ark. 2017). EMG ölçümü yapılan çalışmalara bakıldığında ısırma sürelerinin çalışmalara göre farklılık gösterdiği görülmüştür. Buna göre Moreno ve ark ile Roldan ve ark. yaptıkları çalışmalarda ölçüm süresini 3 sn. olarak belirtirlerken, Melo ve ark. yaptıkları çalışmada ölçüm süresini 5 sn. olarak belirlemişlerdir (Moreno ve ark. 2008, Roldan ve ark. 2016, Melo ve ark. 2016). Cha ve ark. ölçüm süresini 15 sn. olarak belirlemişlerdir (Cha ve ark. 2007). Castroflorio ve ark. çalışmalarında, ölçüm yaparken 10 sn. süre ile 3 kere kayıt almışlar ve ölçümler arasında 2 dakika dinlenme süresinin ideal olduğunu belirtmişlerdir (Castroflorio ve ark. 2005). Elektromiyografik incelemeyi etkileyen diğer faktörler ise elektrotun tipi, elektrot boyutu, elektrotlar ile deri arasındaki boşluktur. Bu faktörlerin birçoğunda gerekli kurallara uyarak daha güvenilir kayıtlar almak mümkündür.

1.4.3. Elektromiyografinin Diş hekimliğinde Kullanımı

Çiğneme kaslarının elektriksel aktivitesini statik testler (dinlenme hali, maksimum ısırma/submaksimal ısırma) sırasında veya aktif testler (çenenin açılması-kapatılması, protrüzyon, retrüzyon, çenenin lateral hareketleri, çiğneme, konuşma ve yutkunma) sırasında incelemek mümkündür (Cha ve ark. 2007).

Diş hekimliğinde sEMG;

- Kasların hiperaktivitesi, hipoaktivitesi, spazmı ve zayıflığının değerlendirilmesi
- Çiğneme sırasında kasların davranışlarının değerlendirilmesi
- Bruksizm ve mandibular disfonksiyonu olan hastalarda yardımcı tanı yöntemi olarak
- Protez veya splint yapımını takiben çiğneme kaslarındaki değişikliklerin değerlendirilmesi
- Dikey boyutun saptanması için kaslardaki aktivitenin minimum olduğu anda istirahat pozisyonu tespiti
- Orofasiyal ağrıların teşhisi
- Temporomandibuler düzensizliklerde tedavi etkinliklerinin değerlendirmesi gibi çeşitli amaçlarla kullanılır (Buxbaum ve ark. 1996, Armijo-Olivo ve ark. 2007, Castroflorio ve ark. 2008).

1.5. Masseter Kas Aktivitesinin Kraniofasiyal Morfolojiye Etkisi

Kraniofasiyal morfolojinin gelişimi, her bireyin genotip ve fenotip ifadesinin sonucu olduğu uzun süredir kabul edilir. Çoğunlukla fonksiyonel kapasite ile çiğneme kasları ve kraniofasiyal form arasında bir etkileşimin olduğuna da inanılır. Fasiyal bölgedeki kasların iki şekilde çene gelişimini etkilediği bildirilmiştir. Birincisi, kemik bağlanma noktasındaki kemik oluşumu kas aktivitesine bağlıdır. İkincisi, kaslar toplam yumuşak doku matrisinin önemli bir parçasıdır ve büyüme sırasında çenelerin aşağıya-yukarıya doğru hareket etmesini sağlayarak çene gelişimine katkıda bulunur (Becht ve ark. 2014).

Literatürde yüzün vertikal yapısı ve çiğneme fonksiyonu arasındaki etkileşim yıllardır üzerinde tartışılan bir konudur. Maksilla ve mandibulaya bağlanan kaslar, maloklüzyonların ve çene deformitelerinin etiolojisinde büyük önem taşır (Pepicelli

ve ark. 2005). Çiğneme kaslarının EMG çalışmalarına Moller öncülük etmiştir ve ilk olarak ortodonti hastalarında kas aktivitesini değerlendirilmiştir (Moller 1965). Daha sonra Moller ve Ahlgren, EMG sinyallerini çiğneme fonksiyonunun analizi için kullanmışlardır ve Moller, EMG sinyallerinin özellikleri ile kraniofasiyal morfoloji arasındaki ilişkiyi açıklamıştır (Moller 1965). Bunların devamında Jankelson diş hekimliğinde nöromuskuler yaklaşım konseptini ortaya atmıştır (Jankelson 1984). sEMG’de çiğneme fonksiyonu aktivitesi sıklıkla masseter kasından, daha az sıklıkla da anterior temporal kastan ölçülür. Ahlgren çalışmasında, 9-14 yaşları arasındaki çocuklarda masseter ve temporal kasların aktivitesini çiğneme ve diğer çene hareketleri esnasında ölçmüş ve EMG aktivitesi fazla olan bireylerde gonial açının küçük olduğunu tespit etmiştir (Ahlgren ve ark. 1973). Bakke and Moller tarafından 1992 yılında yapılan bir çalışmada 21-28 yaşları arasındaki 13 kadın hastada, en yüksek ısırma kuvveti uyguladıkları sırada ve çiğneme hareketleri esnasında, EMG ile masseter kasının aktivitesi ve kalınlığını ultrasonografi (USG) ile ölçmüşlerdir. Sonuç olarak elektromiyografik aktivite ile kas kalınlığı arasında pozitif ilişki olduğunu ifade etmişlerdir (Bakke ve ark. 1992).

1.6. Masseter Kasının Uzunluk, Boyut ve Hacminin Kraniofasiyal Morfoloji Üzerine Etkisi

Çiğneme kaslarının şekil ve fonksiyonlarının kraniofasiyal morfoloji üzerinde önemli etkileri olduğu yaygın olarak kabul görür. Ayrıca kraniofasiyal morfolojinin ısırma kuvveti ve çiğneme kaslarının istirahat durumundaki aktivitesi ile de ilişkili olduğu bildirilmiştir (Throckmorton ve ark. 2000, Ueda ve ark. 2000, Pepicelli ve ark. 2005). Çiğneme ve diş sıkma esnasında çiğneme kasları kuvvetli fakat kısa süreli olacak şekilde kasılır. Çiğneme kaslarının mandibulanın konumunu sabit tutabilmek için zayıf bir şekilde bile olsa sürekli olarak çalıştığı da bilinir. Bu zayıf fakat sürekli kas kuvvetleri kraniofasiyal yapıların şekillenmesi üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Temporal ve masseter kasları; dişsel ve iskeletsel

düzensizliklerin etyolojisinde, tedavi planlamasında ve tedavilerin stabilitesinde öncelikli rol oynar (Moller 1965, Ahlgren ve ark. 1973).

Masseter kası kemik üzerinde geniş bağlanma alanına sahip olması ve çeneyi kapatan en güçlü kas olmasından kaynaklı birçok araştırmacı tarafından kraniofasiyal morfoloji üzerindeki olası etkilerini araştırılmıştır. Masseter kasının fonksiyonu ile kraniofasiyal morfoloji arasındaki ilişkiyi anlamak için öncelikle araştırmalarda hayvan modelleri üzerinde masseter kasının rezeke edilerek çıkarılmasından sonra mandibulanın morfolojik değişiklikleri incelenmiş ve mandibulanın ileriye doğru rotasyona uğradığı gösterilmiştir (Weijs ve ark. 1989, Yonemitsu ve ark. 2007). Ratlar ile yapılan bir başka araştırmada masseter kas aktivitesinin pubertal büyüme sırasında mandibular büyüme üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Yonemitsu ve ark. 2007). Masseter kası ve kraniofasiyal morfoloji arasındaki bağlantı üzerine yapılan araştırmalar günümüzde insanlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Araştırmacılar, masseter kasının kuvvetini, aktivitesini ve boyutlarını değerlendiren çalışmalar yaparak bu kasın önemini ve işlevini açıklığa kavuşturmayı hedeflemektedir.

1.7. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Yakın zamanda medikal teknolojilerdeki gelişmelere bağlı olarak, diş hekimliği pratiğinde kullanılmak üzere daha az yer kaplayan ve daha düşük dozda çalışan bilgisayarlı tomografiler (BT) üretilmeye başlanmıştır. Bu cihazlarda iki boyutlu sensör ile birlikte konik şekilli X-ışını kullanılarak sensörün bir dönüşü ile maksillofasiyal bölgeyle ilgili hacimsel veriler elde edilir. Genel olarak görüntü kaynağı ve dedektör yapısı diğer tomografi sistemlerinden farklı olan bu yöntem “Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)” olarak adlandırılmıştır (Chien ve ark. 2009).

Konik ışın tekniğinde X-ışını kaynağı ve bunun tam karşısındaki dedektör hastanın başının çevresinde senkronize bir biçimde dönerken 360°'lik tarama yapar. Belirli derece aralıklarında işlenmemiş olan “ham” görüntüler elde edilir. Bu

görüntülerin her biri lateral sefalometrik radyografi görüntülerine benzer şekildedir. Bu ham görüntülerin tümü birden görüntü dasetasını oluşturur. Dönme hareketinin tüm aşamalarını göz önünde bulundurarak yüksek matematiksel çözölümlü yazılım programları ile bu görüntü dasetalarından üç boyutlu hacimsel veriler elde edilir. KIBT kompakt dizaynı, hızlı görüntüleme zamanı, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozu (19–386 μSv) yönünden diğer üç boyutlu görüntüleme yöntemlerine üstünlük sağlar (Moshiri ve ark. 2007).

1.7.1. Radyasyon Güvenliği

Farklı görüntüleme teknikleri ve cihazları arasındaki doz miktarını karşılaştırmak için radyasyon ekspozları efektif dozlara dönüştürölür ve sievert (Sv) biçiminde ölçölür. Konvansiyonel radyografilerin, BT'lerin ve KIBT'nin radyasyon dozunu hesaplamaya yönelik birçok araştırma yapılmıştır.

Estrela ve ark. etkin radyasyon dozunun panoramik radyografilerde 50 μSv (mikrosievert), sefalometrik radyografilerde 100 μSv , BT'de 310-410 μSv ve KIBT'de 40-130 μSv olduğunu ifade etmişlerdir (Estrela ve ark. 2008). KIBT'nin radyasyon dozu BT'den çok daha düşüktür ve cihazının hasta etrafında tek rotasyon yapması, ışınlama süresinin konvansiyonel BT'den daha az oluşu ve inceleme için sadece gerekli bölgenin taranabilmesi radyasyon dozunu azaltan en önemli faktörlerdir. Pauwels ve ark. KIBT radyasyon dozunun cihaza ve FOV alanına bağlı olarak varyasyon gösterdiğini ve buna göre küçük FOV için 19-44 μSv , orta FOV için 28-268 μSv ve büyük FOV için 68-368 μSv arasında değiştiğini rapor etmişlerdir(Pauwels ve ark. 2012). KIBT'nin radyasyon dozunu azaltmak için FOV alanı, miliamper, kilovolt ve tarama zamanı düşürölülebilir. Bu değerleri azaltmak efektif radyasyonu azaltır, ancak imaj kalitesinin de düşeceği unutulmamalıdır. Tüm bunları değerlendirerek görüntüleme yapılacak hastada ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prensibine sadık kalınarak gerekli görüntülemeye karar verilmelidir (Kumar ve ark. 2008).

1.7.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Yararları, Sınırları, Uygulamaları

KIBT ile gerçek boyutlarda ve yüksek çözünürlüklü görüntü elde edilir. İki boyutlu görüntüleme oluşun magnifikasyon, distorsiyon, yapıların süperpozisyonu ve rotasyon hareketi sırasında oluşun hatalar elimine edilir. KIBT görüntüleri izotropik voksellerden oluşur, yani voksellerin her üç düzlemde de kenar boyutları eşittir ve vokseller kübik şekle sahiptir. Dolayısıyla koronal ve aksiyel kesitte aynı çözünürlüktedir. Konvansiyonel BT görüntüleri ise anizotropik voksellerden oluşmaktadır yani aksiyel düzlemdeki kenar boyutları aynıdır ancak koronal düzlemdeki kenar boyutu farklıdır ve vokseller dikdörtgenler prizması şeklindedir. Bu yüzden KIBT görüntüleri çözünürlük açısından konvansiyonel BT'lerden daha üstündür (Farman ve Scarfe 2009).

KIBT'nin kolimasyonu sayesinde primer X ışını sadece görüntülenecek alan ile sınırlandırılabilir. Yani her hasta için çekilecek alana bağlı olarak optimum FOV alanı seçilir. Tüm KIBT cihazlarında bu özellik mevcut olmasa da istenilen bir özelliktir ve hastanın fazla radyasyona maruz kalması engellenir (Lund ve ark. 2010). KIBT çekim tekniğinde hasta etrafında tek bir rotasyon gerçekleştiği için tarama süresi kısadır (10-70 sn. arasında). Kısa sürede tarama yapılması hastanın hareketi ile oluşabilecek artefaktları da önler. Konvansiyonel BT'lerde ise özellikle yüksek çözünürlükte görüntü elde etmek için her bir kesitin taranması daha uzun sürer. KIBT datasından posteroanterior sefalogram, lateral sefalogram, TME grafileri ve panoramik radyografiler oluşturulabilir. KIBT'den elde edilen lateral sefalometrik radyografiler ile kraniofasiyal bölge hem sağdan hem de soldan incelenebilir. Hacimsel veriler üzerinde yapılan ölçüm doğruluğu, hastanın baş konumundan etkilenmez iken, KIBT'den türetilen iki boyutlu görüntüler üzerinde uygulanan ölçümlerde ise baş konumun ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (Moshiri ve ark. 2007). Üreticilerin artefakt azaltıcı algoritmaları sayesinde KIBT'de metal artefaktı görülme olasılığı BT'ye göre çok daha düşüktür (Scarfe ve ark. 2006, Casselman ve ark. 2009). KIBT hasta etrafında tek bir rotasyon yaptığı için BT'ye göre daha az enerji kullanır ve çok daha ucuzdur, en önemli dezavantajı ise sert dokuları çok iyi görüntüleyebildiği halde yumuşak doku, kaslar ve bağlantılarını görüntülemesi iyi

değildir (Chirani ve ark. 2004). KIBT'nin radyasyon dozu iki boyutlu radyograflara göre daha fazladır, aksiyal, koronal ve sagittal olmak üzere üç ortogonal düzlemde de görüntü oluşturur. İmajların bu şekilde uzayın her üç yönünde de birbiriyle uyumlu olarak ve iki boyutlu görüntülenebilmesine multiplanar reformasyon (MPR) adı verilir. KIBT datalarından üç boyutlu görüntüler oluşturularak incelemek mümkündür (Scarfe ve ark. 2006, Farman ve Scarfe 2009).

Son yıllarda KIBT masseter kası hacmini hesaplamak için çeşitli çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. KIBT'in masseter kas hacmini ölçen hala çok fazla çalışma yoktur (Kasai ve ark. 1997, Katsumata ve ark. 2004). Bu konuda daha geniş hasta grupları ile yapılan ve ölçümlerin iyileştirilmesini sağlayan çeşitli yazılım programları kullanılarak yapılmış daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

1.8. ısırma Kuvveti

Maksimum ısırma kuvveti çiğneme sisteminin işlevsel durumunun bir göstergesidir. Kuvvet, kraniomandibular biyomekanikler tarafından modifiye edilen çeneyi kapatan kasların (merkezi sinir sistemi ve kas iğlerinden, mekanoreseptörlerden ve nosiseptörlerden gelen geribildirim) eyleminden kaynaklanır (Bakke 2006).

Çiğneme sırasında dişlere gelen yükler, kişiden kişiye değişiklik gösterir. Kadın ve erkekler arasında da farklılıklar vardır. Yapılan ısırma kuvveti ölçümlerinde erkeklerin ısırma kuvveti %63 ile %77 oranında kadınlardan daha fazladır. Bazı araştırmalar cinsiyetin ısırma kuvveti üzerine önemli etkisinin olmadığını savunsalar da yapılan birçok çalışmada genç sağlıklı yetişkinlerde cinsiyetin ısırma kuvveti üzerine etkili olduğu belirtilmiştir. Maksimum ısırma kuvveti, durağan değildir ve kişinin büyüme yılları içinde artış gösterir (Braun ve ark. 1995, Fontijn ve ark. 1998, Ferrario ve ark. 2004).

Kişiler arasında çiğneme hareketleri sırasında fark olsa da çiğnemenin en hızlı olduğu zaman genellikle ağzın açılmaya başlaması sırasında veya bundan çok kısa süre sonra olduğu bildirilmektedir. Besinin cinsine göre çene hareketlerinin hızı ve kas aktivitesi değişir. Sert besinlerin çiğnenmesinin daha uzun zaman aldığı ve çiğneme sırasında kasların kasılma hızıyla ilgili elektriksel aktivitenin azaldığı bildirilmiştir (Bates ve ark. 1975).

Çiğneme sisteminin fizyolojik aktivitesi, sadece besin maddesinin cinsine bağlı değildir. Çiğneme sırasında fizyolojik aktivite besin maddesinin, dil ve yanak kaslarıyla ilişkisine de bağlıdır. Yapılan araştırmalar çiğnemenin çoğunlukla küçük ve büyük azılar bölgesinde yapıldığını gösterir (Moller 1965). Bates ve Dubner yaptıkları literatür taramalarında en büyük çiğneme kuvvetinin ikinci küçük azı ve birinci büyük azı üzerinde olduğunu bildirmişlerdir (Bates ve ark. 1975). Tek taraflı yapılan ölçümlerde doğal dişleri olan sağlıklı erişkinlerde molar bölgedeki maksimum ısırma kuvvetinin ölçümü ortalama 300-600 Newton (N) arasındadır (Bakke ve ark. 1989). Anterior bölgede ısırma kuvveti molar bölgenin %40'ı; premolar bölgenin ise %70'i kadar olduğu ifade edilmiştir. Molar bölgede kuvvet bilateral olarak ölçülürse, kaydedilen kuvvet tek taraflı ölçümden yaklaşık %40 daha yüksektir (Bakke ve ark. 1989, Ferrario ve ark. 2004). Throckmorton ve ark. çalışmalarında dolikofasiyal hastaların ısırma kuvvetinin az olmasını bu hastalarda mandibulaya bağlanan kasların azalmış mekanik avantajlarından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Throckmorton ve ark. 1980). Bu, çağdaş olarak kabul gören kas mekanik avantajı kavramının temelini oluştursa da genel olarak kabul görmemektedir. Sasaki ve ark. maksimum ısırma kuvvetinin farklı bulunmasını basitçe kas moment kollarıyla ilişkili değil, kas kesit alanlarıyla ilişkili olduğunu ve bu şekilde hesaplanabileceğini söylemişlerdir (Sasaki ve ark. 1989).

1.8.1. Kraniofasial Formun ısırma Kuvveti Üzerine Etkisi

Dolikofasiyal bireyler üzerinde yapılan çalışmalarda maksimum ısırma kuvveti, mezofasiyal ve brakifasiyal bireylerden daha az bulunmuştur. Bu, ısırma kuvveti ile yüz morfolojisi arasında korelasyon olduğu anlamına gelir ve bu bulgular, yüz şeklinin kısmen mandibular kasların gücüne bağlı olduğu teorisini desteklemek için kullanılır (Sassouni 1969, Proffit ve ark. 1983). Ingervall ve Helkimo çalışmalarında, zayıf kasları olan yetişkinlerin yüz morfolojisinde güçlü kaslı erişkinlerden daha büyük bir varyasyona sahip olduğunu tespit etmişler, ayrıca mandibulaya bağlanan kasların yüzün şekillenmesinde birincil önemi olduğunu ifade etmişlerdir (Ingervall ve Helkimo 1978). Kiliaridis güçlü kasların benzer morfolojik özelliklere sahip yüz şekline sebep olur iken, zayıf kasların yüzün şekillenmesinde çok fazla etkili olmadığını belirtmiştir. Zayıf kaslara sahip kişiler arasında farklılığın daha fazla olduğunu ve zayıf mandibular kasları olanlar kişilerin mezofasiyal veya dolikofasiyal gruba ait olabileceğini belirtmiştir (Kiliaridis 1995).

Bir kas tarafından üretilebilecek maksimum kuvvetin önemli bir belirleyicisi kasın kesitsel alanıdır (Newton ve ark. 1987). Yapılan çalışmalarda masseter ve medial pterygoid kasların kesit alanları ile molar bölgedeki maksimum ısırma kuvveti arasında anlamlı pozitif ilişki bildirilmiştir (Bakke ve ark. 1992). Hannam ve Wood çalışmalarında, masseter ve medial pterygoid kasların kesit alanları ile molar bölgedeki ısırma kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu fakat kesitsel alanlar ile kas moment kolları arasında ilişki bulunmadığını bildirmişlerdir (Hannam and Wood 1989). Mandibuler prognatizmi olan hastalarda fonksiyonel aktivite ve ısırma kuvvetinin önemli ölçüde farklı olduğu gösterilmiştir (Ingervall ve Helkimo 1978, Bakke ve ark. 1992).

Bu çalışmanın amacı; İskeletsel malokluzyon gruplarına göre konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak ölçülen kas hacmini, EMG ile ölçülen kas aktivitesini ve maksimum ısırma kuvvetini değerlendirmektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na Aralık 2016- Nisan 2017 tarihleri arasında başvuran hastalardan oluşturulan çalışma grubu ile gerçekleştirilmiş ve Kırıkkale Üniversitesi İlaç Dışı Klinik araştırmalar Etik Kurulu'ndan 23/21 karar no ile 29.11.2016 tarihinde onay almıştır.

2.1. Çalışma Grubu

Araştırmaya, Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı ve Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi için başvuran ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi görüntülemesi için kliniğimize yönlendirilen hastalar dahil edildi. Çalışma grubu 18-30 yaş aralığındaki genç erişkin hastalardan kriterlere uygun 60 hasta seçilerek oluşturuldu. Çalışmaya katılmayı kabul ettiklerine dair bilgilendirilmiş yazılı onamları alındıktan sonra kimlik bilgilerini, sistemik anamnez bilgilerini, travma öyküsünü ve en son diş tedavisi zamanını sorgulayan hasta bilgi formu dolduruldu. Radyolojik ölçümler için I-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA) cihazı ile hastalardan KIBT görüntüleri alındı. KIBT görüntülemesi sonrasında medikal araştırmalar için özel üretilmiş olan hasta ağızına uyumlu kuvvet ölçüm (Viste marka Bite Force Sensor, China) cihazı kullanılarak 1. Molar dişler arasına sensör yerleştirilerek ısırma kuvveti ölçümleri yapıldı ve Neuro-Emg-Micro (Rusya) marka EMG cihazı ile kas aktivitesi değerlendirildi. Araştırma sürecinde herhangi bir invaziv işlem gerçekleştirilmedi.

2.2. Hasta Seçim Kriterleri

Çalışmaya dahil edilecek hastalarda aranan şartlar;

- Konjenital veya sonradan kazanılmış bir deformite veya herhangi bir kas hastalığı bulunmayan
- Herhangi bir ortodontik tedavi geçmişi olmayan
- Baş ve boyun kaslarında, gözle görülür herhangi bir anomali veya asimetri bulunmayan
- Baş ve boyun bölgesinde daha önce geçirilmiş herhangi bir travma hikayesi veya cerrahi işlem olmayan
- 3 aydan daha az sürede dental tedavi yaptırmayan
- Kalp rahatsızlığı bulunmayan ve kalp pili taşımayan
- Herhangi bir ilaç tedavisi görmüyor olan

2.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Analizi

Her hastanın masseter kası bölgesini içeren KIBT görüntüleri alındı (120 kVp, 5.7 mA, 8.9 sn ışınlama süresi, 13x16 cm FOV alanı, kesit kalınlığı 0,3 mm) ortalama 440 adet görüntü elde edildi. Görüntüleme öncesi hasta; oturur pozisyonda, midsagittal düzlem yere dik, Frankfurt horizontal düzlemi yere paralel, dişler maksimum interküspidasyon pozisyonunda hasta başı çene ucu ve alınından sabitlenerek konumlandırıldı. Tarama esnasında hastaya yutkunmaması ve gözlerini kapatması söylendi (Şekil 2.1.). KIBT taramalarından elde edilen ham verinin primer ve sekonder rekonstrüksiyonu üretici firmanın i-CAT Vision yazılımı (Imaging Sciences International Inc, Hatfield, PA, USA) ile yapıldı ve rekonstrükte edilen veriler DICOM dosyası olarak kaydedildi. Ayrıca bu program yardımıyla KIBT görüntülerinden lateral sefalometrik görüntüler elde edildi. KIBT görüntülemesi

sonrası elde edilen data 3D Doctor (Able Software Corp, Lexington, MA, USA) yazılımına aktarılarak iki taraflı olarak masseter kası hacmi ölçümleri yapıldı. Ölçüm yapılacak bölgeyi tam olarak değerlendirebilmek için aksiyel, koronal ve sagittal yönlerde oryantasyon düzlemleri oluşturuldu.

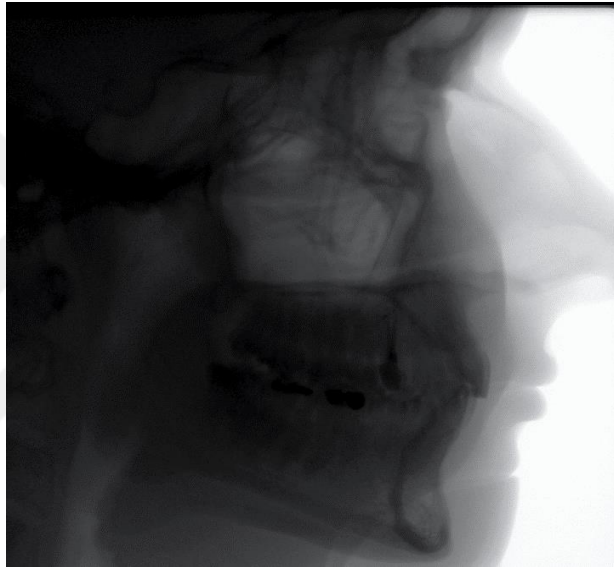
Çalışmaya dahil edilen 60 hastanın tümünde değerlendirmeye alınan her parametre, aynı araştırmacı (A.O.) tarafından yapıldı. Ayrıca, araştırmacının kendi içindeki güvenilirliğinin saptanabilmesi için tüm ölçümler tamamlandıktan 2 hafta sonra 30 adet KIBT görüntüsü üzerinde (her gruptan rastgele 10 hasta seçilerek) ölçümler tekrarlandı.



Şekil 2.1: I-CAT cihazı hasta konumlama

2.4. Lateral Sefalometrik Radyografinin Değerlendirilmesi

MPR veya diğer ortogonal kesitlerde kendi belirlediğimiz kalınlıkta yeniden görüntü oluşturmaya ray sum tekniği denir. Lateral sefalometrik film gibi simüle projeksiyonlar oluşturmak için kesitlerin tamamı kullanılır. I-Cat İnvision programı ile KIBT görüntüleri ray sum ile lateral sefalometrik görüntüleri elde edilerek Jpeg formatında alındı. KIBT görüntüsü ve Vistadent (GAC TechnoCenter, Bohemia, NY) programında açılarak ölçümler dijital ortamda yapıldı (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2: KIBT'den elde edilen lateral sefalometrik radyografi görüntü

Bu çalışmadaki hasta grupları, ön-arka (sagittal) ve dik yön (vertikal) gelişim durumuna göre oluşturuldu. Sagittal sınıflama, alt ve üst çenenin birbirleriyle ve kafa kaidesi ile ilişkilerini belirleyen göstergeler olan SNA (Sella-Nasion-A), SNB (Sella-Nasion-B) ve ANB (A-Nasion-B) açılarına göre yapıldı. ANB açısı üst ve alt çene ön bölgelerinin ön-arka (sagittal) yönde birbirleri ile olan ilişkilerini belirtir ve SNA ve SNB açıları arasındaki farka eşittir (Steiner 1953). SNA Açısı, Sella noktası, spina nasalis anteriorun altındaki kemik iç bükeyliğinin en derin noktası olan A noktası ve Nasion noktası arasında oluşan açıdır. Üst çene ön bölgesinin ya da üst çene ön sınırının kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumunu belirler (Ülgen 2000). SNB

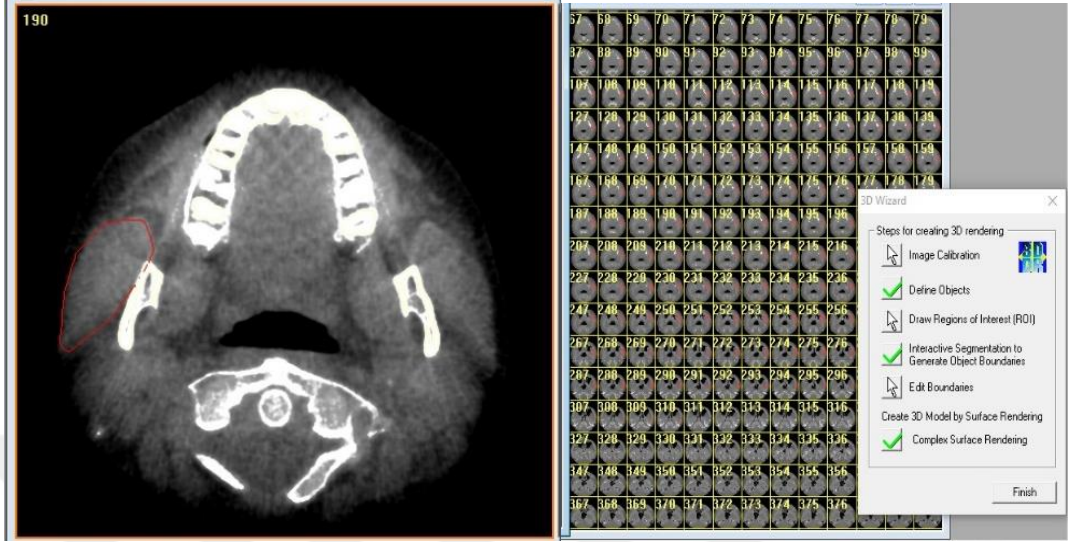
Açısı, Sella noktası, lateral sefalometrik filmde alt keser dişin altındaki kemik iç bükeyliğinin en derin noktası olan B noktası ve Nasion (N) noktasından geçen doğrunun oluşturduğu açıdır (Steiner 1953). ANB açısı 0–4° olan iskeletsel sınıf I, ANB açısı 4°den büyük olan iskeletsel sınıf II, ANB açısı 0°den küçük olan iskeletsel sınıf III kabul edilmiştir (Steiner 1953).

Dik yönde iskeletsel sınıflama, alt çene ve ön kafa kaideleri arasındaki açı olan SN-GoGn ((Sella-Nasion)-(Gonion-Gnathion)) açısına göre yapılmaktadır. Bu ölçüm Gnathion ve Gonion noktalarından geçen mandibular düzlemin ve mandibulanın kafa kaidesine göre eğimini belirler. Alt çenenin en ileri ve en alt noktası olan Gnathion noktası ile alt çene ramusu ve korpusunun birleştiği bölgede mandibulanın en alt ve en arka noktası olan Gonion noktasından geçen mandibular düzlem ile Sella ve Nasion noktaları arasından geçen doğrunun kesiştiği noktadaki açısal ölçümü ifade eder (Ülgen 2000). Yüzün dik yön değerlendirmesi için GoGn / SN açısı kullanılmıştır. GoGn / SN açısı norm değeri 26 °-36 ° arası kabul edildi. Bu norm değerinin alt sınırından küçük olan vakalar hipodiverjan, üst sınırından büyük boşluklar hiperdiverjan olarak kabul edildi.

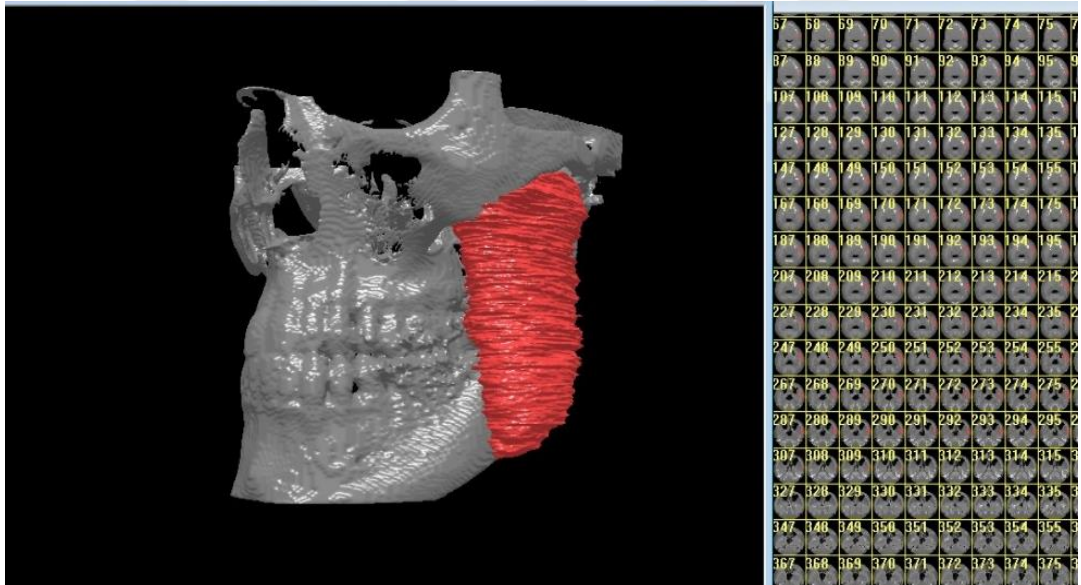
2.5. Masseter Kası Hacim Ölçümü

Her hastanın DICOM verileri 3D-Doctor programına aktarıldı. KIBT görüntülerinde masseter kasının dansitesi diğer dokularla birbirine yakın olduğu için otomatik segmentasyon yöntemi kullanılmadı. Masseter kası iki taraflı olarak manuel segmentasyon yöntemi kullanılarak ölçüldü. Manuel segmentasyon yönteminde aksiyel kesitteki görüntüler kullanıldı ve ilgili çiğneme kasının ilk tespit edildiği kesit zigomatik arkta başlanarak mandibula ramusuna kadar sırasıyla her kesitte çiğneme kasının sınırları işaretlendi (Şekil 2.3.). Masseter kasının üç boyutlu görüntüsü oluşturuldu ve segmente edilen bölgenin hacmi kaydedildi (Şekil 2.4.). Gözlemci-içi uyumun değerlendirilmesi amacıyla ölçümlerin bitiminden bir hafta sonra her

gruptan 10 hastanın KIBT görüntüleri ile tekrar ölçüm yapıldı. Elde edilen veriler excel çalışma sayfasına aktarıldı.



Şekil 2.3: Masseter kasının 3D-Doctor programında manuel segmentasyon ile çizilmiş kesit görüntüsü



Şekil 2.4: Masseter kasının 3D-Doctor ile manuel segmentasyon yöntemi ile çizilmiş 3 boyutlu görüntüsü

2.6. Isırma Kuvveti Analizi

Maksimum ısırma kuvveti, çiğneme kaslarının yardımıyla alt ve üst çene dişleri arasında oluşan en büyük kuvvet olarak tanımlanır. Çiğneme fonksiyonunun değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri maksimum ısırma kuvvetinin ölçülmesidir.

Isırma kuvveti ölçümleri Viste marka Bite Force Sensor cihazıyla gerçekleştirildi. Isırma kaydı için hastanın dik bir şekilde oturması istendi ve hasta başı Frankfurt horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde konumlandırıldı. Yaklaşık 10 mm kalınlığındaki sensör 1. Molar dişler arasında yerleştirilerek kontrol edildi ve hastadan maksimum kuvvetle ısırması istendi. Isırma kuvveti, cihazın göstergesinde kilogram kuvvet (kgf) cinsinden olan sonucu diğer çalışmalar ile kolay karşılaştırma yapabilmek için Newtona (N) çevrilerek kaydedildi. Isırma sırasında ölçüm yapılan en yüksek değer kaydedildi. 30 saniyelik dinlenme aralıklarıyla 3 farklı ölçüm yapıldı. Aynı işlem diğer taraftaki 1.molar diş için sırayla tekrarlandı (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Isırma kuvveti ölçüm cihazı ve ağız içi konumlandırılması

2.7. Masseter Kasının Elektromiyografik Ölçümleri

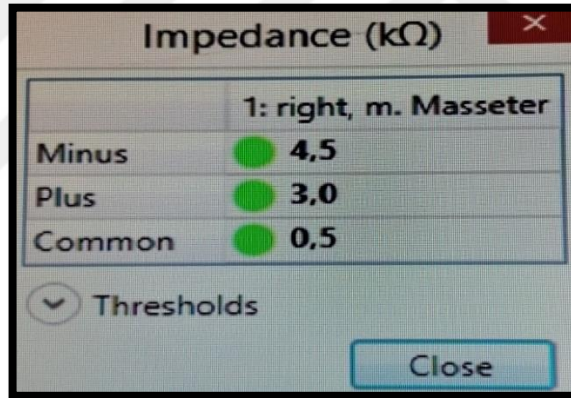
Araştırmamızda, kas aktivitesi ölçümleri için Neuro Emg Micro (Ivanovo, Rusya) 2 kanallı EMG cihazı kullanıldı. İncelenen kaslardan elde edilen biyoelektriksel aktivite potansiyelleri (μV), bipolar aktif Ag/AgCl elektrotlar (FIAB disposable elektrot) kullanılarak 10Hz-20kHz frekans aralığında monitörize edildi.

Kayıtların alınması aşamasından önce hastalar yapılacak işlem hakkında bilgilendirildi. İşlem öncesinde hastalar, yüzünde kıl veya tüy bulunan bireylerin iyi bir kayıt alınabilmesi için ölçüm öncesinde tıraş olması için uyarıldı. Hasta ölçüm için hazırlanırken yüzünü ve özellikle elektrotların yapıştırılacağı bölgeleri temizlemesi istendi buna ek olarak elektrotların yapışacağı alan alkollü pamukla temizlendi böylece ölçüm yapılırken hataya sebep olabilecek ter, kir ve ölü deri uzaklaştırıldı. Hastalar koltukta arkalarına yaslanarak ve yumuşak doku Frankfurt horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde konumlandırıldı (Şekil 2.6.). Algılayıcı elektrotların lokalizasyonları Castroflorio ve ark.'nın önerdiği şekilde belirlendi. Referans elektrot ise sağ veya sol humerusa bağlandı (Castroflorio ve ark. 2005). Masseter için gonion-cantus hattının alt $23,1 \pm 7,7$ hattı üzerinde diş sıkma sırasında kasın en belirgin olduğu yüzey palpasyonu ile belirlenerek kas liflerine paralel şekilde ve iki elektrot arasında 15 mm olacak şekilde konumlandırıldı. Programın empedans ölçme özelliği ile elektrotların kullanılabilirliği kontrol edildi (Şekil 2.7.). Hastalardan dişlerini kayıt alınması esnasında dişlerini mümkün olduğunca güçlü bir şekilde sıkmaları istendi (Şekil 2.8.).

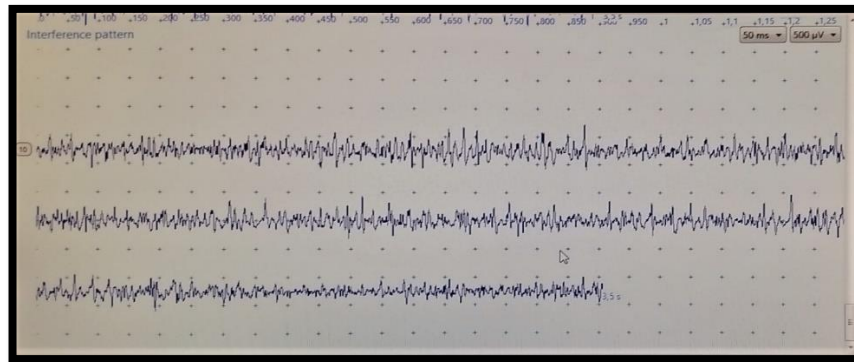
Bu işlem üç kez tekrarlandı ve her işlem arasında 20'şer saniyelik dinlenme zamanı verildi. Elektromiyografik ölçümlerde; masseter kası sağ ve sol taraf olmak üzere, çift taraflı olarak ölçümleri yapıldı. Maksimum ısırma sırasında kas aktivitesini ölçmek için yaklaşık 10 mm boyutunda silikon blok ısırıldı. Bu ölçümler 5sn süre ile yapıldı 3 kez 2 dakika aralıklarla tekrar edildi. Uzun süreli kasılmalar sonucu meydana gelen kas yorgunluğunun, ortalama değerleri etkileyebileceği düşünülerek bütün ölçümler, 5 saniyelik periyotlar halinde gerçekleştirildi (Castroflorio ve ark. 2008).



Şekil 2.6: Elektrotların masseter kas üzerine konumlandırılması



Şekil 2.7: sEMG ölçümlerinde kullanılan cihazın, kayıt öncesi empedans değerinin kontrol edildiği program ara yüzü



Şekil 2.8: Maksimum ısırma sırasında alınan EMG kaydı

2.8. İstatiksel Analiz

Gruplar, farklı iskeletsel sagittal ölçüm değerlerine göre sınıflandırılarak oluşturuldu. Benzer yüz yapısına sahip denekler iskeletsel olarak sagittal yönde sınıf I, sınıf II ve sınıf III olmak üzere üç gruba ayrıldı. Deneklerin demografik verileri, masseter kas ölçüm sonuçları, ısırma kuvveti ölçümleri, EMG değerleri Statistical Package for Social Science (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA) 18.0 programına aktarıldı. Ölçüm değerlerinin öncelikle normal dağılım gösterip göstermediğini anlamak için Kolmogorov-Smirnov normallik testi uygulandı. Normal dağılım gösterdiği için Analizde parametrik testlerde Oneway ANOVA testi kullanıldı. Ölçümlerin sağ-sol taraf olmak üzere ve birbirleri ile korelasyonu değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma şeklinde gösterildi. Gözlemçi-içi uyum için her gruptan rastgele seçilen 10 hastanın EMG, ısırma kuvveti ve masseter kas ölçümleri bir hafta sonra tekrar edildi ve cronbach's alpha testi ile değerlendirildi. İstatistiksel önemlilik belirlenirken, $p < 0.05$ anlamlı farklılığın göstergesi olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışma grubu 30 erkek ve 30 kadın ve yaşları 18-30 arasında değişen toplam 60 kişiden oluşmuştur. Çalışmada iskeletsel sagittal sınıflamaya (sınıf I, sınıf II, sınıf III) göre gruplara denekler eşit olarak dağıtıldı. Gruplar cinsiyetlerine göre dengeli bir şekilde dağıtılmıştır. Kas hacmi ölçümlerinde gözlemci içi uyum yüksek düzeyde bulundu (Alpha >82), diğer ölçümlerde ise mükemmel düzeyde bulundu (Alpha >90).

Çizelge 3.1: Deneklerin cinsiyete göre yaş ve VKİ karşılaştırılması

	Kadın	Erkek	P
	Ort±SS	Ort±SS	
Yaş	22.2 ± 1.09	22.7 ± 1.29	0.11
VKİ	21.63 ± 2.12	24.93 ± 4.07	0.00*

*p<0.05 = İstatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Deneklerin yaş ortalaması kadınlarda $22,2 \pm 1,09$, erkeklerde $22,7 \pm 1,29$ vücut kitle indeksi (VKİ) ortalaması kadınlarda $21,63 \pm 2,12$, erkeklerde $24,93 \pm 4,07$ olarak hesaplandı. Deneklerin cinsiyete göre yaş dağılımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$). Cinsiyete göre VKİ dağılımında kadın ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p < 0,05$). (Çizelge 1)

Çizelge 3.2: Deneklerin iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre yaş ve VKİ ortalamaları

	İskeletsel Sınıf I	İskeletsel Sınıf II	İskeletsel Sınıf III	P
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
Yaş	22.26 ± 0.99	22.33± 1.28	22.75 ± 1.33	0.40
VKİ	23.06 ± 2.92	23.75 ± 4.72	23.01 ± 2.97	0.77

*p<0.05 = İstatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Deneklerin yaş ve VKİ ortalama değerleri iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre dağılımlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$). Deneklerin VKİ ortalama değerleri sınıf I $23,06 \pm 2,92$, sınıf II $23,75 \pm 4,72$, sınıf III $23,01 \pm 2,97$ olarak bulundu. Deneklerde yaş ortalamaları sınıf I, sınıf II, sınıf III'te sırasıyla $22,26 \pm 0,99$, $22,33 \pm 1,28$, $22,75 \pm 1,33$ olarak bulundu. (Çizelge 2)

Çizelge 3.3: Deneklerin iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre EMG, ısırma kuvveti ve kas hacmi ölçümlerinin karşılaştırılması

	İskeletsel Sınıf I	İskeletsel Sınıf II	İskeletsel Sınıf III	P
	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	
EMG (μ SV)				
Sağ ölçüm	322.89 ± 30.43	236.02 ± 17.74	288.43 ± 16.88	0.025*
Sol ölçüm	358.19 ± 38.33	248.48 ± 17.71	287.30 ± 17.00	0.013*
Ortalama	340.54 ± 32.85	242.26 ± 16.01	287.87 ± 14.30	0.010*
Isırma kuvveti (N)				
Sağ ölçüm	471.60± 51.58	455.02 ± 33.93	451.41 ± 40.89	0.939
Sol ölçüm	755.89 ± 273.89	435.61 ± 33.73	405.99 ± 48.73	0.223
Ortalama	613.79 ± 144.64	445.31 ± 29.32	428.64 ± 42.95	0.252
Kas hacmi (cm^3)				
Sağ ölçüm	27.266± 1.319	32.227± 2.108	30.547 ± 2.034	0.178
Sol ölçüm	26.550± 1.454	30.566± 1.756	28.041± 1.412	0.191
Ortalama	26.908± 1.218	31.396± 1.697	29.294± 1.581	0.126

One-way Anova Testi

* $p < 0.05$ = İstatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Deneklerin sağ ve sol olmak üzere her iki taraf için EMG değerleri iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık tespit edildi ($p < 0,05$). Ortalama EMG ölçümleri sınıf I deneklerde $340,54 \pm 32,85 \mu$ V, sınıf II deneklerde $242,26 \pm 16,01 \mu$ V, sınıf III deneklerde $287,87 \pm 14,30 \mu$ V olarak bulundu. EMG değerleri sınıf I deneklerde diğer gruplara göre daha yüksek bulundu.

Deneklerin sağ ve sol olmak üzere her iki taraf için ısırma kuvvetleri ölçümleri iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi ($p>0,05$). Ancak ısırma kuvveti ölçüm değerleri sınıf I deneklerde diğer gruplara göre daha yüksek bulundu. Ortalama ısırma kuvveti ölçümleri sınıf I deneklerde 613.79 ± 144.64 N, sınıf II deneklerde 445.31 ± 29.32 N, sınıf III deneklerde 428.64 ± 42.95 N olarak bulundu.

Deneklerin sağ ve sol olmak üzere her iki taraf masseter kas hacmi iskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p> 0,05$). Ancak masseter kası hacim ölçüm değerleri en yüksek sınıf II deneklerde daha sonra sınıf III deneklerde en düşük ise sınıf I deneklerde bulundu. Ortalama masseter kası hacim ölçüm değerleri sınıf I deneklerde $26,908 \pm 1,218$ cm³, sınıf II deneklerde $31,396 \pm 1,697$ cm³, sınıf III deneklerde $29,294 \pm 1,581$ cm³ olarak bulundu. (Çizelge 3)

Çizelge 3.4: Deneklerin vertikal yön sınıflamasına göre EMG, ısırma kuvveti ve kas hacmi ölçümlerinin karşılaştırılması

	Hipodiverjan	Normodiverjan	Hiperdiverjan	p
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
EMG (µV)				
Sağ ölçüm	277.17 ± 27.57	289.47 ± 17.8	270.25 ± 25.93	0.642
Sol ölçüm	289.69 ± 32.66	307.17 ± 19.34	284.69 ± 32.95	0.444
Ortalama	283.43 ± 28.83	298.29 ± 16.92	277.47 ± 26.65	0.464
Isırma kuvveti (N)				
Sağ ölçüm	527.69 ± 45.79	470.81 ± 30.59	324.40 ± 36.18	0.005*
Sol ölçüm	538.09 ± 50.70	612.52 ± 201.91	338.91 ± 42.26	0.032*
Ortalama	532.86 ± 44.81	541.71 ± 105.02	331.66 ± 34.42	0.010*
Kas hacmi (cm ³)				
Sağ ölçüm	35.39 ± 2.26	28.49 ± 1.04	24.73 ± 1.59	0.003*
Sol ölçüm	32.85 ± 1.61	27.12 ± 1.13	24.00 ± 1.39	0.002*
Ortalama	34.12 ± 1.61	27.81 ± 1.00	24.37 ± 1.28	0.000*

Kruskal Wallis Testi

* $p<0.05$ = İstatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Deneklerin sağ ve sol olmak üzere her iki taraf için EMG değerleri vertikal yön sınıflamasına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi ($p>0,05$). Ancak EMG ölçüm değerleri en yüksek normodiverjan deneklerde daha sonra hipodiverjan deneklerde en düşük ise hiperdiverjan deneklerde bulundu. Ortalama EMG ölçümleri hipodiverjan deneklerde $283,43 \pm 28,83 \mu V$, normodiverjan deneklerde $298,29 \pm 16,92 \mu V$, hiperdiverjan deneklerde $277,47 \pm 26,65 \mu V$ olarak bulundu.

Deneklerin sağ ve sol olmak üzere her iki taraf için ısırma kuvvetleri ölçümleri vertikal yön sınıflamasına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde hiperdiverjan grup diğer gruplara göre ısırma kuvveti anlamlı olarak daha düşüktür ($p<0,05$). Ortalama ısırma kuvveti ölçümleri hipodiverjan deneklerde 532.86 ± 44.81 N, normodiverjan deneklerde 541.71 ± 105.02 N, hiperdiverjan deneklerde 331.66 ± 34.42 N olarak bulundu.

Deneklerin sağ ve sol olmak üzere her iki taraf masseter kası hacim ölçümleri vertikal yön sınıflamasına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı fark tespit edildi ($p<0,05$). Ortalama masseter kası hacim ölçüm değerleri hipodiverjan deneklerde $34,12 \pm 1,61 \text{ cm}^3$, normodiverjan deneklerde $27,81 \pm 1,00 \text{ cm}^3$, hiperdiverjan deneklerde $24,37 \pm 1,28 \text{ cm}^3$ olarak bulundu (Çizelge 4).

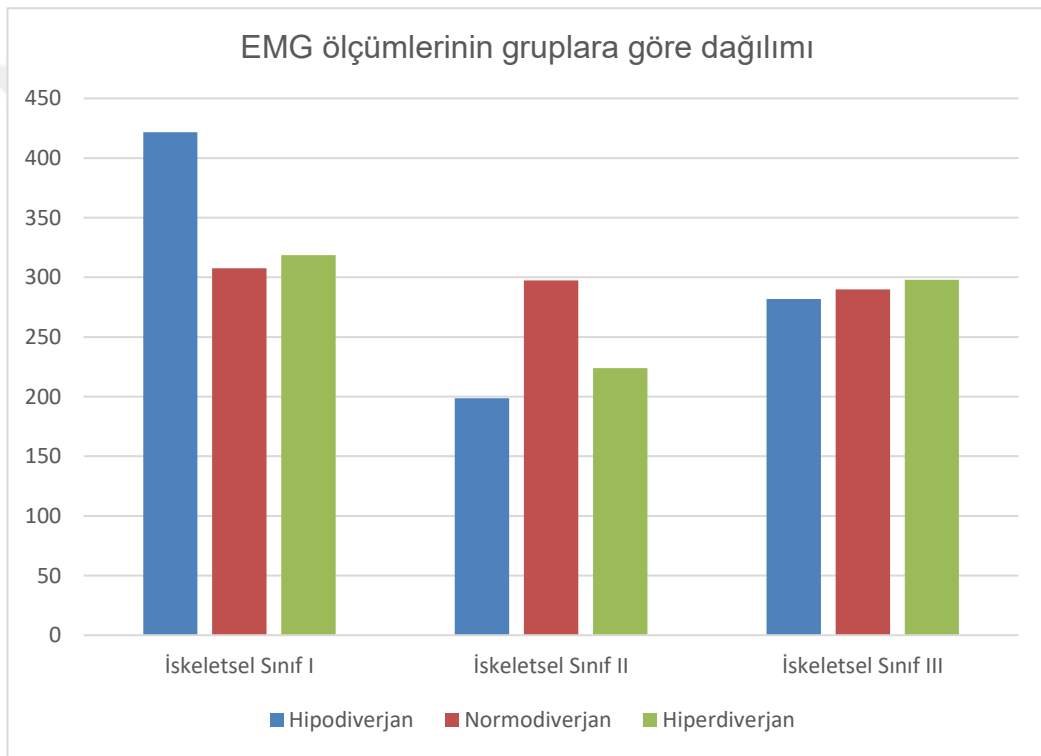
Çizelge 3.5: Sağ ve sol taraf ölçümlerinin birbirleri ile olan korelasyonu

	Sağ taraf EMG ölçümü	Sağ taraf Isırma Kuvveti ölçümü	Sağ taraf Kas Hacmi	Sol taraf EMG ölçümü	Sol taraf Isırma Kuvveti ölçümü	Sol taraf Kas Hacmi
Sağ taraf EMG ölçümü	1	0.354**	-0.160	0.744**	0.190	-0.042
Sağ taraf Isırma Kuvveti ölçümü	0.354**	1	0.185	0.264*	0.261*	0.147
Sağ taraf Kas Hacmi	-0.160	0.185	1	-0.128	0.051	0.598**
Sol taraf EMG ölçümü	0.744**	0.264*	-0.128	1	0.298*	-0.128
Sol taraf Isırma Kuvveti ölçümü	0.190	0.261*	0.051	0.298*	1	0.033
Sol taraf Kas Hacmi	-0.042	0.147	0.598**	0.128	0.033	1

**0.01 düzeyinde anlamlı korelasyon

Isırma kuvveti, masseter kas hacmi ve EMG için sağ ve sol taraf ölçümleri birbiri ile ilişkilidir. Sağ taraf EMG ölçümü ile sağ taraf ısırma kuvveti arasında $p<0,01$ düzeyinde anlamlı bir korelasyon mevcuttur. Sağ taraf ısırma kuvveti ile sağ taraf EMG ölçüm değeri arasında $p<0,01$ düzeyinde anlamlı bir korelasyon vardır. Sol taraf EMG ölçüm değeri ile sol taraf ısırma kuvveti arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı korelasyon tespit edildi. (Çizelge 5)

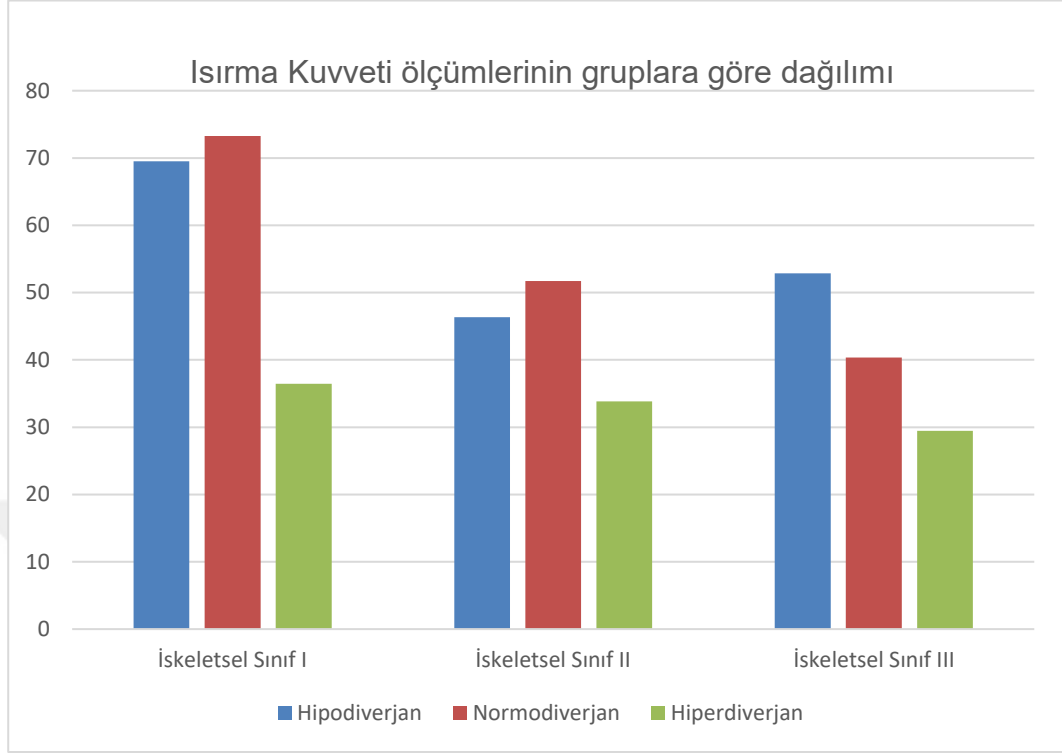
Grafik 3.1: Ortalama EMG ölçümlerinin gruplara göre dağılımı



* 0.05 düzeyinde anlamlı korelasyon

İskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre EMG ölçüm değerleri en yüksek sınıf I deneklerde görüldü. Sınıf I'lerde ise vertikal yön sınıflamasına göre hipodiverjan deneklerde diğer gruplara göre EMG ölçümleri daha yüksek bulundu. Sınıf II deneklerde normodiverjan olanların EMG değerleri diğer gruplara göre daha yüksek olduğu görüldü. Sınıf III deneklerde ise vertikal yön sınıflamasına göre gruplar arasında çok az fark olduğu gözlemlendi (Grafik 3.1.).

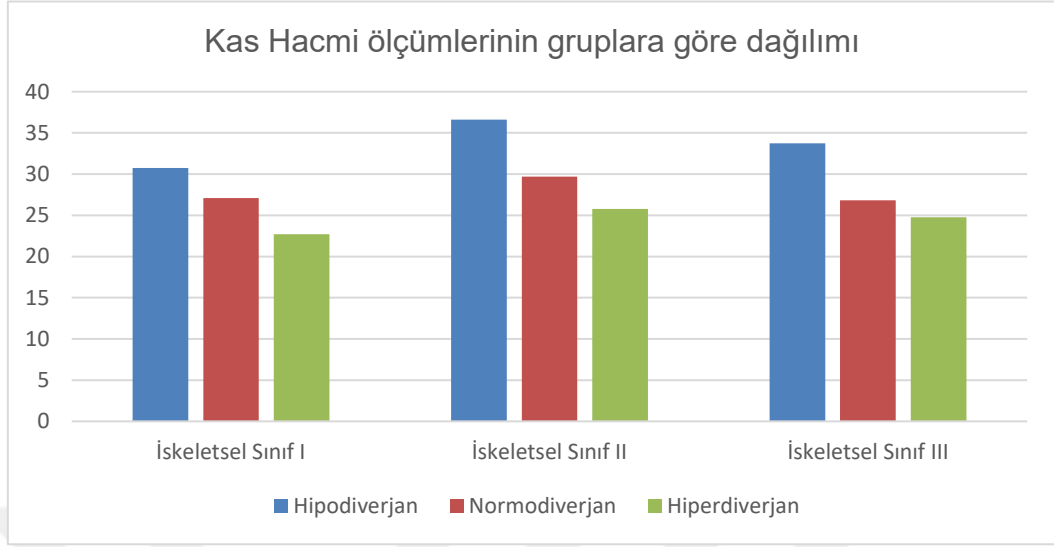
Grafik 3.2: Ortalama ısırma kuvveti ölçümlerinin gruplara göre dağılımı



* 0.05 düzeyinde anlamlı korelasyon

İskeletsel sınıf I deneklerde ısırma kuvveti ölçümleri diğer gruplara göre daha yüksek bulundu. Sınıf I deneklerde ise normodiverjan grup az bir farkla hipodiverjan gruba göre daha yüksektir. Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarında ısırma kuvveti en az olan grup ise hiperdiverjandır (Grafik 3.2.).

Grafik 3.3: Ortalama masseter kası ölçümlerinin gruplara göre dağılımı



* 0.05 düzeyinde anlamlı korelasyon

Masseter kası hacim ölçümlerinin gruplara göre dağılımı incelendiğinde sınıf II deneklerde daha yüksek olduğu görülmüştür aynı zamanda vertikal yön gruplarına göre de en yüksek değerler sınıf II denekler de bulundu. Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplara bakıldığında hipodiverjan gruplarda masseter kas hacmi daha yüksek bulundu (Grafik 3.3.).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Vücut en küçük birimden başlayarak tamamında mümkün olan en iyi şekilde çalışmayı hedefler ve böylece kompanse edici kas fonksiyonları ile çiğneme, solunum, beslenme ve konuşmanın etkisi altında denge kurulur. Kompansasyon aktivitesine iyi bir örnek olarak sınıf II ve sınıf III malokluzyonlar gösterilebilir. Maksilla ve mandibula arasında ilişki bozukluğu, normal kas fonksiyonunu zorlaştıran ve kaslarda adaptasyon gerektiren bir aktivite oluşturur. Kitai ve ark. belirli çiğneme kas aktivite ve hacminin getirdiği mekanik stresin komşu iskelet bölgelerini lokal olarak etkileyebileceğini belirtmişlerdir (Kitai ve ark. 2002).

Çalışmamızda, sagittal yönde farklı iskeletsel gelişim şekillerine sahip hastalardan EMG kayıtları, ısırma kayıtları, masseter kas hacmi ölçüldü ve bu değerler karşılaştırıldı. Bu sınıflamaya ilave olarak, hastalar dik yön gelişimi türüne göre de gruplandırıldı ve karşılaştırıldı.

Merkezi sinir sistemi tarafından belirlenen çeneyi kapatan kasların hareketi ile kas iğlerinden, mekanoreseptörler ve kranio-mandibular biyomekanikler tarafından modifiye edilen nosiseptörlerden gelen geri bildirimler ile çiğneme sisteminde kas, kemik ve diş arasındaki koordinasyon sonucu ısırma kuvveti oluşur (Sathyanarayana ve ark. 2012). Isırma kuvvetinin büyüklüğü çene geometrik morfolojisinin oluşturduğu kaldıraç sistemi ile değişir (Moller 1965, Bakke 2006).

Maksimum ısırma esnasında kaydedilen kuvvet, transdüserin dental arktaki konumuna ve arktaki diş sayısına göre değişir (Bakke ve ark. 1989). Transdüser ön dişlere yerleştirildiğinde ölçülen kuvvet, molar bölgede kaydedilen tek taraflı kuvvetin yaklaşık %40'ına ve premolar bölgenin yaklaşık %70'ine eş değerdir. Molar bölgede kuvvet iki taraflı olarak ölçülürse, kaydedilen kuvvet tek taraflı ölçümden yaklaşık %40 daha yüksek bulunur (Helkimo ve ark. 1975, Bakke ve ark. 1989, Ferrario ve ark. 2004). Kuvvet seviyesi ölçüm tekniği ile değişmesine rağmen farklı yöntemler ile kaydedilen değerler genel anlamda uyumlu bulunmuştur ve tekrarlanabilir (Bakke ve ark. 1989, Braun ve ark. 1995, Shinogaya ve ark. 2000). Shinogaya ve ark. Bakke ve ark. çalışmalarında maksimum ısırma kuvvetini doğal

dişli bireylerde tek taraflı yapılan ölçüm sonucu 300-600 N arasında olabileceğini belirtmişlerdir. Sathyanarayana ve ark. çalışmalarında ağız açıklığı 15 mm iken molar bölgede ısırma kuvvetini ortalama 392.7 N bulmuşlardır (Sathyanarayana ve ark. 2012). Arima ve ark. 8 mm'lik transdüser kullandıkları çalışmalarında ısırma kuvvetini sağ taraf için 546.9 N, sol taraf için 562.1N bulmuşlardır (Arima ve ark. 2013). Çalışmamızda molar dişler arası açıklığın 10 mm iken ısırma kuvveti ölçümleri sırasıyla sınıf I 613.79 N, sınıf II 445.31 N, sınıf III 428.64 N bulundu. Çalışma sonuçları arasındaki fark ölçüm tekniği, deney grubu ve kullanılan cihaza bağlanabilir.

Isırma kuvveti ölçümleri üzerinde bireyin motivasyonu ve kooperasyonunun yanısıra kraniofasiyal morfoloji, yaş, cinsiyet, dişlerin periyodontal durumu, temporomandibular eklem veya çiğneme kaslarındaki devam eden ağrı ve hassasiyet, dişlerin hasar görmüş olması, destekleyen yapılardaki problemler ölçümler üzerinde etkilidir (Koc ve ark. 2010). Ağrı, refleks mekanizmalarına bağlı maksimum ısırma kuvvetini sınırlar ve maksimum ısırma kuvveti ölçümlerini engeller (Hansdottir ve Bakke 2004). Bakke ve Ingervall ile Minder, oklüzal kontakt sayısı ile ısırma kuvveti büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir (Bakke 2006, Ingervall ve Minder 1997). Oklüzal kontaktların; kasların EMG aktivitesi, ısırma kuvveti büyüklüğü, çiğneme verimliliği ve çene hareketleri üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir (Raadsheer ve ark. 2004). Roldan ve ark. VKİ'nin ısırma kuvveti üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir (Roldan ve ark. 2016). Takaki ve ark. çalışmalarının sonucunda VKİ'nin ısırma kuvveti üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Takaki ve ark. 2014). Çalışmamızda oklüzyonu etkileyebilecek durumlar titizlikle irdelendi ve bu durum ya da durumlara sahip bireyler çalışmaya dahil edilmedi. Isırma bloğu için dişlere zarar vermeyecek silikon malzeme kullanıldı. Çalışmada VKİ ile cinsiyet arasında anlamlı fark vardır, VKİ ile sagittal yön grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. VKİ'nin ısırma kuvveti üzerine etkisinin hatalı sonuçlara sebep olmaması için sagittal yön sınıflamasına göre oluşturulan gruplarda kadın ve erkek sayıları eşit tutuldu.

Manns ve ark. ile Paphangkorait ve ark. çalışmalarında çeneyi kapatan kasların sarkomer boyunun santraller arası mesafe 15-20 mm iken maksimum ısırma

kuvveti oluşturduğunu, kas boyunun optimum uzunluğa ulaştığını ancak ağız açıklığı daha da arttığında ısırma kuvvetinin azaldığını tespit etmişlerdir (Manns ve ark. 1979, Paphangkorait ve ark. 1980). Ayrıca Manns ve ark. çalışmalarında posteriora ölçülen 9-11 mm'lik açıklığın anteriora 15-20 mm denk geldiğini bildirmişleridir (Manns ve ark.1979). Arima ve ark.'nın çalışmasında ısırma kuvveti değerleri sabit tutulduğunda masseter kasının elektromiyografik aktivitesinin çene açılmasının artması ile ters orantılı olarak azaldığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, masseter kas aktivitesi seviyeleri sabit tutulduğunda, anterior dişler arası açıklık 15-20 mm arasında maksimum ısırma kuvveti büyüklükleri kaydedilmiştir (Arima ve ark. 2013). Garcia-Morales ve ark. anterior açıklığı yaklaşık 17 mm olan vakalarda anterior maksimum ısırma kuvvetinin en fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Çene açıklığının bu belirtilen 17 mm den fazla ya da az olması durumunda maksimum ısırma kuvvetinin düştüğünü belirtmişlerdir (GarciaMorales ve ark. 2003). Lindauer ve ark. çalışmalarında çene dikey yön açıklığında, çiğneme kaslarının ısırma kuvveti üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Isırma kuvvetini sabit tuttıkları çalışmalarında, molar dişler arası açıklığın 12 mm iken EMG değerinin maksimum düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir (Lindauer ve ark. 1991). Arima ve ark. ve Shinogaya ve ark. yaptıkları çalışmalarda molar dişler arasında açıklığın 8 mm, anterior bölgede açıklığın 15-20 mm olduğu vakalarda maksimum oklüzal kuvvet düzeyine ulaşıldığını belirtmişlerdir (Shinogaya ve ark. 2000, Arima ve ark. 2013). Bu çalışmalar, popülasyonlara bağlı olarak anterior açıklığın 14-20 mm arasında ölçüldüğü durumlarda ısırma kuvvetinin en güçlü olduğunu açıkça göstermektedir. Yapılmış çalışmalar dikkate alınarak, çalışmamızda kullanılan ısırma bloğu 10 mm olacak şekilde hazırlanmıştır.

Moreno ve ark. çenenin iki tarafı arasındaki ilişki ısırma kuvvetlerine göre değerlendirildiğinde sol taraf ısırma kuvvetini daha yüksek bulmuşlardır ancak Melo ve ark. sağ ve sol ısırma kuvvetinin birbiri ile uyum gösterdiğini ifade etmişlerdir (Moreno ve ark. 2008, Melo ve Bianchini 2016). Çalışmamızda da sağ ve sol taraftaki ısırma kuvvetleri birbiriyle uyumlu bulunmuştur.

Roldan ve ark. sagittal yön sınıflandırmasına göre gruplara ayrılmış hastalarda sınıf I ısırma kuvvetini diğer gruplara göre daha yüksek bulmuşlardır

(Roldan ve ark. 2016). İsrıma kuvveti ile ilgili olarak, Proffit ve Fields ile Proffit ve ark. alışmalarında farklı dik yn gelişimine sahip çocuklar arasında ısıрма kuvveti düzeyleri arasında fark olmadığını bildirmişlerdir (Proffit ve Fields 1983, Proffit ve ark. 1983). Diğer taraftan Sathyanarayana ve ark. ısıрма kuvveti üzerine yaptıkları çalışmada sagittal yn gruplarına göre anlamlı fark bulunmadığını ancak ısıрма kuvveti ile vertikal yn grupları arasında anlamlı ilişki olduğunu ve buna göre ısıрма kuvvetinin hipodiverjan bireylerde hiperdiverjanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Sathyanarayana ve ark. 2012). İsrıma kuvveti ile kraniofasiyal morfoloji arasındaki ilişki, kraniofasiyal morfolojide meydana gelen bozuklukların tanısında yardımcı yöntem olarak kullanılır. Bizim alışmamızda vertikal sınıflamaya göre ısıрма kuvveti değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı fark tespit edildi. Normodiverjan ve hipodiverjan bireylerin ısıрма kuvveti hiperdiverjanlara göre daha yüksek bulundu. İsrıma kuvveti ile sagittal yn sınıflaması arasında anlamlı ilişki olmadığı ancak sınıf I bireylerde ısıрма kuvvetinin diğerlerine göre yüksek olduğu tespit edildi.

Antonarakis ve ark. masseter kasını inceledikleri çalışmalarında, masseterin kas kalınlığı ile ısıрма kuvveti arasında korelasyon olduğunu ve kas kalınlığı az olanlarda ısıрма kuvvetinin düşük bulunduğunu belirtmişlerdir (Antonarakis ve Kiliaridis 2015). Bakke ve ark. ile Raadsheer ve ark. yaptıkları çalışmalarda ısıрма kuvveti büyüklüğü ile USG kullanılarak ölçülen masseter kas kalınlığı arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır (Bakke ve ark. 1992, Raadsheer ve ark. 1999, Antonarakis ve Kiliaridis 2015). Koolstra ve ark. ile Van Spronsen ve ark. yaptıkları çalışmaların sonucunda, ısıрма kuvveti büyüklüğü ile masseter kasınının boyut ve yönelimi arasındaki ilişkinin kraniofasiyal morfolojiye bağlı varyasyonlarla alakalı olduğunu belirtmişlerdir (Koolstra ve ark. 1989, Van Spronsen ve ark. 1992). Bulunan verilerin aksine bizim çalışmamızda masseter kas hacmi ile ısıрма kuvveti arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadı. Çalışmamızda lmler sonucu elde edilen ısıрма kuvveti ile kas hacmi arasındaki tutarsızlık hacim ölçümünde yumuşak doku çözünürlüğü düşük olan KIBT kullanılmasına bağlı olabilir şeklinde yorumlandı.

Bakke ve ark. Ferrario ve ark. ile Koc ve ark. alışmalarının sonucunda, kaslarda meydana gelen izometrik kasılmalar sırasında ısıрма kuvveti ile kasların (m. temporal, m. masseter ve m. pterigoideus medialis) aktiviteleri arasında anlamlı ilişki

olduğunu söylemişlerdir (Bakke ve ark. 1989, Ferrario ve ark. 2004, Koc ve ark. 2010). Christensen ve Kundinger çalışmalarında ısırma kuvveti arttıkça elektromiyografik aktivitenin de arttığını belirtmişlerdir (Christensen ve Kundinger 1991). Lowe ve Takada kas aktivitesi ile maksimum ısırma kuvveti arasında korelasyon bulunmadığını iddia etmişlerdir (Lowe ve Takada 1984). Melo ve Bianchini ısırma kuvveti ile kas aktivitesi arasında korelasyonun sadece sağ tarafta gözlendiğini rapor etmişlerdir (Melo ve Bianchini 2016). Bianchini, masseter ve temporal kasların aktiviteleri ile ısırma kuvveti arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır (Bianchini 2000). Cha ve ark., maksimum ısırma sırasında masseter kasının EMG aktivitesi ölçümleri sonucu sınıf I bireylerin sınıf II bireylere göre anlamlı şekilde artmış aktivite gösterdiklerini belirtmişlerdir (Cha ve ark. 2007). Çalışmamızda masseter kas aktivitesi ile ısırma kuvveti arasında korelasyon olduğu görüldü. Elektromiyografik ölçüm ve ısırma kuvveti, kasların aktivitelerini belirlemede kullanılan iki önemli yöntem olduğu için bulunan sonuç tutarlıdır.

EMG ölçümleri karşılaştırıldığında Melo ve ark., Cha ve ark. ile Moreno ve ark. masseter kas aktivitesi ölçümlerinde her iki taraf arasında korelasyon bulmuşlardır (Cha ve ark. 2007, Moreno ve ark. 2008, Melo ve Bianchini 2016). Çalışmamızda sağ ve sol taraf masseter kas aktivitesi ölçümlerini birbiri ile anlamlı bulundu. Melo ve ark. masseter kas aktivitesini, ısırma bloğunu anterior-premolar dişler bölgesine yerleştirerek ölçümleri gerçekleştirmişler ve kas aktivitesi sonuçlarını anteriora yerleştirilen blok ile sağ 172.7 μV , sol 200 μV ; premolar bölgesine yerleştirilen blok ile sağ 376.5 μV , sol 340.1 μV olarak bulmuşlardır (Melo ve Bianchini 2016). Valdes ve ark. çalışmalarında maksimum ısırma sırasında ölçülen masseter kas aktivitesi ortalamasını 389.6 μV bulmuşlardır. Bizim çalışmamızın sonucunda ortalama kas aktivitesi ölçümleri sırasıyla sınıf I 340.54 μV , sınıf II 242.26 μV ve sınıf III 287.87 μV bulundu (Valdes ve ark. 2014). Farklı araştırmalarda yüzeysel EMG kullanımına ilişkin çelişkili sonuçlar bulunması; klinisyen, kontrol grubu, ekipman veya ölçüm protokolü farklılığına bağlı hem teknik hem de anatomik değişkenler kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Manns ve ark. 1979, Suvinen ve ark. 2005). Buna rağmen, doğru tedbirler alındığında ve önerilen protokoller izlendiğinde, kraniofasiyal sistemdeki birçok kasın yüzeysel olması nedeniyle kas aktivitesi ölçümünde sEMG'nin etkili bir yöntem olduğu ve

kayıtların güvenilir sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Ahlberg ve ark. 2003, Tartaglia ve ark. 2008). Bizim çalışmamızın sonuçları da bu bakımdan mevcut literatür sonuçları ile uyumludur.

Çiğneme kas fonksiyonu ve kraniofasiyal büyüme arasındaki ilişki çok sayıda deneysel ve klinik araştırma ile gösterilmiştir. Ahlgren ve ark., normal oklüzyonlu erkek çocuklar ile Sınıf II maloklüzyonlu erkek çocukların masseter kas aktivitesini değerlendirdiği çalışmasında, istirahat konumunda fark gözlenmez iken, maksimum ısırma sırasında alınan EMG kayıtlarının Sınıf II maloklüzyonlu çocuklarda normal oklüzyonlu çocuklardan daha düşük aktivite gösterdiğini rapor etmişlerdir (Ahlgren ve ark. 1973). Diğer taraftan Pancherz, masseter ve temporal kas aktivitesini incelediği araştırmasında Sınıf I maloklüzyonlu bireylerin Sınıf II maloklüzyonlu bireylere göre daha yüksek çiğneme kas aktivitesine sahip olduklarını bildirmiştir (Pancherz 1980). Chaa ve ark. ise istirahat pozisyonunda masseter kas aktivitesinde; Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III hasta grupları arasında ve vertikal yön gelişimine sahip hastalar arasında anlamlı bir fark olmadığını; temporal kas aktivitesinin Sınıf III maloklüzyonda arttığını belirtmişlerdir (Cha ve ark. 2007). Bu çalışmayı Tate ve ark.'nın sonucu da desteklemiştir (Tate ve ark. 1994). Bizim çalışmamızda EMG değerleri sınıf I bireylerde en yüksek bulunurken, sonuçlar sagittal sınıflama ile istatistiksel anlamlı bulundu. Çalışmalar arasında farklı sonuçlar çıkması; ölçüm tekniği, cihaz, etnik köken, yaş gibi faktörlere bağlı olması muhtemel nedenlerdendir.

Bakke ve ark., Throckmorton ve ark. ile Farella ve ark. vertikal yön sınıflamasını kullanarak yaptıkları çalışmalarda hem istirahat hem de maksimum diş sıkma sırasında hipodiverjan bireylerin masseter kas aktivitesini diğer gruplara göre daha yüksek bulmuşlardır (Bakke ve ark. 1992, Throckmorton ve ark. 2000, Farella ve ark. 2003). Ueda ve ark., masseter kas aktivitesinin vertikal yön sınıflaması ile negatif korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir (Ueda ve ark. 2000). Proffit ve Fields ile Farella ve ark. çalışmalarında, maksimum diş sıkma sırasında masseter kas EMG aktivitesinin normodiverjan ve hiperdiverjan bireylerde farklılık göstermediğini rapor etmişlerdir ve bu bulgular bizim çalışmamızı destekler niteliktedir (Proffit ve Fields 1983, Farella ve ark. 2003). Çalışmamızda vertikal gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur ancak hipodiverjan ve normodiverjan bireylerin EMG değerleri hiperdiverjan

bireylerden yüksektir. Çiğneme sisteminin kas aktivitesi ile kraniyofasiyal morfoloji arasındaki ilişki değerlendirilirken kraniyofasiyal morfolojinin hem vertikal hem de sagittal bileşenleri birlikte düşünülmelidir (Cha ve ark. 2007).

Literatürde çene kaslarının fonksiyonlarını değerlendirilebilmesi için farklı indikatörler tanımlanmıştır bunlar; maksimum ısırma kuvveti, EMG, cross sectional alan (CSA) hesaplaması, kas kalınlığı ve kas hacmidir (Proffit ve ark. 1983, Weijs ve Hillen 1984, Ingervall ve Bitsanis 1987, Gionhaku ve Lowe 1989, Van Spronsen ve ark. 1992, Benington ve ark. 1999). Kas için cross sectional alan hesaplamaları ve hacim ölçümleri, kas boyu ölçümleri genellikle kas boyutunun değerlendirilmesi için kullanılır (Lowe ve Takada 1984, Becht ve ark. 2014, Melo ve Bianchini 2016). Yüz kaslarının boyutlarının kraniyofasiyal morfoloji üzerine etkisi ile ilgili yayınlarda yüz morfolojisi ile en çok ilişkilendirilen m. masseterdir (Bakke ve ark. 1992, Kiliaridis 1995, Benington ve ark. 1999). Hannam ve ark., Weij ve ark. ile Van Spronsen ve ark., masseter kasının yanı sıra temporal, mental, digastrik, medial pterygoid ve lateral pterygoid kasların kalınlık ve aktivitelerinin de kraniyofasiyal morfoloji ile ilişkili olduğu bildirilmişlerdir (Weijs ve Hillen 1984, Hannam ve Wood 1989, Van Spronsen ve ark. 1992). Literatürde masseter kasının yoğun olarak araştırılan bir konu olduğu ve özellikle kraniyofasiyal morfoloji ile masseter kas ilişkisini inceleyen çok sayıda çalışma vardır (Katsumata ve ark. 2004, Tircoveluri ve ark. 2013).

Kas kalınlığının, kas aktivitesi ile ilişkili olduğunu düşünen araştırmacılardan Bakke ve ark. yaptıkları çalışmada masseter kasının elektromiyografik aktivitesini ölçerek elde ettikleri bulguları kas kalınlığı ile karşılaştırmışlar ve elektromiyografik aktivitenin büyüklüğünün kas kalınlığı ile pozitif korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır (Bakke ve ark. 1989). Fakat çalışmamızda maksimum istemli diş sıkma durumlarında ölçülen elektromiyografik aktivite ile kas kalınlığı arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bunun sebebi de yine görüntüleme yöntemi olarak KIBT kullanılmasına bağlanabilir.

Becht ve ark. ile Van Spronsen ve ark. çalışmalarında sağ ve sol taraf masseter kasları arasında korelasyon bulunduğu belirtmişlerdir (Van Spronsen ve ark. 1991, Becht ve ark. 2014). Yapılan çalışmaların yöntemleri incelendiğinde birçok çalışmada iki taraf arasında korelasyon olduğu için çalışmalara tek taraf dahil edilmiştir. Raadsheer ve ark. çalışmalarında sol ve sağ masseter kaslarının kalınlığı

arasında önemli bir fark olduğunu bulmuşlar fakat farkın sebebini açıklayamamışlardır ve ultrasonografi tekniğinin sınırlamaları ile kısmen ilişkili olabileceğini ifade etmişlerdir (Raadsheer ve ark. 1999). Çalışmamızda etnik köken farklılığının sonuçları etkileyebileceği düşüncesi ile sağ ve sol olmak üzere her iki taraf da değerlendirildi ve sonuç olarak iki taraf arasında korelasyon bulundu.

Raadsheer ve ark., yaptıkları çalışmada sagittal sınıflamaya göre kas büyüklüğü ve kalınlığının kraniofasiyal morfolojiyle korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir (Raadsheer ve ark. 1994). Rani ve Ravi yaptıkları çalışmanın sonucuna göre farklı iskeletsel fasiyal morfolojiye sahip bireylerin masseter kas kalınlığını Sınıf II bireylerde Sınıf I olanlara göre daha büyük olduğunu bildirmişlerdir (Rani ve Ravi 2010). Becht ve ark., masseter boyutu ile sagittal yön grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını ifade etmişlerdir (Becht ve ark. 2014). Çalışmamızda sagittal yön gruplarına göre kas hacimleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Ng ve ark. yaptıkları çalışmada, masseter kasının hacmini $29,5 \text{ cm}^3$ olarak hesaplamışlardır (Ng ve ark. 2014). Benington ve ark., masseter kas hacmini $23.0 \pm 7.1 \text{ cm}^3$ olarak bulmuşlardır (Benington ve ark. 1999). Çalışmamızda ise masseter kas hacmi sırasıyla sınıf I 26.90 cm^3 , sınıf II 31.39 cm^3 ve sınıf III 29.29 cm^3 olarak bulundu. Bu bakımdan ölçüm sonuçları diğer çalışmalar ile tutarlıdır fakat sagittal yön grupları ile ilişkisini araştıran çalışmaya rastlanılmamıştır.

Biondi ve ark. yaptıkları çalışmada masseter kas hacmini sırasıyla hipodiverjan 27.30 cm^3 , normodiverjan 24.35 cm^3 , hiperdiverjan 22.95 cm^3 olarak bulmuşlardır (Biondi ve ark. 2016). Becht ve ark. ile Lin ve ark. yaptıkları çalışmalarda kraniofasiyal morfolojiye göre kas uzunluğunu değerlendirmişlerdir fakat bu çalışmalar önceki çalışmalar ile aynı doğrultuda kas uzunluğunu veya kalınlığını değerlendirir (Becht ve ark. 2014, Lin ve ark. 2017). Bizim çalışmamızda vertikal yön gruplarına göre kas hacmi değerlendirilerek aralarındaki ilişkinin anlamlı olduğu bulundu. Biondi ve ark.'nın çalışmasına benzer şekilde kas hacmi sırasıyla hipodiverjan 34.12 cm^3 , normodiverjan 27.81 cm^3 , hiperdiverjan 24.37 cm^3 olarak bulundu (Biondi ve ark. 2016). Ancak vertikal yön sınıflamasında gruplara

eşit dağıtılmaması nedeniyle daha doğru veriler elde edebilmek için denek sayısının artırılarak çalışmanın genişletilerek yapılması önerilir.

Literatürde kraniofasiyal gelişim için orta düzeyde çiğneme kas aktivitesinin uygun olduğu düşünülmüştür. Kuvvetli çiğneme kası olan bireylerin ise genellikle hipodiverjan yüz yapısına sahip olduğu ileri sürülmüştür. Ancak Odman ve ark. hipodiverjan yüz yapısına sahip her bireyin kuvvetli çiğneme kaslarına sahip olduğunu söylemenin mümkün olmadığını belirtilmişlerdir (Odman ve Kiliaridis 1996). Becht ve ark., yetişkinlerde masseterin ultrasonografi kalınlığı ile vertikal yön sınıflaması arasında anlamlı bir korelasyon bulmuşlardır; masseter kas büyüklüğünün hipodiverjan deneklerde hiperdiverjan deneklere göre daha büyük olduğunu bildirmişlerdir (Becht ve ark. 2014). Van Spronsen ve ark. çene kas hacimleri ile yüz yüksekliği, mandibular boyut, maksilla boyutu veya kafa tabanı açısı arasında anlamlı ilişki bulamamışlardır (Van Spronsen ve ark. 1992). Chan ve ark. ile Van Spronsen ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda masseter ve medial pterogoid kasının ortalama CSA'ları hipodiverjan ve normodiverjan gruplara göre hiperdiverjan bireylerde masseter ve medial pterygoid kasları normal deneklerden anlamlı olarak daha düşük olduğunu bulmuşlardır (Van Spronsen ve ark. 1991, Chan ve ark. 2008). Chan ve ark. çalışmasına göre sınıf III erişkinlerde daha küçük masseter CSA değeri bulmuşlardır (Chan ve ark. 2008).

Masseter boyut ölçümleri için BT, KIBT, manyetik rezonans (MR), USG, lateral sefalometrik film, diseksiyon gibi çeşitli teknikler kullanılmıştır (Newton ve ark. 1987, Raadsheer ve ark. 1994, Kasai ve ark. 1997, Katsumata ve ark. 2004). En yakın sonuç diseksiyon yönteminden elde edilse de görüntüleme yöntemlerinin invaziv olmaması, hastaya zarar vermemesi ve kolay uygulanabilmesi avantajları arasındadır (Newton ve ark. 1987, Becht ve ark. 2014).

Çalışmalar değerlendirildiğinde USG ile yapılmış çalışmalarda; prob lokalizasyonu, deriye uygulanan basınç ve masseter kası uzunluğu boyunca eşit dağılım göstermemesi gibi USG'nin oluşturduğu kısıtlılıklarla sadece kas kalınlığını ölçmüşlerdir (Rani ve Ravi 2010, Mangilli ve ark. 2012). Geleneksel sefalometrik değerlendirme ile yapılan çalışmalarda ise iskelet formu ve kas fonksiyonu

arasındaki etkileşimi anlamak açısından sınırlı miktarda bilgi sağlamıştır (Kumar ve ark. 2008).

Yakın zamanda BT çalışmaları 3-D tanıda popüler hale gelmiş ve masseter kas hacminin ayrıntılı değerlendirmesine olanak sağlamıştır. Bununla birlikte, yüksek radyasyon en büyük dezavantajıdır. KIBT görüntüsünün depolama şekli olan DICOM dosyasında elde edilen verilerle çalışma modelleri oluşturulabilir böylece baskı ihtiyacı ortadan kalkar. Günümüzün teknolojik gelişmeleri KIBT görüntülerinde yumuşak dokuların görüntülenmesine ve ölçümlerde kullanılmasına olanak sağlar (Januario ve ark. 2008, Fourie ve ark. 2010, Gupta ve Makhija 2016). Fourie ve ark., fasiyal yumuşak dokuları KIBT ile ölçümünü gerçekleştirdikleri çalışmaları sonucunda KIBT kullanımının bu ölçümler için güvenilir olduğunu belirtmişlerdir buna ek olarak KIBT ile yapılan yumuşak doku ölçümlerinde 0,3 mm'lik kesit kalınlığında daha hassas ölçümlerin kaydedildiğini bildirmişlerdir (Fourie ve ark. 2010). Januario ve ark., gingival doku ölçümlerini KIBT ile gerçekleştirmişler ve klinik olarak da test ettikleri çalışmaları sonucunda yumuşak doku ölçümünde KIBT kullanımının güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca KIBT yumuşak doku görüntülemesinde yetersiz olduğu için görüntüleri ekran çözünürlüğü yüksek olan medikal ekranlarda incelemişlerdir (Januario ve ark. 2008). Gupta ve ark. KIBT ile masseter kas hacmi ölçümleri yapmışlardır. Bu şekilde elde edilen verilerin; lateral sefalometrik, elektromiyografik veya ultrasonografik yöntemleri kullanan daha önceki çalışmalardan elde edilen verilerden daha üstün ve daha güvenilir olduğunu ifade etmişlerdir (Gupta ve Makhija 2016). Üç boyutlu görüntülemeler masseter kasının bağlantısının yönünü ve anatomisini değerlendirmek için gerekli bilgiyi sağlar. 3D KIBT, masseter kasını invaziv olmayan bir şekilde inceleme olanağı sağlar. Bizim çalışmamızda önceki çalışmaların önerileri doğrultusunda 0,3 mm kesit kalınlığında ve ekran çözünürlüğü yüksek bilgisayarlarda ölçümlerin gerçekleştirilmesine rağmen daha önceki çalışmalardan farklı sonuçlar elde edildi. KIBT'ın masseter kas hacmi ölçüm sonuçları diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında benzer olsa da kas hacmi ile ısırma kuvveti ve kas aktivitesi arasında korelasyon olmadığı için güvenilir değildir.

Literatürde 3D rekonstrüksiyon ile çeşitli çiğneme kaslarının morfolojisi ve hacim analizi rapor edilmiştir. Çağdaş 3D yazılım programları orijinal DICOM verileri kullanılarak yapıların 3D olarak spesifik özelliklerini görüntüler, manipüle etmeyi sağlar ve hacim ölçümüne imkan verir. Yüksek güvenilirliği sayesinde kemik ve yumuşak doku yapılarının 3D-BT görüntüleri ile analizlerin yapılabileceği kabul edilir. Üç boyutlu görüntülerin incelenmesinde birçok bilgisayar yazılımı kullanılır. Görüntüler üzerinde uzunluk, alan ve hacim ölçümleri yapılır. 3D-Doctor (Able Software Corp. Lexington, USA) programı birçok görüntü formatını destekleyen, görüntüler üzerinde segmentasyon ve hacim ölçümüne izin veren bir yazılımdır (Kamburoğlu, Kurşun et al. 2015). Çalışmamızda, yüzün her iki tarafındaki ilgili masseter kasının KIBT'dan elde edilen DICOM verileri ile 3-D Doctor yazılımı kullanılarak ölçülen her iki taraf masseter kas hacimleri arasında pozitif korelasyon bulundu. Daha önce yapılmış çalışmalarda da bizim çalışmamızla benzer sonuçlar bulunmuştur (Ng ve ark. 2009, Becht ve ark. 2014). Bizim sonuçlarımızdan ve 3-D Doctor ile yapılmış diğer ve benzer çalışmalardan çıkardığımız sonuca göre bu yazılım programı hacim ölçümünde güvenilirdir.

Van Vlijmen ve ark., konvansiyonel sefalometrik film ile KIBT'den elde edilen sefalometrik film üzerinde landmarklarla ölçüm yaparak karşılaştırmışlar ve sonuç olarak KIBT'dan elde edilen sefalometrik filmler ile konvansiyonel yöntemle elde edilen filmler arasında landmarklar arası ölçümlerde klinik açıdan anlamlı bir fark bulmamışlardır (Van Vlijmen ve ark. 2009). Moshiri ve ark., konvansiyonel sefalometrik görüntü ile KIBT verilerinden elde edilen sefalometrik görüntülerin güvenilirliğini karşılaştırmış ve KIBT'den elde edilen sefalometrik görüntülerin daha güvenilir olduğunu tespit etmişlerdir (Moshiri ve ark. 2007). KIBT verilerinden belirlenen kesitte görüntü elde etmeye ray sum tekniği denir (Farman ve Scarfe 2006, Moshiri ve ark. 2007). Lateral sefalometrik film tam kalınlıkta (130-150 mm) dikey MPR görüntülerden oluşturulabilir. Geleneksel sefalometrik filmlerin aksine, bu ray sum görüntüleri magnifikasyon ve distorsiyona uğramamıştır (Farman ve Scarfe 2006, Moshiri ve 2007).

Kraniofasiyal sistemde oluşan iskeletsel maloklüzyonların çevre dokular üzerindeki etkileri, fonksiyonel kapasitedeki değişiklikler, biyomekanik stres ve gerilimler zincirleme reaksiyon başlatır.

Sınırlı hasta popülasyonunda (60 hasta) yürütülen çalışmamızın bulguları ışığında özetle aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

1. İskeletsel sagittal yön sınıflamasına göre oluşturulan gruplar ile EMG dışında diğer ölçümlerde anlamlı ilişki olmaması maloklüzyon tanısında EMG dışında diğer yöntemlerin kullanılmasının uygun olmadığını göstermiştir.
2. Vertikal yön grupları ile kas hacmi ve ısırma kuvveti arasında anlamlı sonuç bulunması vertikal yön tespitinde kas hacmi ve ısırma kuvveti ölçümünün yardımcı tanı aracı olarak kullanılabilir olduğunu gösterir.
3. EMG ölçümleri ile ısırma kuvveti arasında korelasyon görülürken kas hacmi arasında görülmemesi, ısırma kuvvetinin kas aktivitesini belirlemede yardımcı bir tanı aracı olarak kullanılabileceğini, KIBT ile yapılan kas hacmi ölçümünün ise kas aktivitesini göstermediğini ortaya koymuştur.
4. KIBT görüntüleri ile masseter kas hacmi ölçüm sonuçları diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar bulunmuştur. Fakat çalışmada kullanılan diğer ölçüm sonuçları arasında korelasyon bulunmaması ölçümlerin güvenilir olmadığını gösterir. Bunun sebebi KIBT'nin yumuşak doku görüntülemesinde yetersiz olmasına bağlanabilir.
5. Kas hacmi ölçümleri için KIBT'nin güvenilirliğinde MRG ile karşılaştırılmalı çalışmalara ihtiyaç vardır.
6. EMG'ye ek olarak diğer yardımcı tanı yöntemleri ile kraniofasiyal yapıdaki büyüme ve gelişimi yönlendiren mekanizmaların ayrıntılı bir şekilde araştırılması; deformatelerin ortaya çıkış nedenlerinin tam olarak anlaşılmasını, deformatelerin oluşumunu önleyici ve koruyucu tedbirlerin alınmasını, gerekli tedavilerin planlanmasını ve yeni stratejilerin oluşturulabilmesini mümkün kılacaktır.

KAYNAKLAR

AHLBERG JP, KOVERO OA, HURMERINTA KA, ZEPA I, NISSINEN MJ, KÖNÖNEN MH (2003) Maximal bite force and its association with signs and symptoms of TMD, occlusion, and body mass index in a cohort of young adults, *CRANIO*, **21**, 248-252.

AHLGREN JG, INGERVALL BF, THILANDER BL (1973) Muscle activity in normal and postnormal occlusion, *American journal of orthodontics*, **64**, 445-456.

ANTONARAKIS GS, KILIARIDIS S (2015) Predictive value of masseter muscle thickness and bite force on Class II functional appliance treatment: a prospective controlled study, *European journal of orthodontics*, **37**, 570-577.

ARIMA T, TAKEUCHI T, HONDA K, TOMONAGA A, TANOSOTO T, OHATA N, SVENSSON P (2013) Effects of interocclusal distance on bite force and masseter EMG in healthy participants, *Journal of oral rehabilitation*, **40**, 900-908.

ARMIJO-OLIVO S, GADOTTI I, KORNERUP M, LAGRAVERE M, FLORES-MIR C (2007) Quality of reporting masticatory muscle electromyography in 2004: a systematic review, *Journal of oral rehabilitation*, **34**, 397-405.

BAKKE M (2006) Bite force and occlusion. *Seminars in orthodontics*, Elsevier.

BAKKE M, MICHLER L, HAN K, MÖLLER E (1989) Clinical significance of isometric bite force versus electrical activity in temporal and masseter muscles, *European Journal of Oral Sciences*, **97**, 539-551.

BAKKE M, TUXETV A, VILMANN P, JENSEN BR, VILMANN A, TOFT M (1992) Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors, *European Journal of Oral Sciences*, **100**, 164-171.

BATES J, STAFFORD G, HARRISON A (1975) Masticatory function—a review of the literature, *Journal of Oral Rehabilitation*, **2**, 281-301.

BECHT M P, MAH J, MARTIN C, RAZMUS T, GUNEL E, NGAN P (2014) Evaluation of masseter muscle morphology in different types of malocclusions using cone beam computed tomography, *International Orthodontics*, **12**, 32-48.

BENINGTON PC, GARDENER JE, HUNT NP (1999) Masseter muscle volume measured using ultrasonography and its relationship with facial morphology, *The European Journal of Orthodontics*, **21**, 659-670.

BIONDI K, LORUSSO P, FASTUCA R, MANGANO A, ZECCA P, BOSCO M, CAPRIOGLIO A, LEVRINI L (2016) Evaluation of masseter muscle in different vertical skeletal patterns in growing patients, *European Journal of Paediatric Dentistry*, **17**, 47-52.

- BRAUN S, BANTLEON HP, HNAT WP, FREUDENTHALER JW, MARCOTTE MR, JOHNSON BE (1995) A study of bite force, part 1: Relationship to various physical characteristics, *The Angle orthodontist*, **65**, 367-372.
- BRYANT P, GALE EN, RUGH J (1979) Oral motor behavior: impact on oral conditions and dental treatment: workshop proceedings, National Institutes of Health.
- BUXBAUM J, MYLINSKI N, PARENTE F (1996) Surface EMG reliability using spectral analysis, *Journal of oral rehabilitation*, **23**, 771-775.
- CASTROFLORIO T, BRACCO P, FARINA D (2008) Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles, *Journal of oral rehabilitation*, **35**, 638-645.
- CASTROFLORIO T, FARINA D, BOTTIN A, PIANCINO M, BRACCO P, MERLETTI R (2005) Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance, *Journal of Oral Rehabilitation*, **32**, 411-417.
- CELEBIC A, VALENTIC-PERUZOVIC M, ALAJBEG I, MEHULIC K, KNEZOVIC-ZLATARIC D (2008) Jaw elevator silent periods in complete denture wearers and dentate individuals, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **18**, 947-954.
- CHA BK, KIM CH, BAEK SH (2007) Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle, *The Angle orthodontist*, **77**, 463-470.
- CHAN HJ, WOODS M, STELLA D (2008) Mandibular muscle morphology in children with different vertical facial patterns: a 3-dimensional computed tomography study, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **133**, 11-10.
- CHIEN PC, PARKS ET, ERASO F, HARTSFIELD JK, ROBERTS WE, OFNER S (2009) Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography in vivo, *Dentomaxillofac Radiol*, **38**, 262-273.
- CHIRANI RA, JACQ JJ, MERIOT P, ROUX C (2004) Temporomandibular joint: a methodology of magnetic resonance imaging 3-D reconstruction, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **97**, 756-761.
- CHRISTENSEN L, KUNDINGER K (1991) Activity index and isometric contraction velocity of human jaw muscles, *Journal of oral rehabilitation*, **18**, 555-561.
- DAWSON G, SCOTT J (1949) The recording of nerve action potentials through skin in man, *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, **12**, 259-267.
- DAWSON P. E. (1989) Evaluation, diagnosis, and treatment of occlusal problems, Mosby Inc.
- DE VOS W, CASSELMAN J, SWENNEN G (2009) Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature, *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **38**, 609-625.
- DEMIR AU (1990) İnsan Anatomisi ve Fiziyojisi
- DUBNER R, SESSLE BJ, STOREY AT (1978) Peripheral components of motor control: The neural basis of oral and facial function, Springer, 211-245.

- ERTEKIN C (1977) Klinik elektromiyografi, İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası, 261-265.
- ESTRELA C, BUENO MR, LELES CR, AZEVEDO B, AZEVEDO JR (2008) Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis, *Journal of endodontics*, **34**, 273-279.
- FARELLA M, BAKKE M, MICHELOTTI A, RAPUANO A, MARTINA R (2003) Masseter thickness, endurance and exercise-induced pain in subjects with different vertical craniofacial morphology, *Eur J Oral Sci*, **111**, 183-188.
- FARINA D, CESCO C, MERLETTI R (2002) Influence of anatomical, physical, and detection-system parameters on surface EMG, *Biological cybernetics*, **86**, 445-456.
- FARMAN AG, SCARFE WC (2006) Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **130**, 257-265.
- FARMAN AG, SCARFE WC (2009) The basics of maxillofacial cone beam computed tomography, *Seminars in Orthodontics*, Elsevier.
- FERRARIO V, SFORZA C, SERRAO G, DELLAVIA C, TARTAGLIA G (2004) Single tooth bite forces in healthy young adults *Journal of oral rehabilitation*, **31**, 18-22.
- FINSTERER J, ERDORF M, MAMOLI B, FUGLSANG-FREDERIKSEN A (1998) Needle electromyography of bulbar muscles in patients with amyotrophic lateral sclerosis Evidence of subclinical involvement, *Neurology*, **51**, 1417-1422.
- FONTIJN-TEKAMPL E, SLAGTER A, VAN'T HOF M, GEERTMAN M, KALK W (1998) Bite forces with mandibular implant-retained overdentures, *Journal of dental research*, **77**, 1832-1839.
- FOURIE Z, DAMSTRA J, GERRITS PO, REN Y (2010) Accuracy and reliability of facial soft tissue depth measurements using cone beam computer tomography, *Forensic Science International*, **199**, 9-14.
- GARCIAMORALES P, BUSCHANG PH, THROCKMORTON GS, ENGLISH JD (2003) Maximum bite force, muscle efficiency and mechanical advantage in children with vertical growth patterns, *The European Journal of Orthodontics*, **25**, 265-272.
- GIONHAKU N, LOWE A (1989) Relationship between jaw muscle volume and craniofacial form, *Journal of Dental Research*, **68**, 805-809.
- GRABER TM (1963) The "three M's": Muscles, malformation, and malocclusion, *American Journal of Orthodontics*, **49**, 418-450.
- GUPTA M, MAKHIJA P (2016) Quantitative evaluation of masseter muscle volume in different growth patterns and its correlation with facial morphology: Cone beam computed tomography study, *Journal of Indian Orthodontic Society*, **50**, 106.
- HALL JE (2015) *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*, Elsevier Health Sciences.

- HANNAM A, WOOD W (1989) Relationships between the size and spatial morphology of human masseter and medial pterygoid muscles, the craniofacial skeleton, and jaw biomechanics, *American Journal of Physical Anthropology*, **80**, 429-445.
- HANSDOTTIR R, BAKKE M (2004) Joint tenderness, jaw opening, chewing velocity, and bite force in patients with temporomandibular joint pain and matched healthy control subjects, *Journal of orofacial pain*, **18**.
- HELKIMO E, CARLSSON GE, CARMELI Y (1975) Bite force in patients with functional disturbances of the masticatory system, *Journal of Oral Rehabilitation*, **2**, 397-406.
- IM YG, HAN SH, PARK JI, LIM HS, KIM BG, KIM JH (2017) Repeatability of measurements of surface electromyographic variables during maximum voluntary contraction of temporalis and masseter muscles in normal adults, *J Oral Sci*, **59**, 233-245.
- INGERVALL B, BITSANIS E (1987) A pilot study of the effect of masticatory muscle training on facial growth in long-face children, *The European Journal of Orthodontics*, **9**, 15-23.
- INGERVALL B, HELKIMO E (1978) Masticatory muscle force and facial morphology in man, *Archives of Oral Biology*, **23**, 203-206.
- INGERVALL B, MINDER C (1997) Correlation between maximum bite force and facial morphology in children, *The Angle orthodontist*, **67**, 415-424.
- JANKELSON B (1984) Three-dimensional orthodontic diagnosis and treatment. A neuromuscular approach, *Journal of clinical orthodontics: JCO*, **18**, 627-636.
- JANUARIO AL, BARRIVIERA M, DUARTE WR (2008) Soft Tissue Cone-Beam Computed Tomography: A Novel Method for the Measurement of Gingival Tissue and the Dimensions of the Dentogingival Unit, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **20**, 366-373.
- KAMBUROĞLU K, KURŞUN Ş, KILIÇ C, ÖZEN T (2015) Accuracy of virtual models in the assessment of maxillary defects, *Imaging science in dentistry*, **45**, 23-29.
- KASAI K, RICHARDS LC, KANAZAWA E, IWASAWA T (1997) Cephalometric analysis of masseter muscle and dentoskeletal morphology in dentate and edentulous humans, *The Journal of Nihon University School of Dentistry*, **39**, 78-85.
- KATSAROS SK, CHRISTOS (1998) The effects of myotonic dystrophy and Duchenne muscular dystrophy on the orofacial muscles and dentofacial morphology, *Acta Odontologica Scandinavica*, **56**, 369-374.
- KATSUMATA A, FUJISHITA M, ARIJI Y, ARIJI E, LANGLAIS RP (2004) 3D CT evaluation of masseter muscle morphology after setback osteotomy for mandibular prognathism *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **98**, 461-470.
- KILIARIDIS S (1995) Masticatory muscle influence on craniofacial growth, *Acta Odontologica Scandinavica*, **53**, 196-202.

- KITAI N, FUJII Y, MURAKAMI S, FURUKAWA S, KREIBORG S, TAKADA K (2002) Human masticatory muscle volume and zygomatico-mandibular form in adults with mandibular prognathism, *Journal of dental research*, **81**, 752-756.
- KLASSER GD, OKESON JP (2006) The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders, *The Journal of the American Dental Association*, **137**, 763-771.
- KOC D, DOGAN A, BEK B (2010) Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review, *European journal of dentistry*, **4**, 223.
- KOOLSTRA J, VAN EIJDEN T, WEIJS W (1989) An iterative procedure to estimate muscle lines of action in vivo, *Journal of biomechanics*, **22**, 911-920.
- KUMAR V, LUDLOW J, SOARES CEVIDANES LH, MOL A (2008) In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms, *Angle Orthod*, **78**, 873-879.
- LEUNG DK, HAGG U (2001) An electromyographic investigation of the first six months of progressive mandibular advancement of the Herbst appliance in adolescents, *The Angle orthodontist*, **71**, 177-184.
- LIN CS, WU CY, WU SY, CHUANG KH, LIN HH, CHENG DH, LO WL (2017) Age-and sex-related differences in masseter size and its role in oral functions, *The Journal of the American Dental Association*.
- LINDAUER S, GAY T, RENDELL J (1991) Electromyographic-force characteristics in the assessment of oral function, *Journal of dental research*, **70**, 1417-1421.
- LOWE AA, TAKADA K (1984) Associations between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children, *American journal of orthodontics*, **86**, 319-330.
- LUND H, GRÖNDAHL K, GRÖNDAHL HG (2010) Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment, *Angle Orthodontist*, 466-473.
- MANGILLI LD, SASSI FC, SERNIK RA, TANAKA C, ANDRADE CRFD (2012) Electromyographic and ultrasonographic characterization of masticatory function in individuals with normal occlusion, *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, **24**, 211-217.
- MANNS A, MIRALLES R, PALAZZI C (1979) EMG, bite force, and elongation of the masseter muscle under isometric voluntary contractions and variations of vertical dimension, *The Journal of prosthetic dentistry*, **42**, 674-682.
- MELO DGD, BIANCHINI EMG (2016) Relationship between electrical activity of the temporal and masseter muscles, bite force, and morphological facial index, *CoDAS SciELO Brasil*.
- MERLETTI R, DI TORINO P (1999) Standards for reporting EMG data, *J Electromyogr Kinesiol*, **9**, 3-4.

MOLLER E (1965) The chewing apparatus. An electromyographic study of the action of the muscles of mastication and its correlation to facial morphology, *Acta physiologica Scandinavica Supplementum*, **280**, 1-229.

MORENO I, SANCHEZ T, ARDIZONE I, ANEIROS F, CELEMIN A (2008) Electromyographic comparisons between clenching, swallowing and chewing in jaw muscles with varying occlusal parameters, *Medicina oral patologia oral y cirugia bucal*, **13**, 207.

MOSHIRI M, SCARFE WC, HILGERS ML, SCHEETZ JP, SILVEIRA AM, FARMAN AG (2007) Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **132**, 550-560.

NAIK GR, BAKER KG, NGUYEN HT (2015) Dependence independence measure for posterior and anterior EMG sensors used in simple and complex finger flexion movements: Evaluation using SDICA, *IEEE journal of biomedical and health informatics*, **19**, 1689-1696.

NEWTON J, ABEL E, ROBERTSON E, YEMM R (1987) Changes in human masseter and medial pterygoid muscles with age: a study by computed tomography, *Gerodontics*, **3**, 151-154.

NG H, FOONG K, ONG S, GOH P, HUANG S, LIU J, NOWINSKI W (2009) Quantitative analysis of human masticatory muscles using magnetic resonance imaging, *Dentomaxillofacial Radiology*, **38**, 224-230.

NG H, FOONG K, ONG S, GOH P, HUANG S, LIU J, NOWINSKI W (2014) Quantitative analysis of human masticatory muscles using magnetic resonance imaging, *Dentomaxillofacial Radiology*.

OH SJ (1988) *Electromyography: Neuromuscular transmission studies*, Williams and Wilkins.

OKESON JP (2014) *Management of temporomandibular disorders and occlusion*, Elsevier Health Sciences.

ODMAN C, KILIARIDIS S (1996), Masticatory muscle activity in myotonic dystrophy patients, *Journal of oral rehabilitation*, **23**, 5-10.

PANCHERZ H (1980) Activity of the temporal and masseter muscles in Class II, Division 1 malocclusions: an electromyographic investigation, *American journal of orthodontics*, **77**, 679-688.

PAUWELS R, BEINSBERGER J, COLLAERT B, THEODORAKOU C, ROGERS J, WALKER A, COCKMARTIN L, BOSMANS H, JACOBS R, BOGAERTS R (2012) Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners, *European journal of radiology*, **81**, 267-271.

PEPICELLI A, WOODS M, BRIGGS C (2005) The mandibular muscles and their importance in orthodontics: a contemporary review, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, **128**, 774-780.

- PIANCINO MG, ISOLA G, MERLO A, DALESSANDRI D, DEBERNARDI C, BRACCO P (2012) Chewing pattern and muscular activation in open bite patients, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **22**, 273-279.
- PIQUERO K, SAKURAI K (2000) A clinical diagnosis of diurnal (non-sleep) bruxism in denture wearers *Journal of oral rehabilitation*, **27**, 473-482.
- PROFFIT W, FIELDS HW (1983) Occlusal forces in normal-and long-face children, *Journal of Dental Research*, **62**, 571-574.
- PROFFIT WR, FIELDS HW, NIXON W (1983) Occlusal forces in normal-and long-face adults, *Journal of Dental Research*, **62**, 566-570.
- RAADSHEER M, VAN EIJDEN T, VAN GINKEL F, PRAHL-ANDERSEN B (1999) Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude, *Journal of dental research*, **78**, 31-42.
- RAADSHEER M, VAN EIJDEN T, VAN GINKEL F, PRAHL-ANDERSEN B (2004) Human jaw muscle strength and size in relation to limb muscle strength and size, *European journal of oral sciences*, **112**, 398-405.
- RAADSHEER M, VAN EIJDEN T, VAN SPRONSEN P, VAN GINKEL F, KILIARIDIS S, PRAHL-ANDERSEN B (1994) A comparison of human masseter muscle thickness measured by ultrasonography and magnetic resonance imaging, *Archives of oral biology*, **39**, 1079-1084.
- RANI S, RAVI M (2010) Masseter muscle thickness in different skeletal morphology: An ultrasonographic study.
- RINGQVIST M (1973) Isometric bite force and its relation to dimensions of the facial skeleton, *Acta odontologica scandinavica*, **31**, 35-42.
- ROLDAN SI, RESTREPO LG, ISAZA JF, VELEZ LG, BUSCHANG PH (2016) Are maximum bite forces of subjects 7 to 17 years of age related to malocclusion?, *Angle Orthod*, **86**, 456-461.
- SASAKI K, HANNAM A, WOOD W (1989) Relationships between the size, position, and angulation of human jaw muscles and unilateral first molar bite force, *Journal of Dental Research*, **68**, 499-503.
- SASSOUNI V (1969) A classification of skeletal facial types, *American journal of orthodontics*, **55**, 109-123.
- SATHYANARAYANA HP, PREMKUMAR S, MANJULA WS (2012) Assessment of maximum voluntary bite force in adults with normal occlusion and different types of malocclusions, *J Contemp Dent Pract*, **13**, 534-538.
- SCARFE WC, FARMAN AG, SUKOVIC P (2006) Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice, *Journal-Canadian Dental Association*, **72**, 75.
- SCHUDY FF (1964) Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment, *The Angle Orthodontist*, **34**, 75-93.

SHINOYAYA T, BAKKE M, THOMSEN C, VILMANN A, MATSUMOTO M (2000) Bite force and occlusal load in healthy young subjects--a methodological study, *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, **8**, 11-15.

STEINER CC (1953) Cephalometrics for you and me, *American Journal of Orthodontics*, **39**, 729-755.

SUVINEN TI, READE PC, KEMPPAINEN P, KÖNÖNEN M, DWORKIN SF (2005) Review of aetiological concepts of temporomandibular pain disorders: towards a biopsychosocial model for integration of physical disorder factors with psychological and psychosocial illness impact factors, *European journal of pain*, **9**, 613-613.

TAKAKI P, VIEIRA M, BOMMARITO S (2014) Maximum bite force analysis in different age groups, *International archives of otorhinolaryngology*, **18**, 272-276.

TARTAGLIA GM, DA SILVA MAMR, BOTTINI S, SFORZA C, FERRARIO VF (2008) Masticatory muscle activity during maximum voluntary clench in different research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD) groups, *Manual therapy*, **13**, 434-440.

TATE GS, THROCKMORTON GS, ELLIS E, SINN DP (1994) Masticatory performance, muscle activity, and occlusal force in preorthognathic surgery patients, *Journal of oral and maxillofacial surgery*, **52**, 476-481.

THROCKMORTON GS, ELLIS E, BUSCHANG PH (2000) Morphologic and biomechanical correlates with maximum bite forces in orthognathic surgery patients, *Journal of oral and maxillofacial surgery*, **58**, 515-524.

THROCKMORTON GS, FINN RA, BELL WH (1980) Biomechanics of differences in lower facial height, *American journal of orthodontics*, **77**, 410-420.

TIRCOVELURI S, SINGH JR, RAYAPUDI N, KARRA A, BEGUM M, CHALLA P (2013) Correlation of masseter muscle thickness and intermolar width-an ultrasonography study, *Journal of international oral health: JIOH*, **5**, 28-34.

TSAI C, YANG L, CHEN K, CHIU W (2010) The influence of masticatory hypofunction on developing rat craniofacial structure, *International journal of oral and maxillofacial surgery*, **39**, 593-598.

TURGUT H, HATIPOĞLU E, DOĞRUYOL Ş (1998) Hareket Sistemi Anatomisi, Nobel Tıp Kitabevi, **159**.

TÜMEN DS, ARSLAN SG (2007) Çiğneme kas aktivitesi ve ölçüm yöntemleri, *Dicle Tıp dergisi*, **34**, 316-322.

UEDA HM, MIYAMOTO K, SAIFUDDIN M, ISHIZUKA Y, TANNE K (2000) Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **118**, 63-68.

ÜLGEN M (2000) Ortodonti: anomaliler, sefalometri, etoloji, büyüme ve gelişim, tanı, Yeditepe Üniversitesi.

VALDES C, ASTABURUAGA F, FALACE D, RAMIREZ V, MANNS A (2014) Effect of tongue position on masseter and temporalis electromyographic activity during swallowing and maximal voluntary clenching: a cross-sectional study, *Journal of oral rehabilitation*, **41**, 881-889.

VAN SPRONSEN P, WEIJS W, VALK J, PRAHL-ANDERSEN B, VAN GINKEL F (1991) Relationships between jaw muscle cross-sections and craniofacial morphology in normal adults, studied with magnetic resonance imaging, *The European Journal of Orthodontics*, **13**, 351-361.

VAN SPRONSEN P, WEIJS W, VALK J, PRAHL-ANDERSEN B, VAN GINKEL F (1992) A comparison of jaw muscle cross-sections of long-face and normal adults, *Journal of Dental Research*, **71**, 1279-1285.

VAN VLIJMEN OJ, BERGE SJ, SWENNEN GR, BRONKHORST EM, KATSAROS C, A. KUIJPERS-JAGTMAN M (2009) Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs, *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **67**, 92-97.

WEIJS W, HILLEN B (1984) Relationship between the physiological cross-section of the human jaw muscles and their cross-sectional area in computer tomograms, *Cells Tissues Organs*, **118**, 129-138.

WEIJS WA, BRUGMAN P, GRIMBERGEN CA (1989) Jaw movements and muscle activity during mastication in growing rabbits, *The Anatomical Record*, **224**, 407-416.

WITKOWSKA A (2008) An outline of the history of electromyography. The significance of surface electromyography in neurophysiological diagnosis, *Nowiny Lekarskie*, **77**, 227-230.

YONEMITSU I, MURAMOTO T, SOMA K (2007) The influence of masseter activity on rat mandibular growth, *Archives of oral biology*, **52**, 487-493.

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, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **97**, 301-307.

EKLER

Ek 1 Etik kurul onay yazısı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	İskeletsel Maloklüzyonlarda 3-D Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanarak Maksimum Isırma Kuvveti ve Çiğneme Kasının Aktivitesinin Elektromiyografi İle Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

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 10/5733
	FAKS	0 318 224 07 86
	E-POSTA	ketik@kku.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Yrd. Doç. Dr. Melda MISIRLIOĞLU		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi		
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-		
	DESTEKLEYİCİ	-		
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-		
	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"/>		
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>		
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma	<input checked="" type="checkbox"/>			
DİĞER İSE BELİRTİNİZ				
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Mehmet Savaş EKİCİ
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	İskeletsel Maloklüzyonlarda 3-D Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanarak Maksimum Isırma Kuvveti ve Çiğneme Kasının Aktivitesinin Elektromiyografi İle Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Eylül 2015	02	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Eylül 2015	02	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU	Eylül 2015	02	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					
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>					
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	ILAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>					
KARAR BULGULARI	Karar No:23/21	Tarih: 29.11.2016					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplanıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.						

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BASKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr. Mehmet Savaş EKİCİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki			Katılım *	İmza
Prof.Dr. Mehmet Savaş EKİCİ	Göğüs Hastalıkları	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. Figen ÇOŞKUN	Acil Tıp	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. Hakan BOYUNAĞA	Tıbbi Biyokimya	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. Ebru 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 checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. M. Faik ÖZVEREN	Beyin ve Sinir Cerrahisi	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. Meral 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 checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Gülten KARACA	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	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 checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr. Aslı Fahriye CEYLAN IŞIK	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"/>	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Mehmet Savaş EKİCİ
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		İskeletsel Maloklüzyonlarda 3-D Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanarak Maksimum Isırma Kuvveti ve Çiğneme Kasının Aktivitesinin Elektromiyografi İle Değerlendirilmesi						
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU								
Doç. Dr. Gökçe ŞİMŞEK	KBB	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>
Yrd.Doç. Dr. Faruk Metin ÇOMU	Fizyoloji	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"/>
Yrd. Doç. Dr. Faruk PEHLIVANLI	Genel Cerrahi	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"/>
Uzm. Dr. Erdal ÜNLÜ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi	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"/>
Ecz. Burhan BİRİCİ	Serbest Eczacı	Kırıkkale- Merkez	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"/>
Av. Halil MUTLU	Hukuk	Kırıkkale-Merkez	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>
Yakup DOĞAN	Fakülte Sekreteri	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

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Mehmet Savaş EKİCİ
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sayın katılımcı bu çalışma bir araştırma niteliğindedir. Araştırmanın amacı; Konik ışınli bilgisayarlı tomografi kullanılarak software programı üzerinden ölçülen masseter kası hacmi, maksimum ısırma kuvveti ve mastikator kasın elektromyografik aktivitesini farklı iskeletsel malokluzyon gruplarına göre ilişkilerini değerlendirmektir ve yapılan klinik muayeneniz sonucunda uygunluk sağlamaktasınız. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılmayı kabul etmeniz halinde, EMG, ısırma kuvvet ölçüm cihazı ve KIBT incelemesi yapılacaktır. Yapılması planlanan bu çalışma, tedavilerinizin başlaması ve devam etmesi için herhangi bir engel teşkil etmemektedir. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırmaya, Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı ve Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuran ve Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi(KIBT) görüntülemesi endikasyonu koyulan hastalar dahil edilecektir. KIBT (i-CAT, Imaging Sciences International, Hatfield, Pa USA) görüntüsü çekilen hastalardan çalışmaya katılanlarda ısırma kuvvetinin ölçümü ve masseter kasının elektromiyografik (EMG) aktivitesine bakılacaktır. Araştırmada size yukarıda anlatılanlar haricinde herhangi bir uygulama yapılmayacak ve yapılacak uygulamalar (non-invazivdir) girişimsel değildir.

Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu (ICRP) tarafından müsaade edilebilir maksimum doz, bir insanda ömür boyunca hiçbir önemli vücut arazi ve bir genetik etki meydana getirmesi beklenmeyen iyonlaştırıcı radyasyon dozu olarak tarif edilir. ICRP'nin önerilerine göre halk için önerilen maksimum müsaade dozu ise yıllık 1000 μSv 'tır. Bu çalışma sonucu alınması beklenen yaklaşık doz ise 37 μSv olarak belirlenmiştir. Bu ise ICRP'nin önerilerine göre yıllık maksimum dozun sadece binde otuz yedisine tekabül etmektedir. Ayrıca daha önce birçok klinik çalışmada kullanılan bu radyolojik tetkiklerin klinik kullanımında hastalara dair herhangi bir zarar verici ve/veya lethal etkisi olduğu saptanmamıştır. Radyolojik

tetkikler sırasında görüntülere zarar verecek olan baş boyun kısmındaki metal eşyaların (gözlük, kolye, küpe, metal toka, takılıp çıkarılabilen metal destekli protez vb.) çıkarılması önemlidir. Hastalarda görüntüleme yapmadan önce son bir yıl içerisinde uygulanan radyolojik tetkik var mı diye her hastaya sorulacaktır. Bilgisayarlı tomografi, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, PET taraması vb. radyolojik tetkikler alacağınız yıllık dozu artırdığından bu çalışmaya katılmanız uygun değildir, hamilelik durumu veya hamilelik riski varsa lütfen belirtiniz; hamile hastalar kesinlikle çalışmaya katılmamalıdır, radyografiler çekilirken başınızı ayarlanan pozisyonda hareket ettirmeden sabit tutmanız önemlidir; radyografi çekimi sırasında hareket edilmesi sonucu film tekrarı yapılması alınacak radyasyon dozunu artıracaktır, hastalardan radyografi çekimi için bir ücret talep edilmemektedir şeklinde işlemlerden önce hastalar/gönüllüler mutlaka bilgilendirilecektir. Araştırmadan makul ölçüde beklenen yararlarla ilgili olarak gönüllü açısından hedeflenen herhangi bir klinik yarar olmadığı durumlarda hastaya konuyla ilgili bilgilendirme yapılacaktır.

EMG çiğneme kas aktivitesini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. EMG ölçümleri Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi bünyesinde bulunan Neuro-Emg-Micro (Rusya) marka EMG cihazı ile yapılacaktır ve hastaya ek maliyet getirmeyecektir. Yapacağımız ölçümler kolaydır, hasta için konforlu, ağrısız ve yan etkisi yoktur.

Medikal araştırmalar için özel üretilmiş olan ve yine Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi bünyesinde bulunan, hasta ağzına uyumlu Viste marka (Çin) Bite Force Sensor kuvvet ölçüm cihazı kullanılarak ısırma kuvveti ölçümü yapılacaktır. Bu aygıt dişler arasına yerleştirilip ısırılması suretiyle uygulanmaktadır.

Gönüllülerin sorumlulukları: Gönüllüler ısırma kaydı ve EMG ölçümü sırasında verilen talimatlara uymalıdır.

Bu formu imzalamış olsanız bile istemeniz halinde veya araştırmacının gerekli görmesi durumunda hiç bir mali ve hukuki yükümlülük olmadan çalışmadan ayrılabilirsiniz. Ayrılmanız halinde, tedavilerinizle ilgili hiçbir aksama veya değişiklik olmayacaktır. Bu çalışmada, sizin hiçbir hukuki ve mali sorumluluğunuz

bulunmayıp, tüm sorumluluk araştırıcıya aittir. Çalışma için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan ayrıca ücret alınmayacaktır. Çalışmada yer almanız için size herhangi bir ücret ödenmeyecektir.

Bu araştırmada gönüllü olarak yer almak isteğe bağlıdır. İstediuğiniz zaman herhangi bir ceza veya yaptırıma maruz kalmaksızın ve hiçbir hakkınızı kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedip araştırmadan ekilebilirsiniz. İzleyiciler, yoklama yapan kişiler, Etik Kurul, Bakanlık ve diğer ilgili sağlık otoritelerinin orijinal tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişimleri bulunabilecektir, ancak bu bilgiler gizli tutulacak, yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun imzalanmasıyla kendinizin veya yasal temsilcinizin söz konusu erişime izin vermiş olacaksınız. İlgili mevzuat gereğince kimliğinizi ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna aıklanamayacaktır; araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır. Araştırma konusuyla ilgili araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde siz veya yasal temsilciniz zamanında bilgilendirilecektir. Araştırma hakkında, kendi haklarınız hakkında veya araştırmayla ilgili aleyhinize gelişebilecek herhangi bir olay hakkında daha fazla bilgi temin edebilmeniz için temasa geçebileceğiniz kişi ve erişebileceğiniz telefon numaraları aşağıda belirtilmiştir:

Alime OKKESİM 0318 224 49 27-224 49 13

Araştırmaya katılımınızın sona erdirilmesini gerektirecek durumlar ve/veya nedenler şunlardır: santral sinir sistemine etkisi olan ilaç kullanıyor olması, hamilelik durumu bulunması, konjenital veya sonradan kazanılmış bir deformite veya herhangi bir kas hastalığı bulunması, herhangi bir ortodontik tedavi geçmişi olması, baş ve boyun kaslarında gözle görülür herhangi bir asimetri bulunması, baş ve boyun bölgesinde daha önce geirilmış herhangi bir travma veya cerrahi işlem olması, kas sistemini etkileyecek herhangi bir anomali veya bozukluk olması, 3 aydan daha az olacak şekilde dental tedavi yaptırmış olması, kalp rahatsızlığı bulunması ve kalp pili taşması, ilaç tedavisi görüyor olması.

Gönüllülerin araştırma için KIBT çekiminden sonra 60dk. ayrımalarının yeterli olacağı öngörülmektedir. Araştırmaya dahil edilecek gönüllü sayısı 60 kişidir. Gönüllülerden biyolojik materyal elde edilmeyecektir.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmeyeceksiniz ve size herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununuzun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence tarafınıza verilmiştir (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceksiniz).

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Araştırma Ekibinde Yer Alan ve Yetkin Bir Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekirse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekirse Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

ÖZGEÇMİŞ

Alime Okkesim 11.02.1990 Salihli’de doğdu. İlköğretim süreci sırasıyla Namık Kemal İlköğretim, Köseali Köyü Birleştirilmiş Sınıflar İlköğretim, Altınordu İlköğretim Okullarında tamamladı. Lise öğrenimini Sekine Evren Anadolu Lisesi’nde tamamlayarak 2008 yılında mezun oldu. Aynı sene girdiği Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılında DUS sınavı ile Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim dalını kazanarak Araştırma Görevlisi kadrosunda çalışmaya başladı. Halen aynı bölümde görevine devam etmektedir. 2016 yılından beri evlidir.