



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

**BİR ÜNİVERSİTE HASTANESİNİN KULAK
BURUN BOĞAZ POLİKLİNİĞİNE BAŞVURAN
HASTALARIN MUSCULUS MASSETER İLE OS
MANDİBULAE'LARININ ANTROPOMETRİK
ÖLÇÜMLERİNİN MR GÖRÜNTÜLERİ
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Büşra ŞAHİNOĞLU

UZMANLIK TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali Faruk ÖZYAŞAR

TRABZON-2024



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANATOMİ ANA BİLİM DALI

**BİR ÜNİVERSİTE HASTANESİNİN KULAK
BURUN BOĞAZ POLİKLİNİĞİNE BAŞVURAN
HASTALARIN MUSCULUS MASSETER İLE OS
MANDİBULAE'LARININ ANTROPOMETRİK
ÖLÇÜMLERİNİN MR GÖRÜNTÜLERİ
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Büşra ŞAHİNOĞLU
ORCID: 0000-0002-6066-1324

UZMANLIK TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali Faruk ÖZYAŞAR
ORCID: 0000-0002-5396-9486

TRABZON-2024



ONAY

Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı **Uzmanlık** öğrencisi Büşra Şahinoğlu'nun hazırladığı "Musculus Masseter ile Os Mandibulae'nın Antropometrik Ölçümlerinin MR Görüntüleri Kullanılarak Değerlendirilmesi" başlıklı çalışma Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

Dr. Öğr. Üyesi Ali Faruk ÖZYAŞAR
(Danışman)

Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne/...../20..... tarihinde teslim edilen bu tez Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../20..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Celal Kurtuluş BURUK
Enstitü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıpta Uzmanlık Tez Yazım Klavuzu standartlarına uygun olarak yapıldığını ve yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih
Büşra Şahinoğlu
(İmza)

İthaf

Bu uzmanlık tezimi canım anneme ve babama ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Öncelikle bana KTU Anatomi ABD çatısı altında her zaman bir aile gibi hissettiren, Yeri geldiğinde bir hoca yeri geldiğindeyse bir baba misyonuyla hiçbir konuda desteğini esirgemeyen, anatomiye sevmemde esas role sahip sevgili hocam Prof. Dr. M. Haluk Uluutku'ya

Ne zaman başımız sıkışsa bir hocadan önce bir ağabey olarak yardımımıza koşan, bizlere sevgi saygı ve motivasyon ortamında çalışma imkanı sağlayan, zorlu tez sürecimde gerek yönlendirmesiyle gerek yardımlarıyla bu tezin ortaya çıkmasını mümkün kılan Dr. Öğr. Üyesi A. Faruk Özyaşar'a, yardımlarını ve desteğini bizden esirgemeyen, sevgili hocamız Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz Üçüncü'ye

Tezimin oluşum ve veri toplama aşamasında bütün imkanlarını seferber eden minnettar olduğum hocam Dr. Bengü Çobanoğlu'na, bilgisiyle misyonuyla bize yol gösteren desteğini aldığımız sayın Prof.Dr. Polat Koşucu hocama

Çalışkanlığıyla ve bilgisiyle hep yanımda olan tez sürecimde ve öncesinde de birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili Dr. Ali Yavuz Uzun'a, Anatomi anabilim dalında göreve başlama sebebim geçmişimizin lise yıllarına dayandığı canım dostum Dr. Merve Celep'e, zekasına ve disiplinine hayran olduğum 4 yıldır dosttan öte kardeş olduğum Arş.Gör.Dr. Kübra Erten'e, her zaman birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum her konuda yardımını hiç çekinmeden istediğim sevgili Arş. Gör. Dr. Ilgaz Akın'a, çalışkanlığıyla ve yardımseverliğiyle her zaman desteğini gördüğüm iyi ki aramıza katılmış dediğim sevgili Hande Nur Özaküz'e

Tez sürecimde birçok konuda fikir danıştığım bana hep yardımcı olup yol gösteren sevgili Dr. Öğr. Üyesi Özgür Palancı'ya

Ve son olarak her işimize koşturan Anatomi anabilim Dalı'nın olmazsa olmazı Şükrü Birinci'ye

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım

Büşra ŞAHİNOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY	
BEYAN	
İthaf	
TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
RESİMLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Mandibula Anatomisi, Embriyolojisi ve Gelişimi	4
2.1.1. Mandibula Anatomisi	4
2.1.1. Mandibulanın Embriyolojisi	8
2.2. Çiğneme Kas Fonksiyonu ve Mandibula İlişkisi	10
2.3. Masseter Kas Anatomisi	12
2.3.1. Kemik Yeniden Şekillenmesinin Hücreleri	14
2.3.2. Osteoklastlar	14
2.3.3. Osteoblastlar	14
2.3.4. Osteositler	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	16
3.1 Örneklem Seçimi	16
3.1.1. Çalışmanın Dışlama Ölçütleri	16
3.2. Görüntülerin İşlenmesi	16
3.3. Veri İstatistiksel Analizi	17
4.BULGULAR	21
5. TARTIŞMA	27
6. KAYNAKLAR	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
EKLER	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1. Tanımlayıcı istatistik tablosu	21
Tablo 2. Pearson korelasyon tablosu	22
Tablo 3. Cinsiyete göre hastaların kondil alanı, kondiller arası mesafe, kondil açısı, intergonial mesafe masseter kalınlığı ve hacmi ölçümleri arasında bağımsız gruplar t testi tablosu	24
Tablo 4. Cinsiyete göre masseter kalınlığı ve hacmi sağ ve sol ölçümleri arasındaki fark miktarına ilişkin ölçümler arasında bağımsız gruplar t testi tablosu	25
Tablo 5. Cinsiyete göre kondiller arası mesafenin intergonial mesafeye olan oranına ilişkin ölçümler arasında bağımsız gruplar t testi tablosu	26
Tablo 6. Cinsiyete göre hastaların masseter kalınlığı ve hacmi fark ölçümleri arasında bağımlı gruplar t testi tablosu	26

RESİMLER DİZİNİ

Resim No	Sayfa
Resim 1. Mandibular kemiğin yandan görünümü (22)	6
Resim 2. Mandibular kemiğin üstten görünümü (22)	7
Resim 3. Mandibular kemiğin arkadan görünümü (22)	8
Resim 4. Masseter ve temporal kaslar (44)	13
Resim 5. ITK-SNAP programı ile 3 boyutlu masseter kası elde edilmesi	18
Resim 6. Masseter kas hacminin hesaplanması	18
Resim 7. Aksiyal Kesitte Kondil Açılarının Belirlenmesi	19
Resim 8. Coronal kesitte intergonial mesafe ölçümü	20
Resim 9. Aksiyal kesitte masseter kalınlığı ölçümü	20

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Masseter kalınlığı ile intergonial mesafe arasındaki ilişki grafiği	22
Şekil 2. Masseter hacmi ile intergonial mesafe arasındaki ilişki grafiği.....	23
Şekil 3. Masseter hacmi ile kondil alanı arasındaki ilişki grafiği	24



KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

ABD	Ana Bilim Dalı
Ark.	Arkadaşları
BOS	Beyin-Omurilik Sıvısı
cm	Santimetre
CN	Kranial Sinir
fMRG	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
FOV	Field of View
Gl.	Glandula
GM	Gri Cevher
KTÜ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
mm	Milimetre
MPRAGE	Magnetization-Prepared Rapid Acquisition with Gradient Echo
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
N.	Nervus
Nuc.	Nucleus
PACS	Picture Archiving and Communication System
PSS	Periferik Sinir Sistemi
T	Tesla
TE	Echo Time
TR	Repetition Time
Tr.	Tractus
vb.	Ve Benzeri
VBM	Voksel Bazlı Morfometri
WM	Beyaz Cevher

Simgeler

%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür

ÖZET

Musculus Masseter ile Os Mandibulae'nın Antropometrik Ölçümlerinin MR Görüntüleri Kullanılarak Değerlendirilmesi

AMAÇ: Kemikler insan vücudundaki hareketsiz yapılar değildir; bir yaşam süresi boyunca değişmeye devam ederler. Alman anatomist ve cerrah Julius Wolff, strese bağlı olarak kemiğin yeniden şekillenmesinin doğasını açıklayan bir yasa geliştirdi. Wolff Yasası, kemiklerin mekanik yüklemeye derecesine uyum sağlayacağını, böylece yüklemeye artışı için süngerimsi kemiğin mimarisinin güçlenmesine ve ardından kortikal tabakanın güçlenmesine neden olacağını belirtir Kas kalınlığının kemik morfolojisi üzerindeki etkisi, bu bağlamda Wolff yasası ile açıklanabilir. Bu yasa, kemiğin iç yapısı ve şeklinin fonksiyonla yakından ilişkili olduğuna işaret etmekte ve kemik şekli ile kas fonksiyonu arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Çiğneme kası fonksiyonunun kraniofasiyal büyümenin temel mekanizmaları üzerindeki önemi, çeşitli hayvan ve insan deney çalışmalarında gösterilmiştir. Klinik çalışmalar çoğunlukla kuvvetle, bu kasların elektromiyografik (EMG) aktivitesinin ya da bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve ultrasonografi aracılığıyla kesit kalınlığının ölçülmesi yoluyla yapılmaktadır. Masseter kas kalınlığı sagittal büyümeyi artırırken çenelerin vertikal büyümesini sınırlamaktadır. Yüzü daha yatay bir düzende büyütme eğilimindedir Aynı zamanda yaş, cinsiyet ve etnik köken de mandibular yapıda farklılıklar ortaya koymaktadır. Bu tez çalışması, masseter kasının kalınlığı ve hacmi ile mandibular kemik arasındaki ilişkiyi ve mandibulanın morfolojik özelliklerini detaylı bir şekilde inceleyerek, bu anatomik yapıların fonksiyonel önemini anlamayı amaçlamaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Bu sebeple KTU Radyoloji ABD'nden 18-65 yaş arası 46 yetişkinin (23 Kadın 23 Erkek) baş boyun MR görüntüleri alınarak retrospektif olarak incelendi. Görüntüler PACS sisteminden DICOM formatında alınarak ölçüm yapmak amaçlı ITK-SNAP programına aktarıldı. Burada hem masseter kalınlığı ve hacmi ayrı ayrı hesaplandı hem de mandibular kemiğe ait "kondil açısı" "kondil alanı" "intergonial mesafe" "kondiller arası uzaklık" gibi parametreler ölçüldü.

BULGULAR: İstatistiksel analizlerle hastaların masseter kalınlığı ölçümleri ile intergonial mesafe ölçümleri arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı ilişki elde edildi ($p < .05$). Hastaların masseter hacmi ölçümleri ile intergonial mesafe ölçümleri

arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı ilişki elde edildi ($p<.05$). Ayrıca hastaların masseter hacmi ölçümleri ile kondil alanı ölçümleri arasında pozitif yönde, düşük düzeyde ve anlamlı ilişki elde edildi ($p<.05$). Cinsiyete göre hastaların kondil alanı, intergonial mesafe masseter kalınlığı ve hacmi ölçümleri arasında anlamlı farklılık elde edildi ($p<.05$).

SONUÇ: Bulduğumuz sonuçlar üzerinden masseter kas kalınlığının ve hacminin mandibular gelişim parametrelerinden intergonial mesafe ile ilişkili olduğunu gözlemledik. Aynı zamanda masseter kas hacmi ile kondil alanı ölçümleri arasında da pozitif korelasyon mevcuttur. Ayrıca erkeklerde bütün parametre ortalama değerleri kadınlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmamızın hem mandibular kemik gelişimi üzerine etkili faktörlere ışık tutması hem de masseter kas kalınlığı haricinde masseter kas hacmini de değerlendirmesiyle literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Masseter kalınlığı, Masseter hacmi, İntergonial mesafe, Kondil açısı, ITK-SNAP, Wolff Yasası

ABSTRACT

Evaluation of Anthropometric Measurements of Musculus Masseter and Os Mandibulae Using MR Images

Objective: Bones are not static structures in the human body; they continue to change throughout a lifetime. The German anatomist and surgeon Julius Wolff developed a law that explains the nature of bone remodeling due to stress. Wolff's law states that bones will adapt to the degree of mechanical loading, so that an increase in loading will result in strengthening of the architecture of the internal cancellous bone and subsequent strengthening of the cortical layer. This law indicates that the internal structure and shape of bone is closely related to function and describes the relationship between bone shape and muscle function. The importance of masticatory muscle function on the basic mechanisms of craniofacial growth has been demonstrated in a variety of animal and human experimental studies. Clinical studies are mostly done by force, by measuring the electromyographic (EMG) activity of these muscles or by measuring their cross-sectional thickness by computed tomography, magnetic resonance imaging (MRI) and ultrasonography. Masseter muscle thickness enhances sagittal growth and limits vertical growth of the jaws. It tends to enlarge the face in a more horizontal arrangement. Age, gender and ethnicity also produce differences in mandibular structure. This thesis aims to understand the functional importance of these anatomical structures by examining the relationship between the thickness and volume of the masseter muscle and the mandibular bone and the morphological features of the mandible in detail.

Material and Methods: For this reason, head and neck MR images of 46 adults (23 females and 23 males) aged 18-65 years were obtained from KTU Radiology Department and examined retrospectively. The images were taken from the PACS system in DICOM format and transferred to the ITK-SNAP program for measurement. Here, both masseter thickness and volume were calculated separately and parameters such as "condyle angle", "condyle area", "condyle area", "intergonial distance", "distance between condyles" of the mandibular bone were measured.

Results: Statistical analyses revealed a positive, moderate and significant correlation between masseter thickness measurements and intergonial distance measurements ($p < .05$). A positive, moderate and significant relationship was obtained between masseter volume

measurements and intergonial distance measurements ($p < .05$). In addition, a positive, low and significant relationship was obtained between the masseter volume measurements and condyle area measurements of the patients ($p < .05$). A significant difference was obtained between the condyle area, intergonial distance masseter thickness and volume measurements of the patients according to gender ($p < .05$).

Conclusion: Based on our results, we observed that masseter muscle thickness and volume are correlated with intergonial distance, one of the mandibular development parameters. There is also a positive correlation between masseter muscle volume and condyle area measurements. In addition, the mean values of all parameters were higher in males than females. We think that this study will contribute to the literature by shedding light on the factors affecting mandibular bone development and by evaluating masseter muscle volume in addition to masseter muscle thickness.

Key Words: Eye Dominance, Grey Matter, Handedness, Magnetic Resonance, Serebral Dominance, White Matter

1. GİRİŞ

Kemikler insan vücudundaki hareketsiz yapılar değildir; bir yaşam süresi boyunca değişmeye devam ederler. Alman anatomist ve cerrah Julius Wolff, strese bağlı olarak kemiğin yeniden şekillenmesinin doğasını açıklayan bir yasa geliştirdi. Wolff Yasası, kemiklerin mekanik yüklemeye derecesine uyum sağlayacağını, böylece yüklemeye artışı iç süngerimsi kemiğin mimarisinin güçlenmesine ve ardından kortikal tabakanın güçlenmesine neden olacağını belirtir (1).

Kas kalınlığının kemik morfolojisi üzerindeki etkisi, bu bağlamda Wolff yasası ile açıklanabilir. Bu yasa, kemiğin iç yapısı ve şeklinin fonksiyonla yakından ilişkili olduğuna işaret etmekte ve kemik şekli ile kas fonksiyonu arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Yüz morfolojisini tanımlayabilmek için, yüz kaslarının yapısı iyice araştırılarak iskelet ve kasların etkileşim modeli belirlenmelidir (2).

Çiğneme kası fonksiyonunun kraniyofasiyal büyümenin temel mekanizmaları üzerindeki önemi, çeşitli hayvan ve insan deneyi çalışmalarında gösterilmiştir. Klinik çalışmalar çoğunlukla kuvvetle, bu kasların elektromiyografik (EMG) aktivitesinin ya da bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve ultrasonografi aracılığıyla kesit kalınlığının ölçülmesi yoluyla yapılmaktadır. Bir kasın maximum kesit alanı ölçümleri; PCSA (physolojik cross sectional area) ve kas kütlesiyle yakından ilişkilidir (3) Bu kasların fonksiyonel özelliklerini ölçen farklı tekniklere rağmen, yukarıda bahsedilen çalışmalar çiğneme kasları ile dikey ve enine kraniyofasiyal boyutlar arasında anlamlı bir ilişki olduğunu açıkça göstermiştir (4).

Mandibula şekillenmesinde kas gücünü ortaya koymak için Hylander tarafından mekanik modeller oluşturulmuştur. Mandibulanın kas gücünü ısırma kuvvetine çeviren bir kaldıraç gibi işlev gördüğü, çiğneme işlemi yapan tarafta kuvvet sadece ısırma gerçekleştiren bölgeyi yani korpus ve ramus arasını etkilerken diğer tarafta denge oluşturmak adına tüm corpusa yayıldığı gösterilmiştir. Hylander bu çalışmalarla mandibula korpusunun vertikal ve transvers ölçüm oranlarının çiğneme kasları tarafından oluşturulan bükülme ve torsiyon kuvvetleri ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (5, 6).

Literatürde masseter kasının yüz kemiklerinin gelişimiyle ilişkisi ilk kez Horowitz ve Saphiro tarafından ratlarda yapılan çalışmada incelenmiştir. Daha sonra da biyomekanik gücü yüksek bir kas olmasından dolayı masseter ile fasiyal kemik gelişimini konu alan birçok çalışma olmuştur. Genelde kas rezeksiyonu yapıp yüz kemikleri gelişimi takip

edilmiştir. Maxillada ve özellikle de mandibulada ciddi gelişme gerilikleri saptanmıştır. Çalışmalar süregelmis ve çigneme kas kuvvetinin en çok kasla direkt bağlantısı olan yapılar olan zigomatik ark ve mandibula ile etkileşimde olduğu görülmüştür. Yapılan osteometrik sonuçlar değerlendirildiğinde mandibula uzunluğu ve yüksekliğinde azalma saptanmıştır (7, 8).

Wejis tarafından kişilerin BT görüntülemeleri kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmış, temporal ve masseter kas kalınlıklarıyla yüz genişliği arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (9–11) Yine çeşitli çalışmalarda masseter kalınlığı bu sefer pratik ve güvenilir bir yöntem olan USG ile ölçülmüş ve yüz morfometrisi ile karşılaştırılmış. Kas kalınlığının anterior yüz ve mandibula yüksekliğiyle negatif, intergonal genişlik ve bizigomatik yüz genişliğiyle pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur (12, 13).

Elde edilen bu bulguların genetik faktörlere mi yoksa gerçekten kas kalınlığına mı bağlı olup olmadığını araştırmak için çocuk ve yetişkinlerde çigneme kaslarının EMG aktiviteleri ve fasial morfoloji karşılaştırılmıştır. Kas fonksiyonunda artışla rektangüler yüz (alın, zigoma ve çenenin aynı genişlikte olması) oluşumunda artış tespit edilmiştir (14, 15).

Deneysel ve klinik kanıtlar, kas gücünün yüz kemiklerinin gelişimini desteklediğini aktif büyüme döneminde araştırdıkları için doğum öncesi dönemi incelemek üzere ayrıca çalışmalar yapılmıştır. Masseter kas ve mandibula boyutları arasındaki ilişkiyi incelemek adına 16 ile 36 haftalık 19 insan fetüsü seçilmiştir. Kas ve mandibula boyutundaki artışların artan yaşla doğrusal olarak ilişkili olmasına rağmen, mandibulanın ramus kısmının, masseter kasındaki değişikliklerle mandibula gövdesindeki değişikliklerden daha yakından ilişkili olduğunu gösterilmiştir. Dahası, kasın öne ve aşağı doğru yeniden yönlenmesinin ramusun benzer bir yeniden yönlenmesinden önce geldiği ve her iki fetal olayın kombinasyonunun iki yapının doğumdan sonra beklenen tipik ilişkilerine yol açtığı görülmüştür. Her ne kadar bu çalışma neden-sonuç ilişkilerine ulaşamasa ve fetal örnekler zaman içinde uzunlamasına izlenemese de, doğum öncesi bulgularımız ile doğum sonrası dönemler için bildirilenler arasındaki paralellikler, morfogenez ve büyümenin birçok yönünün doğumun her iki tarafındaki dönemleri kapsayan sürekli süreçler olduğu gözlemine kesinlikle daha fazla destek sağlamıştır (16).

Biz de çalışmamızda şimdiye kadar yapılmış çalışmalar ve elde edilmiş bilgiler ışığında masseter kas fonksiyonu ile mandibular kemik gelişimi arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktayız. Çalışmamız hem mandibular kemiğin gelişimini birçok

parametreyle değerlendirecek olmasıyla hem de masseter kas kalınlığının yanısıra daha önce çalışmalara dahil edilmemiş masseter kas hacmini de hesaba katmasıyla literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır .Bu amaç doğrultusunda, aşağıdaki hedeflere odaklanılacaktır:

1. Masseter Kas Kalınlığının ve hacinin Belirlenmesi: İlk olarak, masseter kasının kalınlığını ölçmek için uygun teknikler kullanılacaktır. Bu, masseter kasının boyutunun kesin bir şekilde belirlenmesini ve incelenmesini sağlayacaktır.

2. Mandibular Kemiğin Gelişiminin Değerlendirilmesi: Mandibular kemiğin gelişimini değerlendirmek için radyolojik görüntüleme teknikleri kullanılacaktır. Bu kapsamda, mandibular kemiğin kondil alanı, kondil açısı, intergonial mesafesi gibi morfolojik özellikleri dikkate alınarak kapsamlı bir analiz yapılacaktır.

3. Masseter Kası Kalınlığı ile Mandibular Kemiğin Morfolojik zellikleri Arasındaki Korelasyonun Belirlenmesi: Elde edilen veriler, masseter kası kalınlığı ve hacmi ile mandibular kemiğin morfolojik özellikleri arasındaki olası ilişkiyi değerlendirmek için istatistiksel analizler ile incelenecektir. Bu analizler, her iki değişken arasındaki muhtemel ilişkiyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

4. Klinik nemi ve Uygulama Potansiyeli: Son olarak, masseter kası kalınlığı ile mandibular kemiğin gelişimi arasındaki korelasyonun klinik önemi ve potansiyel uygulamaları üzerine odaklanılacaktır. Bu, ortodonti, cerrahi ve rehabilitasyon gibi alanlarda tedavi ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek bilgilerin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mandibula Anatomisi, Embriyolojisi ve Gelişimi

2.1.1. Mandibula Anatomisi

Mandibula kafa bütünündeki en güçlü en büyük ve tek hareketli kemiktir. Embriyolojik dönemde ortada simfizis bölgesinde birleşen iki kemik tarafından oluşmuştur ve U şeklindedir. Üzerinde dişlerin de yer aldığı korpus ve arkada ramus bölümlerinden oluşur. Korpus ve ramus mandibula arasındaki açıya angulus mandibula (gonial açı) denir.

Korpus mandibula, basis mandibula ve pars alveolaris olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Alt yarıya basis mandibula, dişleri içeren üst yarıya ise pars alveolaris denir. Basis mandibula sağlamdır ve geniş bir kavisli yapıya sahiptir. Pars alveolaris, basis mandibulaya göre daha az kavislidir. Korpus'un ortası spongiöz bir kemik yapısındayken, iç ve dış yüzeyleri ince bir kompakt kemik yapısındadır. Pars alveolaris kısmı yaşlanma sürecinde dişlerin kaybıyla birlikte atrofiye uğramaktadır.

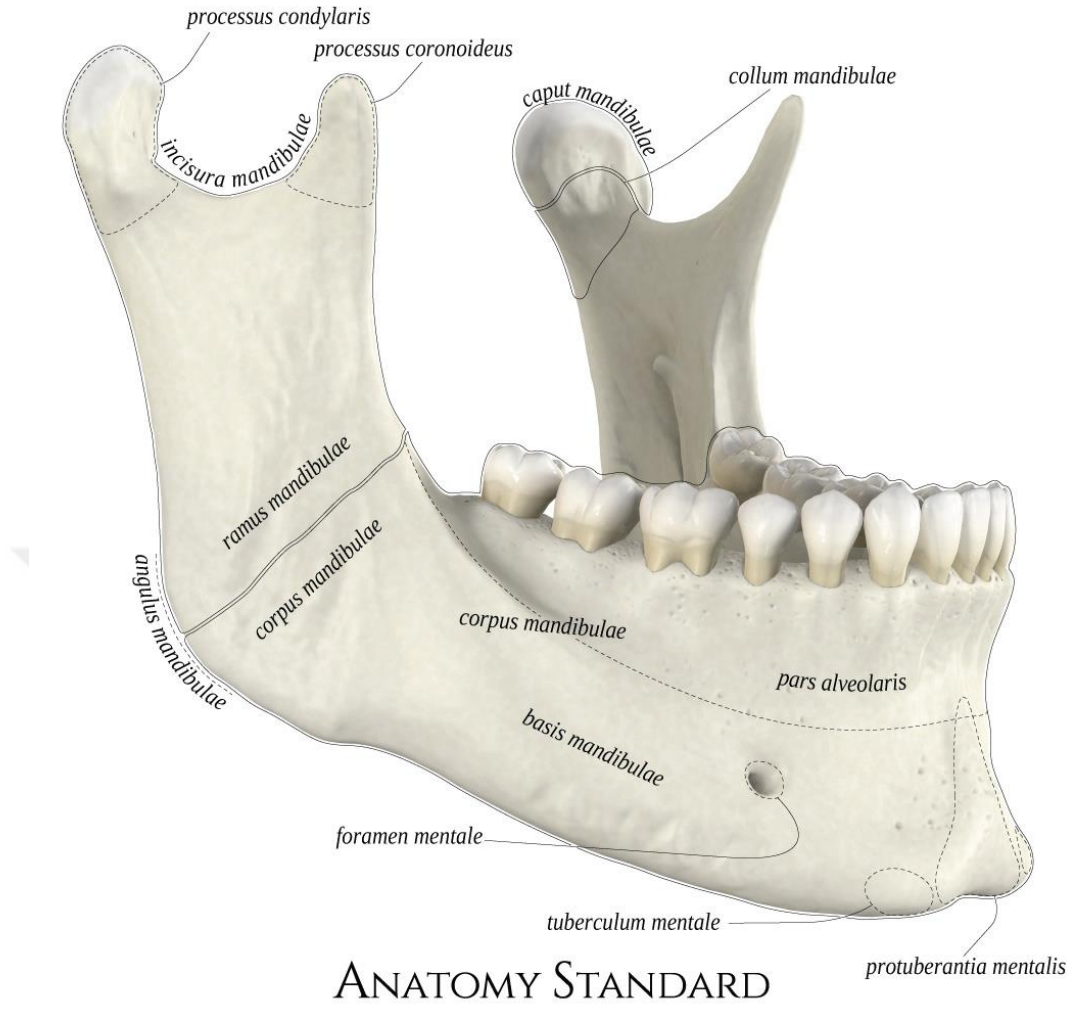
Mandibulanın korpusu ramustan daha kalın olup, maksimum kemik kalınlığına ulaşan yerler mandibu- la-hiyoid çizgi seviyesindedir ve bunlar maksimum stres alanlarıdır. Mandibulanın ramusu, dörtgen bir kemik laminası şeklindedir. İki yüzeyi ve iki kondili vardır. Yan yüzeylerin alt kısımları pürüzlüdür. Angulus mandibula'nın yakınında, masseter kasının bağlandığı tuberositas masseterika bulunur (17).

Mandibular foramen, mandibular lingula adı verilen bir kemik yapı ile ön taraftan sınırlıdır. Lingula, ağız boşluğu mukozasından palpe edilebilir ve mandibular anestezi uygulanırken iğnenin nereye yönlendirileceğini gösterir. Bu yüzden maksillofasiyal cerrahide etkili ve doğru bir mandibular anestezi uygulaması için, mandibular foramen ve lingulanın anatomik lokalizasyonları ve bunların olası varyasyonları hakkında bilgi sahibi olunması oldukça önem taşımaktadır (18).

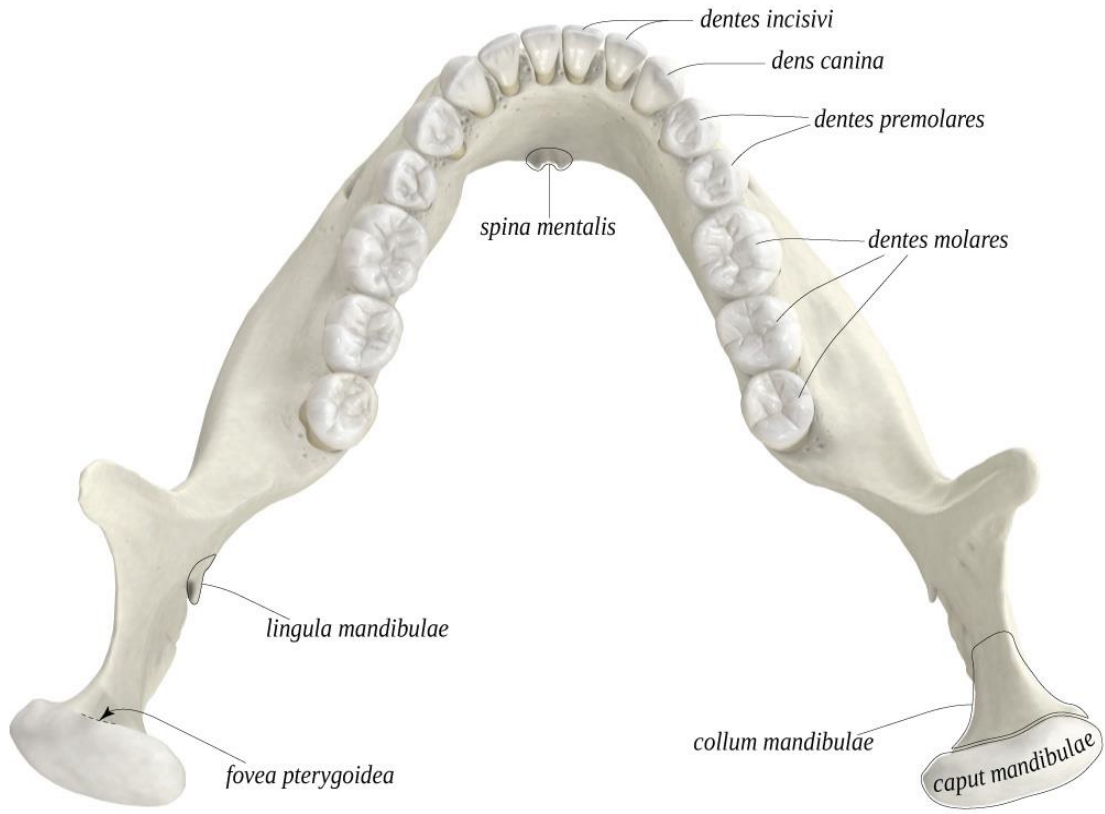
Ramus mandibula'nın internal yüzünde mandibular kanal mandibular foramen ile başlar. Bu kanal, trabeküler kemik boyunca, santral kesici dişin alveol seviyesine kadar öne doğru yay şeklinde ilerler. Her iki tarafta premolar dişler bölgesinde mental foramenler yer alır. Mental sinir, arter ve ven, mandibular kanaldan bu foramenler aracılığıyla ayrılır. Mental foramenin anatomik lokalizasyonunun doğru belirlenmesi ilgili bölgedeki dişlerin çekimi, kist ve tümör operasyonları açısından oldukça önemlidir (19).

Mandibular foramenden itibaren milohiyoid sulkus başlar. Bu sulkustan posteriorunda mandibular ramusun medial yüzeyi düzensizdir ve medial pterygoid kasını yapıştığı tuberositas pterygoideus da buradadır. Kas medial kısmından interpterigoid fasya ile sarılıdır (20).

Ramus mandibula üst bölümünde koronoid ve kondiloid proses adı verilen çıkıntılar mevcuttur. Bu çıkıntılar arasındaki alan incisura mandibula olarak isimlendirilir. Koronoid çıkıntı daha önde konumlanmakta ve temporal kas ile bağlantısı bulunmaktadır. Kondiloid çıkıntı ise, kaput ve kollum mandibula'dan oluşur. Kaput mandibula, fossa mandibularise yerleşir ve artikulatio-temporo-mandibularise oluşturur (21). Yale ve ark. (21) yaptıkları çalışmalarında, kondiloid çıkıntının oval, düz, anguler ve dışbükey şeklinde farklı anatomik formlara sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

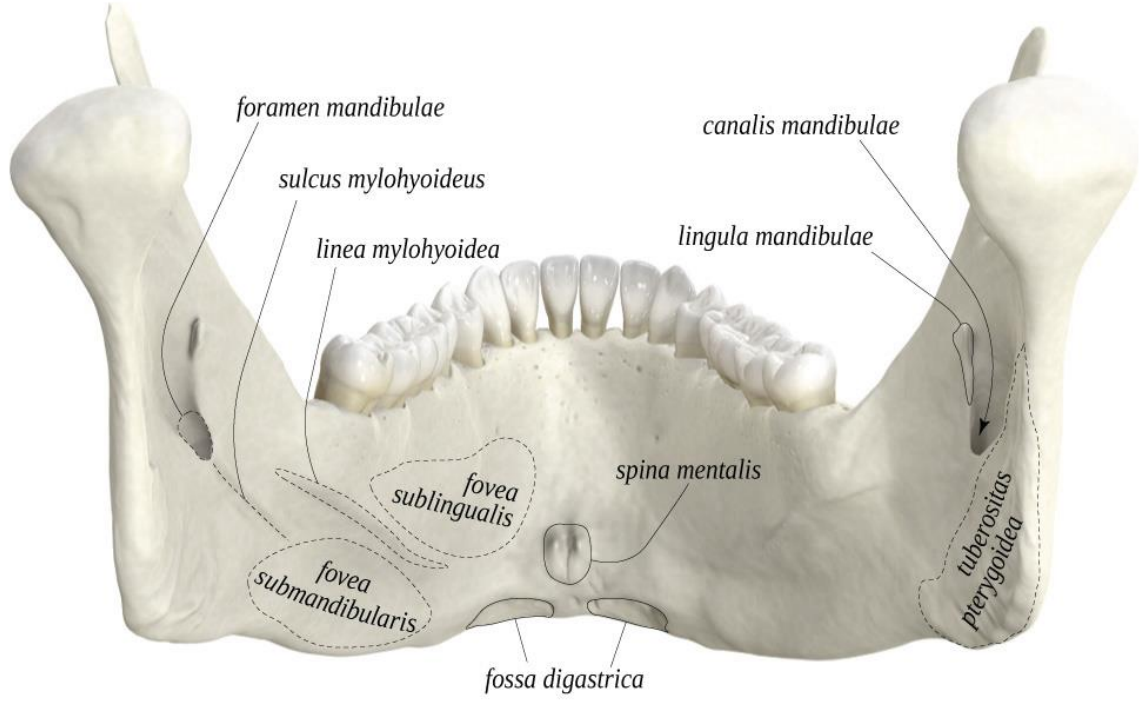


Resim 1. Mandibular kemiğin yandan görünümü (22)



ANATOMY STANDARD

Resim 2. Mandibular kemiğin üstten görünümü (22)



ANATOMY STANDARD

Resim 3. Mandibular kemiğin arkadan görünümü (22)

2.1.1. Mandibulanın Embriyolojisi

2.1.1.1. Prenatal Gelişim

Mandibula vücutta klavikula'dan sonra ikinci olarak kemikleşmeye başlar. Büyük bir bölümü Meckel kıkırdağının lateral kısımlarında konumlanan kemikleşen iki ayrı bağ dokusu şeklindedir. Bu merkezler prenatal gelişimin 6-7. haftalarında ortaya çıkar ve korpus ve ramus bölümlerinin gelişimlerinin temelini oluşturur. Daha sonra Meckel kıkırdağından bağımsız olarak kıkırdak kümeleri oluşmaya başlar. Bu kümeler kondiloid ve koronoid çıkıntıların tepesinde, mandibulayı oluşturacak olan her iki yarının anteriorunda ve dental arkta oluşur. Daha sonra da hepsi birleşerek tek bir kemiği oluşturur. Doğumdan hemen önceki süreçte mandibular yarılarının arasındaki bağ dokusunda ossicula mentalia adı verilen küçük kemik yapı oluşur. Bu kemik yapı doğumdan hemen sonra mandibulanın her iki yarısıyla birleşerek mental protuberance'ı oluşturur. Yani doğumdan önce iki ayrı yapı halinde bulunan mandibula doğumdan sonra tek bir kemik halini alır. Meckel kıkırdağının posterior ucu kulağa yakın bir bölgeye bağlanır, daha sonra kemikleşir ve malleus ve inkusu

oluşturur.Meckel kıkırdağının anterior ucu ise mandibula ile kaynaşır ve bu kaynaşmanın kalıntısı Mylohyoid sulkusu oluşturur.Ligamentum sphenomandibulare de yine Meckel kıkırdağı kalıntısının fibroz kılıfından gelişir (17, 23).

2.1.1.2. Postnatal Gelişim

Diğer yüz kemiklerine kıyasla mandibula, en çok büyüme ve gelişimi gösteren kemiktir. Meydana gelen büyüme ve gelişim; aksiyal vertikal ve sagittal düzlemde üç boyutludur. Kondil bölgesinde kemikleşme enkonral şekilde olurken diğer bölgelerde membranöz kemikleşme mevcuttur.Mandibulanın büyüme merkezleri alveolar bölge,Ramusun posterior kısımları ve kondiler bölgedir.Kondiler bölgede enkonral kemikleşme ile kondil başı arkaya ve yukarı yönde büyüme gösterir. Kondil boynu da bu şekilde oluşur.Yine bu büyüme patterni sayesinde alt çene aşağı ve ileriye doğru büyüme gerçekleştirir (24).

Korpus bölgesinde kemiğin eksternal yüzeyindeki apozisyonel faaliyetler sonucunda mandibulada hem genişlik hem uzunluk artışı olmaktadır. Yine postnatal dönemde düz olan çene ucu zamanla kavisli bir hal alır.Yenidoğanlarda mandibuladaki bu hızlı büyüme ve gelişme yüzün vertikal gelişimi sağlamaktadır (25). Doğumdan sonraki ilk 1 yılda mandibulanın iki yarısı ortada simfizis hattında kaynaşmaya başlar.Aynı zamanda kemik remodellingiyle kavisli halini alır ve yaklaşık 2 yıl sonunda tam olarak kaynaşmış olur.Kemik remodellingiyle ramusun iç kısmında rezorpsiyon dış kısmında apozisyon meydana gelir.Bu remodelling aynı zamanda ileride 20 yaş dişinin arkta kendine yer bulmasını sağlar (26).

Mandibulanın gelişimi çeşitli eksenlerde şu sırayla olmaktadır; transvers, sagittal ve vertikal. Bu gelişim 2 yaşına kadar hayli yüksek seyretmekte iken 6 yaşına doğru azalmaktadır. Birinci azı dişlerinin yerlerini almasıyla birlikte mandibula vertikal yönde büyümesini artırır. Sonra 12-13 yaş civarında ikinci azı dişlerinin gelmesiyle tekrar vertikal boyut artışı olur.ve bu büyüme puberteye kadar devam eder (27).

2.1.1.3. Mandibulanın Büyüme ve Gelişime Bağlı Olarak Değişimi

Doğumdan itibaren mandibula sürekli bir gelişim içindedir.Süt dişleri döneminde dişler korpusun üst kısmında küçük çukurlar içinde bulunurlar.Dişlerin kökleri gelişmiş olmadığı için alveolar kemiğin şekillenmesi eksiktir.Aynı zamanda mandibular kanallar mandibulanın daha alt tarafına yakın yerleşmiştir.Mental foramenler ise 1.molar süt dişinin

hizasında bulunur.Mandibulanın korpus ramus arası açısı yetişkin çağa göre daha geniştir (150-160 derece) Kondiloid çıkıntı yetişkine göre daha küçük koronoid çıkıntı daha büyüktür ve daha yüksektedir (28).

Daimi dişler gelişirken mandibular korpus da arkaya doğru gelişimine devam eder. Aynı zamanda dişlerin gelişen köklerine yer açabilmek için vertikal yönde uzama gerçekleştirir.(17)Yine bu dönemde mandibular kanal hemen mylohyoid sulkusun üzerinde bulunur.Mental foramenler önde 2.premolar dişlerin hemen altındadır.Mandibular açı 140`lara geriler.Yetişkinlerde bu açı 120-130 lere kadar düşebilir (29, 30).

Yaşlılıkta dişlerde kayıp yaşandığı için alveolar kısım çoğunlukla atrofikdir. Yetişkinlerde korpusun merkezinde olan mandibular kanal ve mental foramenler daha yukarıya ilerleyip alveolar arka yaklaşır. Mandibular ramus daha posteriora doğru kayar böylece mandibular açı tekrar artıp 140 derece seviyelerine gelir (31).

2.2. Çiğneme Kas Fonksiyonu ve Mandibula İlişkisi

Önceki çalışmalar, mandibular büyümenin büyük ölçüde kondillerin büyümesine bağlı olduğunu ve bunun da genetik, hormonlar, çevre, sistemik bozukluklar ve stres gibi faktörlerden etkilenebileceğini bildirmiştir (32).Çiğneme kaslarının performansının, büyüyen mandibulada oluşan kemiğin kalitesine katkıda bulunduğu araştırmalarla gösterilmiştir.

Normal mandibular büyüme, büyüme boyunca yeterli çiğneme kas gücü gerektirir ve çiğneme kas fonksiyonu, büyüyen mandibulada kemik kalitesinin belirleyicisidir. Mekanik stresteeki değişikliklerin kıkırdak metabolizmasını etkileme mekanizması hala belirsizdir. Mandibular büyüme sırasında, kondiler kıkırdak, bölgesel adaptif bir büyüme bölgesi olarak hizmet eder (33). Mandibular kıkırdağın biyomekanik baskılara karşı son derece uyumlu olduğuna inanılmaktadır. Kondiler kıkırdak, temporamandibular eklemin bir bileşeni ve mandibulanın ana büyüme bölgesi olarak işlev görür. Ayrıca, kondiler kıkırdak histolojik yapısı, biyomekanik strese ve humoral stimülasyona karşı reaktivitesi ve proliferasyon, farklılaşma ve kalsifikasyon mekanizmaları bakımından diğer kıkırdak dokulardan farklılık gösterir (34, 35).

Çiğneme kaslarının işlevi, gonial açı üzerinde etkisi olabilecek çenelerin artan yüklenmesi ve kemik apozisyonu ile ilişkilidir (36). Gonial açı, kasların (masseter ve medial

pterygoid kasları) bağlandığı bir bölgedir ve dolayısıyla bu kasların boyutu ve aktivitesi gonial açının morfolojisini ve belki de daha genel olarak dentofasiyal morfolojiyi etkileyebilir.

Çiğneme kası fonksiyonunun kraniyofasiyal büyüme üzerindeki etkisi bir dizi deneysel ve klinik hayvan çalışmasında kaydedilmiştir. Bu araştırmaların ortak özelliği, mandibulanın elevatör kaslarının yüzün transversal ve dikey boyutlarını etkilemesidir. Çiğneme kası hiperfonksiyonuna bağlı olarak çenelerin artan yüklenmesi, sutural büyümenin ve kemik yapışmasının artmasına yol açabilir, bu da maksillada transversal büyümenin artmasına ve diş kemerleri için daha geniş kemik tabanlarına neden olur. Ayrıca, çiğneme kaslarının işlevindeki artış, mandibulanın anterior büyüme rotasyon paterni ve iyi gelişmiş angular, koronoid ve kondiler süreçlerle ilişkilidir (37).

Dişsiz bireylerde mandibular açının genişlemesi ya molar paydanın yokluğu ile ya da mandibulanın elevatör ve depresör kasları arasındaki depresörlerin lehine olan dengesizlik ile açıklanabilir (38).

Dişlerin yokluğunda, masseter ve medial pterygoid kaslarının açıda etkisi, mandibula dişlerinin tüm ısırma yüzeyinin maksilla ile teması ile değil, sadece alveolar proseslerin anterioru ile desteklenir. Çiğneme kasları bundan sonra mandibulayı ısırma yüzeylerinin paralellliğini yeniden sağlayacak şekilde şekillendirme eğiliminde olacaktır ki bu da mandibula açısında bir artışa neden olur (Keen, 1945). Kondil mandibular fossada posteriora, mandibulanın geri kalanı ise anteriora dönerek maksilla ile anteriorda teması sürdürür (39).

Çiğneme işlevi sadece mandibular açığı değil, aynı zamanda mandibula morfolojisinin diğer yönlerini de etkilediğinden, mandibular açının boyutu, örneğin implantolojide çok önemli olan kortikal kalınlığı tahmin etmek için de yararlı olabilir (40).

Isırma kuvveti ve çiğneme kas aktivitesinin kısa yüz modeline sahip bireylerde yüksek; uzun yüz modeline sahip bireylerde ise düşük olduğu belirlenmiştir (41). Ingervall ve Thilander çiğneme ve maksimum sıkma fonksiyonlarında temporal ve masseter kas aktivitesinin, çene kaideleri Nazal/Mandibuler düzlem ve Okluzal/Mandibuler düzlemi birbirine paralel olan, ön yüz yüksekliği azalmış ve köşeli yüz yapısına sahip bireylerde daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

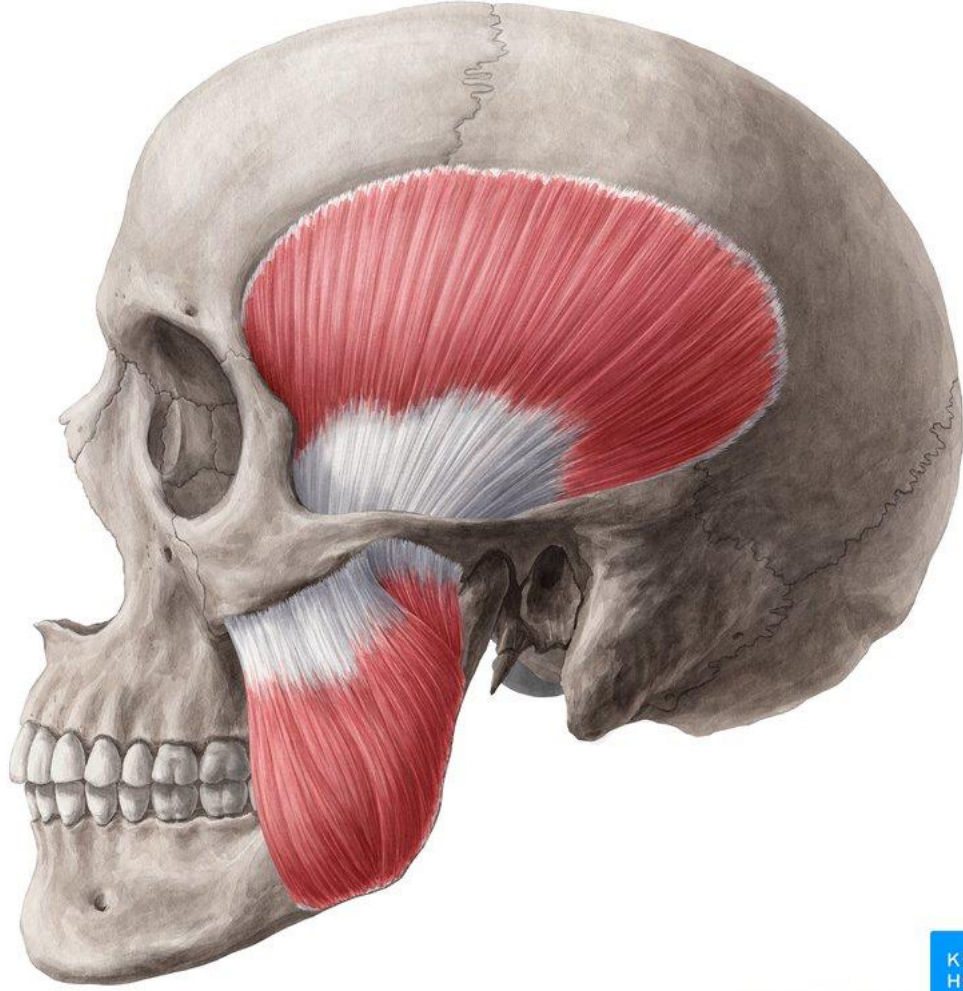
2.3. Masseter Kas Anatomisi

Masseter kası çeneyi kapamada ve çiğneme aktivitesinde en önemli kaslardan biridir. Yüzeyel ve derin olmak üzere 2 katmandan oluşur. Yüzeyel katman zigomatik ark ve zigomatik çıkıntının alt üçte ikilik kısmından başlayıp ramusun dış yüzünün alt kısmına tutunarak angulus mandibuladaki tuberositas massetericada sonlanır. Lifleri aşağı ve arkaya doğru yönelimlidir(42).

Daha küçük olan derin katman zigomatik arkın alt üçte birlik kısmın iç tarafından başlar ve öne ve aşağıya doğru yönelen liflerle koronoid çıkıntıda ve ramusun üst dış kısmında sonlanır. Ön kısım yüzeyel katman, arka taraf parotis bezi tarafından örtünür (42). Her iki tabaka da mandibular sinirin masseteric dalı ile innerve edilir.

Bu iki katmanın görevi birbirinden farklıdır. Yüzeyel lob çenenin kapanmasından sorumluyken derin lob mandibulanın geriye doğru hareketinden sorumludur. Derin katmanın bir grup lifi aynı zamanda temporomandibular eklem kapsülüne bağlandığı için kapsül geriliminde de rolü vardır (42).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda masseter kasına ait varyasyonel bir üçüncü katman bulunmuş ve coronoid katman olarak adlandırılmıştır. Zigomatik arkın medial yüzeyinden koronoid çıkıntının köküne ve arka kenarına uzanan bu kasın lifleri derin katmana paralel ilerleyip koronoid çıkıntının kökünde derin katmanın liflerine karışır (43).



© www.kenhub.com



Resim 4. Masseter ve temporal kaslar (44)

2.4 Wolff Teoremi ve Kemik Remodellingi

Kemikler insan vücudunda hareketsiz yapılar değildir; yaşam süresi boyunca değişmeye devam ederler. Bu iskelet değişim süreci, hem iskelet sisteminin yapısal bütünlüğünü koruyan hem de metabolik olarak vücudun kalsiyum ve fosfor dengesine katkıda bulunan kemik yeniden şekillenmesi olarak bilinir. Yeniden şekillenme, eski veya hasarlı kemiğin emilmesini ve ardından yeni kemik materyalinin birikmesini gerektirir.

Alman anatomist ve cerrah Julius Wolff, streslerle ilgili olarak kemiğin yeniden şekillenmesinin doğasını tanımlayan bir yasa geliştirmiştir. Wolff Yasası, kemiklerin mekanik yüklenme derecesine uyum sağlayacağını, öyle ki yüklenmedeki bir artışın iç, süngerimsi kemiğin mimarisinin güçlenmesine ve ardından kortikal tabakanın güçlenmesine

neden olacağını belirtmektedir. Ayrıca, kemik üzerindeki stresin azalması bu kemik katmanlarının zayıflamasına neden olacaktır. Kemiğe uygulanan kuvvetlerin süresi, büyüklüğü ve oranı (başka bir deyişle, tendonların bağlantı yerlerinden çekilmesi) kemiğin bütünlüğünün nasıl değiştiğini belirler (45).

Kemik remodelinginin hem rezorpsiyon hem de depozisyon aşamalarından sorumlu iki primer hücre vardır: osteoklastlar ve osteoblastlar; ancak osteositlerin de bu süreçte rolü vardır. Bu hücrelerin, özellikle de osteoklastların aktivitesi doğrudan veya dolaylı olarak hormonal sinyallerden etkilenir. Kemik remodeling hücreleri ve hormonlar arasındaki bu etkileşim, çok sayıda patofizyolojik sonuç için fırsat yaratır (46).

2.3.1. Kemik Yeniden Şekillenmesinin Hücreleri

Kemik yeniden şekillenme döngüsü erken fetal yaşamda başlar ve iki hücre soyu arasındaki etkileşime bağlıdır. Osteoblast hücreleri kemik büyümesine katkıda bulunur ve mezenkimal kökenden türemiştir. Mezenkimal hücreler osteoblastlar, kondrositler, miyositler ve adipositler gibi çeşitli hücre tiplerine farklılaşabilen kök hücrelerdir. Osteoklast hücreleri kemik rezorpsiyonuna neden olur ve kemik iliğindeki çoklu kan hücresi tiplerini içeren hematopoetik bir soydan kaynaklanır. Hücresel yeniden şekillenme süreci, osteoblast ve osteoklast öncü hücrelerinin birleşerek çok çekirdekli osteoklastik hücre oluşturmasıyla başlar (46).

2.3.2. Osteoklastlar

Osteoblast ve osteoklastik öncülerin füzyonu gerçekleştikten sonra, ortaya çıkan çok çekirdekli osteoklast kemik yüzeyine bağlanır ve rezorpsiyona başlar. Bu hücreler kemik matrisini parçalamak için lizozomal enzimler ve hidrojen iyonlarının bir kombinasyonunu kullanır. Bu kemik matrisinin kalsiyum fosfat kristallerinden (hidroksiapatit) oluşan inorganik bir kısmı ve kolajen, proteoglikanlar ve glikoproteinlerden oluşan organik bir kısmı vardır. Rezorpsiyon süreci kemik matrisinde "keçelenmiş" bölgeler (Howship lacunae) bırakır. Mononükleer makrofaj soyu hücrelerinin daha sonra bir "tersine çevirme" fazı gerçekleştirerek organik materyali bozmaya ve biriktirmeye devam ederken kemik biriktirme fazını başlatmak için büyüme faktörleri salgıladığına inanılmaktadır (47).

2.3.3. Osteoblastlar

Farklılaşmış mezenkimal öncüler, yeni kolajen ve mineraller biriktirerek Howship boşluğunu doldurur. Osteoblast görevini tamamladığında üç kaderle karşılaşır: düzleşerek

kemik yüzeyini kaplayacak bir hücre haline gelir, osteosit olur veya hücre ölümüne (apoptoz) uğrar(48).

2.3.4. Osteositler

Osteositler olgun kemikte en bol bulunan hücre tipidir. Bu hücreler kemik matrisi içinde yer alır ve lakuna adı verilen mikroskobik boşlukları işgal eder. Kemik stresi (tendonların kemiği çekmesi) ile ilgili sinyalleri yakındaki osteositlere ileterek kemiğin yeniden şekillenmesinde rol oynarlar. Osteositler ayrıca kemik içindeki sıvı akışını da düzenler; bu hücresel sinyaller kemik üzerindeki mekanik streslere yanıt olarak sıvı akışındaki değişikliklere bağlı olabilir. Bu hücreler mekanik kuvvetlerin biyokimyasal sinyallere dönüştürüldüğü mekanotransdüksiyonda yer alır. Osteositler bu sinyal (ya da sinyal eksikliği) için iletken görevi görür ve çevredeki hücrelere mekanik stresi telafi etme ve buna uyum sağlama konusunda talimat verir (49).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Örneklem Seçimi

Örneklem grubumuz daha önceden çeşitli sebeplerle Karadeniz Teknik Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı tarafından baş boyun MR istekleri yapılmış ve sistemde görüntüleri mevcut olan kişilerden oluşmaktadır. 23 Kadın 23 Erkek olmak üzere toplamda 46 kişi çalışmaya dahil edilmiştir. Yaş aralığı kemik erimesi, diş kaybı gibi kişisel faktörleri minimize etmek amaçlı 18-65 yaş aralığında tutulmuştur.

3.1.1. Çalışmanın Dışlama Ölçütleri

- çene cerrahisi öyküsü olması
- Kanser geçmişi olması
- herhangi bir kollajen doku hastalığı olması
- mandibular kemik ve masseter kas ölçümlerini etkileyecek herhangi bir baş boyun lezyonuna sahip olması
- osteoporotik olması
- diyabetik olması

3.2. Görüntülerin İşlenmesi

KTÜ Radyoloji ABD aracılığıyla PACS sistem (Picture Archiving and Communication System) görüntüleyicisi üzerinden alınan beyin MR T1 görüntülerinin MPRAGE sekansları kullanıldı. (Parametreler: Sagittal Repetition time (TR)=1900ms, Echo Time (TE)=2.67ms, FOV=250mm, Matrix:256x256, Slice Thickness=1mm). Tüm MR görüntüleri volüm hesaplamaları öncesi-sonrası taranarak yapısal lezyonu olan denekler ile analiz sonucu uygunsuz olan denekler çalışmadan çıkarıldı.

Deneğe ait olan beyin MR T1 görüntüleri PACS görüntüsü üzerinden DICOM formatına çevrilerek kaydedildi. Daha sonra bu DICOM formatlı görüntüler ücretsiz olarak bilgisayara indirilmiş ITK – SNAP programına aktarıldı.

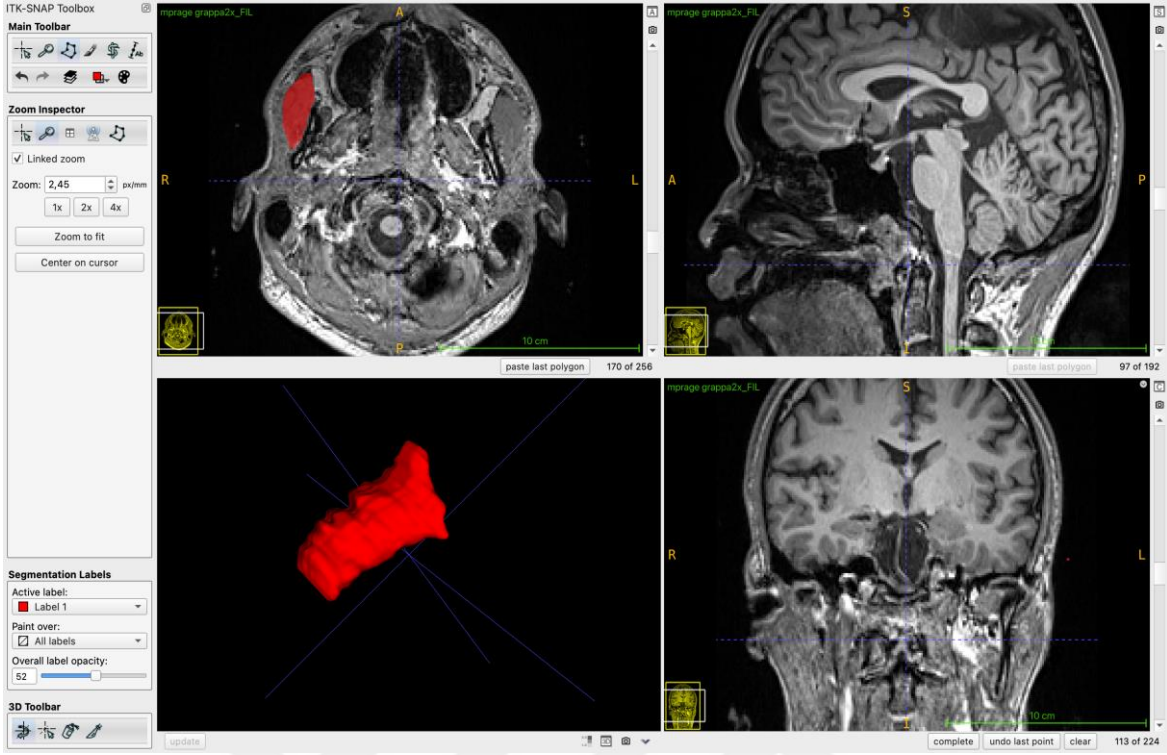
ITK-SNAP, radyolojik görüntüleri segmente etmek ve hacim hesaplamak amacıyla Yushkevich ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (50). ITK-SNAP, radyolojik görüntülerin segmente edilebildiği yarı-otomatize bir programdır.

ITK-SNAP programıyla NIFTI formatına çevrilmiş ve oryante edilmiş T1 ağırlıklı görüntülere kontrast düzeltmesi yapılmıştır. Sonrasında aksiyal ve coronal kesitlerde, manuel olarak yapılan çizimlerle kondil açıları, kondil alanı, kondiller arası mesafe, masseter kalınlığı, masseter hacmi, intergonial mesafe parametreleri ölçülmüştür.

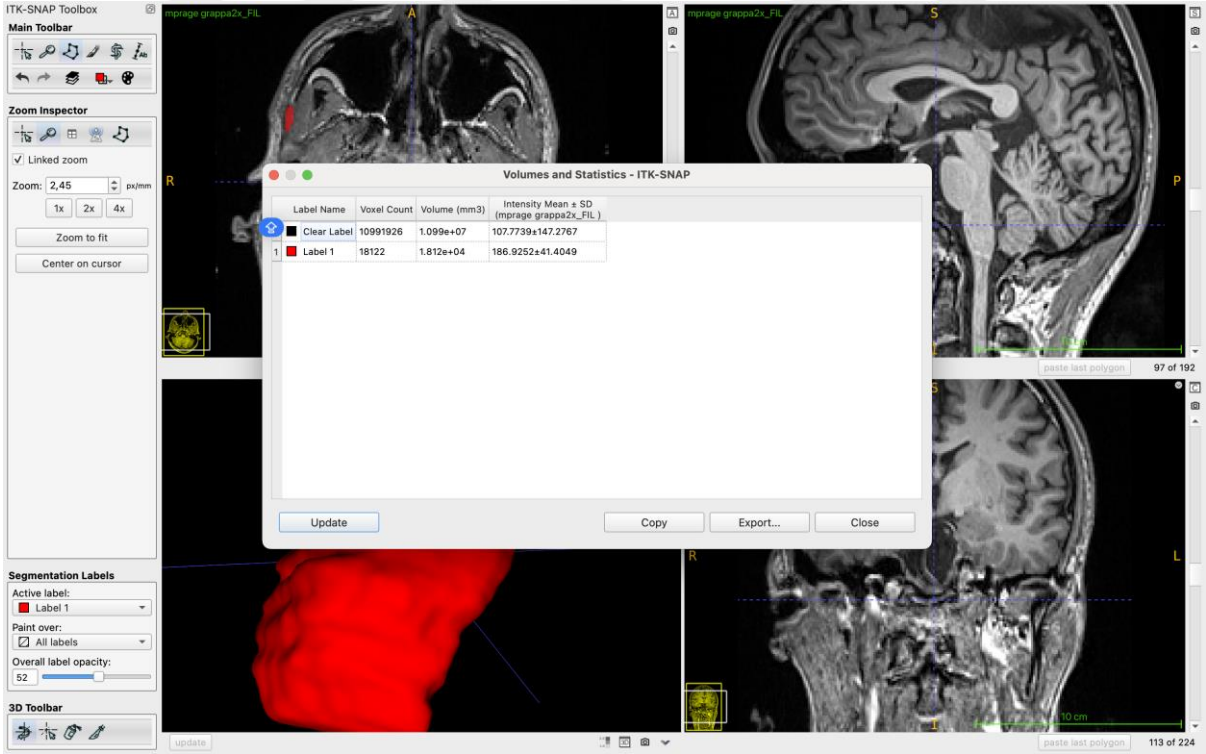
Ölçümleri yapan araştırmacı programın kullanımı ile ilgili ayrıntılı bir eğitime katıldı (EK1) ve ilk etapta 10 (sayıda) vakanın RADYOLOJİ Anabilim Dalı'ndan bir eğitici eşliğinde ölçümleri yapılarak, hata payı minimize edildi.

3.3. Veri İstatistiksel Analizi

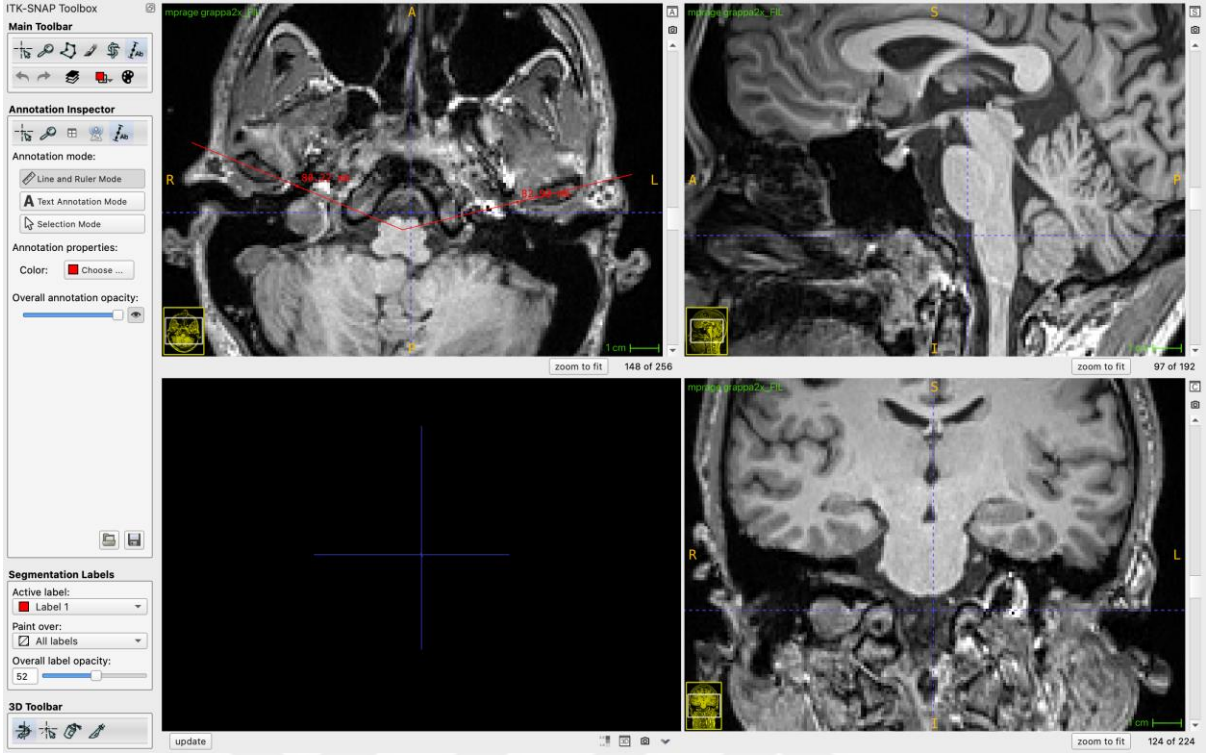
Veri analizinde SPSS 26 programı kullanılmıştır. İstatistiksel analizler için gerekli olan normallik varsayımı basıklık ile çarpıklık değerlerine bakılarak incelenmiştir. Tabachnick ve Fidell (51)bu değerlerin ± 1 arasında olduğunda normal dağılım gösterdiğini belirtmiştir. Normallik varsayımı test edilerek ölçümlerin normalliği sağlanmış olup ölçümler arasındaki ilişki de Pearson korelasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem sürekli olan ve normal dağılım özelliği gösteren iki değişken arasındaki ilişkide kullanılan parametrik bir yöntemdir (Pallant, 2007) (52).Korelasyon katsayısı olan r değeri 0.40'dan küçükse düşük düzeyde, 0.40 ile 0.70 arasında ise orta düzeyde ve 0.70'den büyükse yüksek düzeyde ilişkiyi gösterirken -1 ile +1 arasında yer alır. Negatif olması iki yönlü ilişkinin ters olduğunu pozitif olması ise ilişkinin aynı yönde olduğunu gösterir (53). Cinsiyetegöre hastaların ölçümlerinin karşılaştırılmasında bağımsız gruplar t testi yöntemi kullanılırken bu yöntem için iki kategorili bir bağımsız değişken ve sürekli olup normal dağılım gösteren ölçüm olması gerekir. Ayrıca tüm grupta masseter kalınlığı ve hacmi fark ölçümleri ise bağımlı gruplar t testi yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Bu yöntem için de tek bir grup olmalı ve gruba ilişkin iki farklı ölçümler olması gerekmekte olup aynı zamanda her iki ölçümün normal dağılması gerekir. İstatistiksel analizler için $p < .05$ anlamlılık düzeyinde karşılaştırılmıştır.



Resim 5. ITK-SNAP programı ile 3 boyutlu masseter kası elde edilmesi



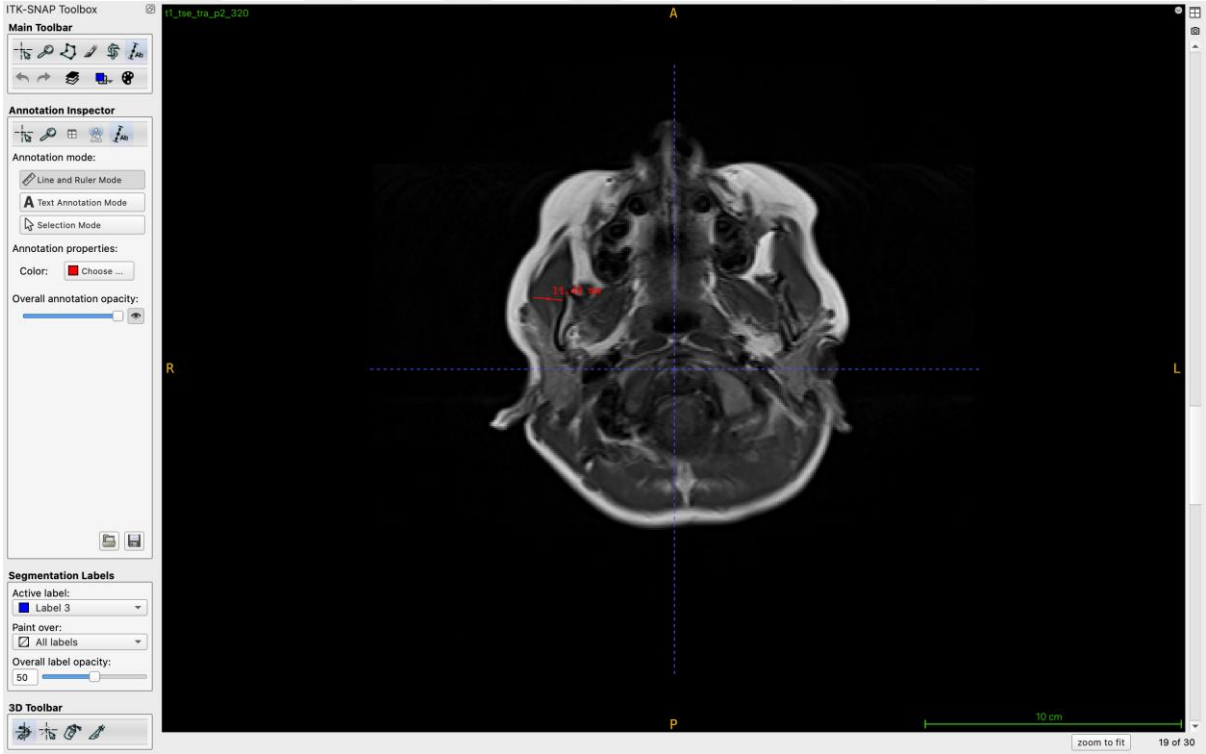
Resim 6. Masseter kas hacminin hesaplanması



Resim 7. Aksiyal Kesitte Kondil Açılarının Belirlenmesi



Resim 8. Coronal kesitte intergonial mesafe ölçümü



Resim 9. Aksiyal kesitte masseter kalınlığı ölçümü

4.BULGULAR

Bu bölümde araştırma hipotezlerine yönelik bulgulara yer verilmiştir. Ölçümlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Tanımlayıcı istatistik tablosu

Puan	Mn-Maks	Ort±ss	Çarpıklık	Basıklık
Masseter kalınlığı sağ	10,1-23,2	14,94±3,07	0,891	0,366
Masseter kalınlığı sol	8,3-23,7	14,41±3,09	0,664	0,423
Masseter hacmi sağ	1,11-3,88	2,07±0,7	0,628	-0,315
Masseter hacmi sol	1,03-3,78	2,06±0,67	0,605	-0,194
Kondil alanı	42,4-149,6	106,32±22,79	-0,720	0,250
Kondiller arası mesafe	74,1-96,4	82,94±4,74	0,300	0,169
Kondil açısı	110-163	139,52±10,65	0,073	0,488
Intergonial mesafe	72,7-107	90,5±6,68	-0,414	0,504
Masseter kalınlığı	10,04-22,5	14,67±2,87	0,690	-0,084
Masseter hacmi	1,11-3,41	2,07±0,65	0,481	-0,757

Masseter kalınlığı sağ ölçümleri 10,1-23,2 arasında olup ortalaması 14,94±3,07 iken masseter kalınlığı sol ölçümleri 8,3-23,7 arasında olup ortalaması 14,41±3,09 olarak elde edilmiştir. Masseter hacmi sağ ölçümleri 1,11-3,88 arasında olup ortalaması 2,07±0,7 iken masseter hacmi sol ölçümleri 1,03-3,7 arasında olup ortalaması 2,06±0,67 olarak elde edilmiştir. Kondil alanı ölçümleri 42,4-149,6 arasında olup ortalaması 106,32±22,79 olarak saptanmıştır. Kondiller arası mesafe ölçümleri 74,1-96,4 arasında olup ortalaması 82,94±4,74 olarak saptanmıştır. Kondil açısı ölçümleri 110-163 arasında olup ortalaması 139,52±10,65 olarak saptanmıştır. Intergonial mesafe ölçümleri ise 72,7-107 arasında olup ortalaması 90,5±6,68 olarak saptanmıştır. Masseter kalınlığı ile hacmi sağ ve sol ölçümlerinin ortalaması alınarak elde edilen masseter kalınlığı ölçümleri 10,04-22,5 arasında olup ortalaması 14,67±2,87 iken masseter hacmi ölçümleri 1,11-3,41 arasında olup ortalaması 2,07±0,65 olarak elde edilmiştir. Tüm ölçümlerin normalliği için incelenen çarpıklık değerleri -0.720 ile 0.891 arasında iken basıklık değerleri -0.757 ile 0.504 arasındadır. Çarpıklık ile basıklık değerleri ±1 arasında olduğundan tüm ölçümler normal dağılmaktadır.

Hastaların kondil alanı, kondiller arası mesafe, kondil açısı, intergonial mesafe ölçümleri ile masseter kalınlığı ve hacmi arasında anlamlı ilişki var mıdır?

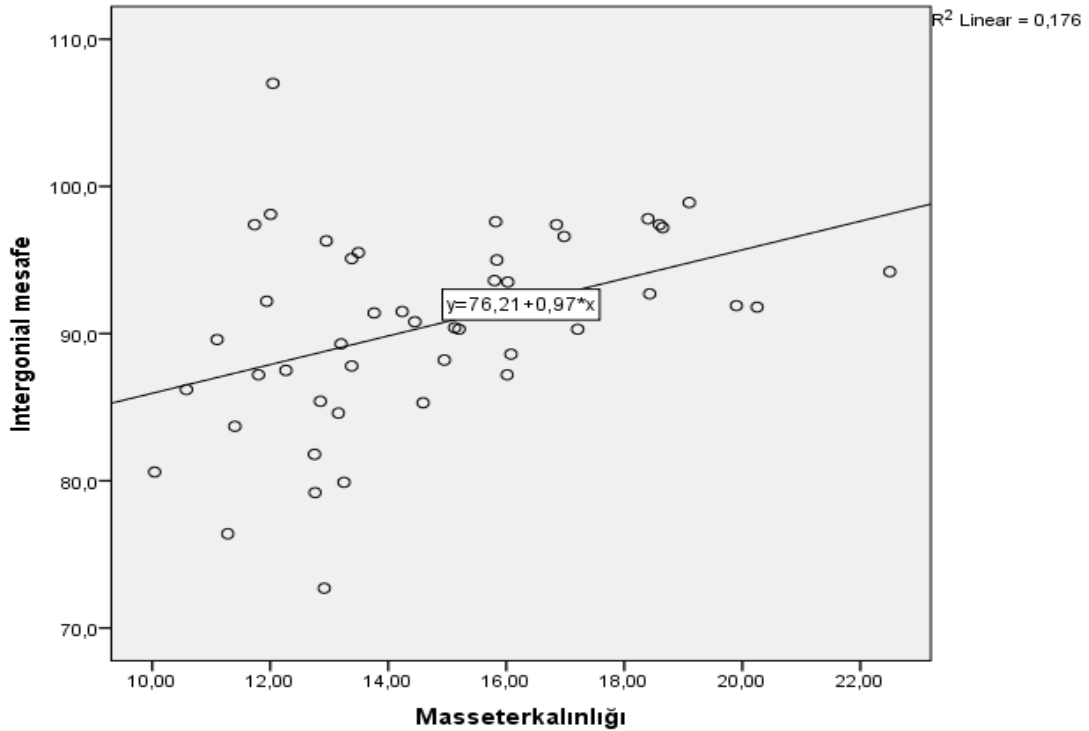
Hastaların kondil alanı, kondiller arası mesafe, kondil açısı, intergonial mesafe ölçümleri ile masseter kalınlığı ve hacmi arasındaki ilişki Pearson korelasyon yöntemi ile incelenmiştir. Bu yöntem için gerekli olan normallik varsayımı sağlanmıştır.

Tablo 2. Pearson korelasyon tablosu

Ölçümler	Masseter kalınlığı		Masseter hacmi	
	r	p	r	p
Kondil alanı	0,24	0,108	,339*	0,021
Kondiller arası mesafe	-0,045	0,767	-0,119	0,433
Kondil açısı	-0,069	0,651	-0,034	0,822
Intergonial mesafe	,419**	0,004	,402**	0,006

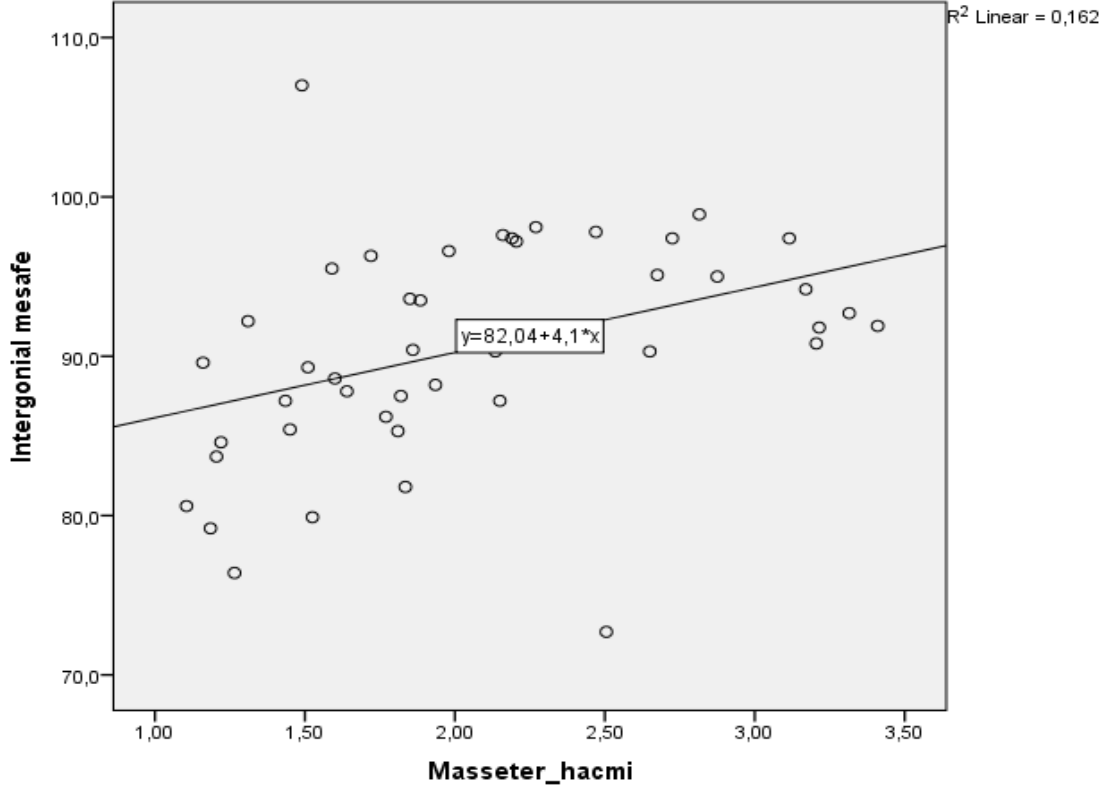
r: Pearson korelasyon katsayısı

Hastaların masseter kalınlığı ölçümleri ile intergonial mesafe ölçümleri arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı ilişki elde edilmiştir ($r=0.419$, $p<.05$). Hastaların masseter kalınlığı ölçümleri arttıkça intergonial mesafe ölçümleri de artmakta ya da tam tersidir. Hastaların masseter kalınlığı ölçümleri ile kondil alanı, kondiller arası mesafe ve kondil açısı ölçümleri arasında ise anlamlı ilişki yoktur ($p>.05$).



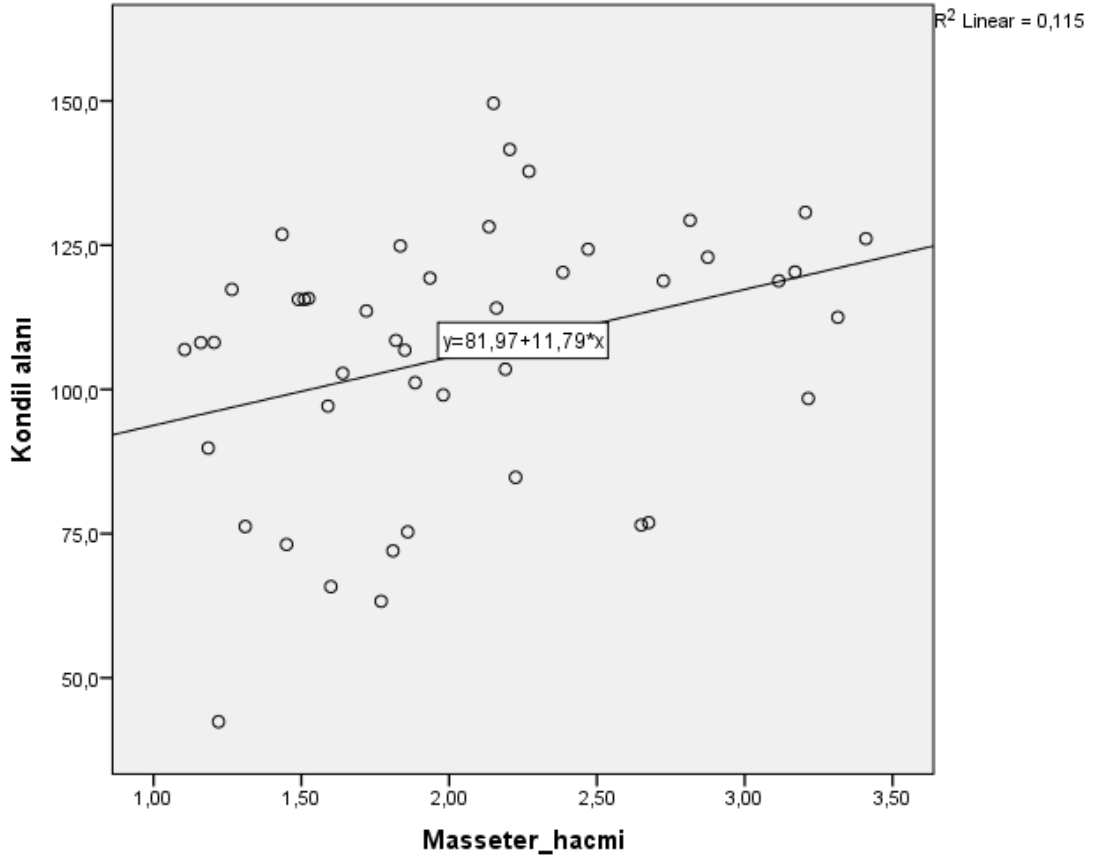
Şekil 1. Masseter kalınlığı ile intergonial mesafe arasındaki ilişki grafiği

Hastaların masseter hacmi ölçümleri ile intergonial mesafe ölçümleri arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı ilişki elde edilmiştir ($r=0.402$, $p<.05$). Hastaların masseter hacmi ölçümleri arttıkça intergonial mesafe ölçümleri de artmakta ya da tam tersidir.



Şekil 2. Masseter hacmi ile intergonial mesafe arasındaki ilişki grafiği

Ayrıca hastaların masseter hacmi ölçümleri ile kondil alanı ölçümleri arasında pozitif yönde, düşük düzeyde ve anlamlı ilişki elde edilmiştir ($r=0.339$, $p<.05$). Hastaların masseter hacmi ölçümleri arttıkça kondil alanı ölçümleri de artmakta ya da tam tersidir. Ancak hastaların masseter hacmi ölçümleri ile kondiller arası mesafe ve kondil açısı ölçümleri arasında ise anlamlı ilişki yoktur ($p>.05$).



Şekil 3. Masseter hacmi ile kondil alanı arasındaki ilişki grafiği

Cinsiyete göre hastaların kondil alanı, kondiller arası mesafe, kondil açısı, intergonial mesafe Masseter kalınlığı ve hacmine ilişkin ölçümler arasında anlamlı fark var mıdır?

Cinsiyete göre hastaların kondil alanı, kondiller arası mesafe, kondil açısı, intergonial mesafe masseter kalınlığı ve hacmine ilişkin ölçümler bağımsız gruplar t testi yöntemi ile karşılaştırılmış olup Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Cinsiyete göre hastaların kondil alanı, kondiller arası mesafe, kondil açısı, intergonial mesafe masseter kalınlığı ve hacmi ölçümleri arasında bağımsız gruplar t testi tablosu

Ölçüm	Kadın	Erkek	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Kondil alanı	98,29±26,1	114,35±15,69	0,015
Kondiller arası mesafe	83,95±4,55	81,92±4,8	0,149
Kondil açısı	137,13±11,25	141,91±9,67	0,129
Intergonial mesafe	87,82±5,18	93,18±7,02	0,005

Masseter kalınlığı	13,78±1,66	15,57±3,53	0,033
Masseter hacmi	1,84±0,54	2,29±0,69	0,019

p: Bağımsız gruplar t testi anlamlılık değeri

Cinsiyete göre hastaların kondil alanı, intergonial mesafe masseter kalınlığı ve hacmi ölçümleri arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p < .05$). Erkek hastaların kondil alanı, intergonial mesafe masseter kalınlığı ve masseter hacmi ölçümlerine ilişkin ortalamaları kadın hastalardan daha yüksektir. Ancak cinsiyete göre hastaların kondiller arası mesafe ve kondil açısı ölçümleri arasında ise anlamlı farklılık yoktur ($p > .05$). Erkek ve kadın hastaların kondiller arası mesafe ve kondil açısı ölçüm ortalamaları benzerdir.

Cinsiyete göre hastaların masseter kalınlığı ve hacmi sağ ve sol ölçümleri arasındaki fark miktarına ilişkin ölçümler arasında anlamlı fark var mıdır?

Cinsiyete göre hastaların masseter kalınlığı ve hacmi sağ ve sol ölçümleri arasındaki fark miktarına ilişkin ölçümler bağımsız gruplar t testi yöntemi ile karşılaştırılmış olup Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Cinsiyete göre masseter kalınlığı ve hacmi sağ ve sol ölçümleri arasındaki fark miktarına ilişkin ölçümler arasında bağımsız gruplar t testi tablosu

Ölçüm	Kadın	Erkek	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Masseter kalınlık fark	0,12±1,9	0,94±2,5	0,219
Masseter hacim fark	0,001±0,3	0,02±0,45	0,878

p: Bağımsız gruplar t testi anlamlılık değeri

Cinsiyete göre hastaların masseter kalınlığı sağ ve sol ölçümleri arasındaki fark miktarına ilişkin ölçümler arasında anlamlı farklılık yoktur ($p > .05$). Erkek ve kadınlardaki masseter kalınlık sağ ve sol taraftaki asimetric düzeyleri benzerdir. Cinsiyete göre hastaların masseter hacmi sağ ve sol ölçümleri arasındaki fark miktarına ilişkin ölçümler arasında anlamlı farklılık yoktur ($p > .05$). Erkek ve kadınlardaki masseter hacmi sağ ve sol taraftaki asimetric düzeyleri benzerdir.

Cinsiyete göre hastaların kondiler arası mesafenin intergonial mesafeye olan oranına ilişkin ölçümler arasında anlamlı fark var mıdır?

Cinsiyete göre hastaların kondiller arası mesafenin intergonial mesafeye olan oranına ilişkin ölçümler bağımsız gruplar t testi yöntemi ile karşılaştırılmış olup tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Cinsiyete göre kondiller arası mesafenin intergonial mesafeye olan oranına ilişkin ölçümler arasında bağımsız gruplar t testi tablosu

Ölçüm	Kadın	Erkek	p
	Ort±ss	Ort±ss	
Oran	0,96±0,07	0,88±0,08	0,001

p: Bağımsız gruplar t testi anlamlılık değeri

Cinsiyete göre hastaların kondiller arası mesafenin intergonial mesafeye olan oranına ilişkin ölçümler arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<.05$). Kadınlardaki kondiller arası mesafenin intergonial mesafeye olan oranına ilişkin ölçüm ortalaması erkeklere göre daha yüksektir.

Tüm grupta hastaların sağ ve sol arasındaki masseter kalınlığı ve hacmi fark ölçümleri arasında anlamlı fark var mıdır?

Tüm grupta hastaların masseter kalınlığı ve hacmi fark ölçümleri bağımlı gruplar t testi yöntemi ile karşılaştırılmış olup tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Cinsiyete göre hastaların masseter kalınlığı ve hacmi fark ölçümleri arasında bağımlı gruplar t testi tablosu

Ölçüm	Ort±ss	p
Masseter kalınlık fark	0,53±2,23	0,083
Masseter hacim fark	0,01±0,38	

p: Bağımlı gruplar t testi anlamlılık değeri

Tüm grupta hastaların masseter kalınlığı ve hacmi fark ölçümleri arasında anlamlı farklılık yoktur ($p>.05$). Tüm grupta hastaların masseter kalınlığı sağ ve sol ölçüm arasındaki değişim miktarı ortalaması ile masseter hacmi sağ ve sol ölçüm arasındaki değişim ortalaması benzerdir.

5. TARTIŞMA

Çiğneme kası fonksiyonunun kraniyofasiyal büyüme üzerindeki etkisi bir dizi deneysel ve klinik hayvan çalışmasında kaydedilmiştir. Bu araştırmaların ortak özelliği, mandibulanın elevatör kaslarının yüzün transversal ve dikey boyutlarını etkilemesidir. Çiğneme kası hiperfonksiyonuna bağlı olarak çenelerin artan yüklenmesi, sutural büyümenin ve kemik yapışmasının artmasına yol açabilir, bu da mandibulada transversal büyümenin artmasına ve diş kemerleri için daha geniş kemik tabanlarına neden olur. Ayrıca, çiğneme kaslarının işlevindeki artış, mandibulanın anterior büyüme rotasyon paterni ve iyi gelişmiş angular, koronoid ve kondiler süreçlerle ilişkilidir. (37)

Masseter kasları ile kraniyofasiyal morfoloji arasındaki ilişkinin anlaşılması önemli klinik uygulamalara sahiptir. Örneğin, maloklüzyonları ve diğer kraniyofasiyal anormallikleri düzeltmeyi amaçlayan ortodontik ve cerrahi müdahaleler bu ilişkinin daha iyi anlaşılmasından faydalanabilir. Ayrıca, bu alandaki araştırmalar, temporomandibular eklem bozuklukları gibi çiğneme sisteminin işlevini etkileyen durumlar için tedavilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Nihayetinde, bu ilişkinin daha iyi anlaşılması hasta sonuçlarının ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesine yol açabilir (54).

Kiliaridis (1991) (20 erkek ve 20 kadın olmak üzere 40 sağlıklı, tam dişsiz genç yetişkinde, masseter kalınlığını gerçek zamanlı ultrason görüntüleme tekniği ile iki taraflı olarak ölçmüştür. Masseter kasının kalınlığı, erkeklerde değil, özellikle kadınlarda yüz morfolojisi ile ilişkili bulunmuştur; ince masseter kalınlığına sahip kadınlar orantılı olarak daha uzun bir yüze sahipti (55) Ayrıca erkeklerde ortalama masseter kalınlığı değeri kadınlardan daha yüksek bulunuyor ki bu da bizim çalışmamızca desteklenen bir veridir.

Quiudini ve ark. (2017) brakifasiyal ve dolikofasiyal yetişkin bireylerde ısırma kuvvetini karşılaştırmıştır. Bu kesitsel çalışmanın sonuçlarına dayanarak, şiddetli brakifasiyal bireylerde ısırma kuvvetinin şiddetli dolikofasiyal bireylerden anlamlı derecede yüksek olduğu ve cinsiyet, kilo ve boydan etkilendiği sonucuna varmak mümkün olmuştur.(56)Çalışmamız MR görüntüsü olan kişilerin boy ve kilo bilgilerine ulaşılamaması sebebiyle bu değişkeni değerlendirememiştir.

Saritha ve ark. (2013) 18-25 yaş arası 80 kişide masseter kas kalınlığıyla intermolar arkus mesafesini karşılaştırmış ve aralarında pozitif yönde korelasyon bulmuştur. Bu da masseter kas kalınlığı mandibular kemiğin transvers boyutu ile doğru orantılıdır hipotezimizi

açıklar niteliktedir. Yine aynı çalışmada erkek katılımcıların masseter kas kalınlığı hem kasılı hem gevşek pozisyonda kadınlardan daha yüksek bulunmuştur (57).

Mandibulofasiyal büyüme etkilediği düşünülen bu faktörlerden biri de çiğnemedir. Diyet tutarlılığı çiğneme sırasında farklı çiğneme kuvvetlerine yol açar. Çeşitli araştırmacılar diyet tutarlılığının kraniyofasiyal büyüme ve daha spesifik olarak mandibula üzerindeki etkisini incelemiştir. Tsolakis ve ark. (2022) 24 dişi fare üzerinde yaptıkları deneyde diyet kıvamının kraniyofasiyal büyüme ve gelişme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Sert kıvamlı diyetle beslenen sıçanların mandibulasında, yumuşak kıvamlı diyetle kıyasla daha büyük bir sagittal ve vertikal gelişim söz konusudur. Ayrıca diyet kıvamı, kondiler alan, mandibula açısı ve mandibula gövdesi de dahil olmak üzere mandibula morfolojisini etkilemektedir (58).

Soyoye ve ark. (2018) ortodontik tedavi öncesi hastalarda masseter kas kalınlığı ile maksillofasiyal morfoloji arasındaki ilişkiyi incelemek için 66 kişi üzerinde ölçümler yapmıştır. Sonuçta masseter kas kalınlığı ile kraniyofasiyal morfoloji arasında doğrudan bir ilişki olduğu, kısa yüzlü bireylerde daha kalın, uzun yüzlü bireylerde daha ince bir masseter bulunduğu görülmüştür. Ayrıca Masseter kas kalınlığı, mandibular ramus yüksekliği ve genişliği arttıkça artmıştır. Yine bu çalışma da masseter kas kalınlığı ile doğru orantılı olarak artan intergonial mesafe bulgumuzu desteklemiştir (59).

Takashime ve ark.10 (sayıda) ergenlik öncesi hemifasiyal mikrozomi hastasında yaptığı çalışmada hastalıktan etkilenen yüz yarısında çiğneme kaslarında daha küçük volümler elde etmiştir. Bu çalışma da çiğneme kas fonksiyonu ile kemik gelişimi arasındaki ilişkinin önemine işaret etmektedir.(60)

Ng ve arkadaşlarının 2009'da yapmış oldukları bir çalışmada çiğneme kaslarının MRG ile kantitatif değerlendirmesinde sağ taraf masseter kas hacimleri sol taraf masseter kas hacimlerinden daha fazla bulunmuştur.(60)Bu bulgu da bizim çalışmamızın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Masseter kas kalınlığı literatürde MRG, BT ve USG yöntemleriyle ölçülmüştür.USG daha hızlı, ucuz, zararsız ve tekrarlanabilir olması sebebiyle son dönemde daha çok tercih

edilse de (61) USG ile ölçümlerin yapıldığı gevşemiş ve kasılmış koşullar öznel kriterlere dayandığı ve kontrol edilmesi zor olduğu, probun yanağa dayanması ile doku sıkışmasına yol açabilecek oluşu MRG ve BT'nin USG'ye olan üstünlüklerindedir.

Yüz şeklinin hem genetik etkiler hem de yerel çevresel faktörler tarafından belirlendiği genel olarak kabul edilmektedir.(62) Çalışmamızda retrospektif olarak MR görüntülerini incelediğimiz kişilerin genetik ve çevresel faktörlerini tamamen bilemediğimiz, boy-kilo bilgilerine ulaşamamamız, hastanemizde kayıtlı olan bilgiler üzerinden hareket etmemiz araştırmamızın kısıtlayıcı tarafını oluşturmaktadır.

Çalışmamızda anlamlı sonuçlar yanında anlamsız sonuçlar da elde ettik. Bu anlamsız sonuçlar araştırmaya dahilinde değerlendirdiğimiz MR görüntüsü sayısı yetersizliğine bağlı olabilir. Ayrıca kişilere ait boy-kilo bilgilerine sahip olmamamız kişilerin medikal geçmişlerini tam olarak bilemememiz kişileri doğru kategorize edemememize sebep olmuş ve sonuçları etkilemiş olabilir. İleride yapılacak olan çalışmalarda bu hususlara dikkat edilerek literatüre daha iyi bir katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

6.SONUÇ

- 1. Masseter kalınlığı ile intergonial mesafe arasında ilişki vardır**
- 2.Masseter hacmi ile intergonial mesafe arasında ilişki vardır.**
- 3.Masseter hacmi ile kondil alanı arasında ilişki vardır.**
- 4.Erkekler ve kadınlar arasında masseter kas kalınlıkları, masseter kas hacimleri ve mandibular morfometrik parametreler arasında anlamlı bir fark vardır**
- 5.Masseter kas fonksiyonunun mandibular kemik gelişimine olan etkisini tam olarak anlayabilmek için daha büyük örneklem grubuna ihtiyaç vardır.**

1. Rowe P, Koller A, Sharma S (2023). Physiology, Bone Remodeling. *StatPearls*.

2. Şatiroğlu F, Arun T, Işık F (2005). Comparative data on facial morphology and muscle thickness using ultrasonography. *European journal of orthodontics* 27: 562–567.
3. Dickinson E, Davis JS, Deutsch AR, Patel D, Nijhawan A, Patel M, Blume A, Gannon JL, Turcotte CM, Walker CS, *et al.* (2021). Evaluating bony predictors of bite force across the order Carnivora. *Journal of Morphology* 282: 1499–1513.
4. Charalampidou M, Kjellberg H, Georgiakaki I, Kiliaridis S (2008). Masseter muscle thickness and mechanical advantage in relation to vertical craniofacial morphology in children. *Acta odontologica Scandinavica* 66: 23–30.
5. Hylander WL (1979). The functional significance of primate mandibular form. *Journal of morphology* 160: 223–239.
6. Hylander WL (1984). Stress and strain in the mandibular symphysis of primates: a test of competing hypotheses. *American journal of physical anthropology* 64: 1–46.
7. Byrd KE, Stein ST, Sokoloff AJ, Shankar K (1990). Craniofacial alterations following electrolytic lesions of the trigeminal motor nucleus in actively growing rats. *The American journal of anatomy* 189: 93–110.
8. Herring SW, Wineski LE (1986). Development of the masseter muscle and oral behavior in the pig. *The Journal of experimental zoology* 237: 191–207.
9. Weijjs WA, Hillen B (1986). Correlations between the cross-sectional area of the jaw muscles and craniofacial size and shape. *American journal of physical anthropology* 70: 423–431.
10. Weijjs WA, Hillen B (1984). Relationships between masticatory muscle cross-section and skull shape. *Journal of dental research* 63: 1154–1157.
11. Weijjs WA, Hillen B (1984). Relationship between the physiological cross-section of the human jaw muscles and their cross-sectional area in computer tomograms. *Acta anatomica* 118: 129–138.
12. 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. *Scandinavian journal of dental research* 100: 164–171.

13. Raadsheer MC, Kiliaridis S, Van Eijden TMGJ, Van Ginkel FC, Prahl-Andersen B (1996). Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Archives of oral biology* 41: 323–332.
14. Kreiborg S, Jensen BL, Møller E, Björk A (1978). Craniofacial growth in a case of congenital muscular dystrophy. *American journal of orthodontics* 74: 207–215.
15. Parmar SC, Watkinson A, Fieldhouse J (1996). Facial asymmetry with severe unilateral hypoplasia of the muscles of mastication: a report of clinical and electromyographic findings. *The British journal of oral & maxillofacial surgery* 34: 107–109.
16. Burdi AR, Spyropoulos MN (1978). Prenatal growth patterns of the human mandible and masseter muscle complex. *American journal of orthodontics* 74: 380–387.
17. Radlanski RJ, Renz H, Klarkowski MC (2003). Prenatal development of the human mandible. 3D reconstructions, morphometry and bone remodelling pattern, sizes 12-117 mm CRL. *Anatomy and embryology* 207: 221–232.
18. Choi DY, Hur MS (2021). Anatomical review of the mandibular lingula for inferior alveolar nerve block. *Folia morphologica* 80: 786–791.
19. Sankar DK, Bhanu SP, Susan PJ (2011). Morphometrical and morphological study of mental foramen in dry dentulous mandibles of South Andhra population of India. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research* 22: 542–546.
20. Hosapatna M, Ankolekar VH, D'Souza AS, Deepika C, D'Souza A (2015). The study of antilingula and its relation to the lingula and mandibular foramen, the presence of mylohyoid bridging in dry mandibles of South Indian population. *Journal of maxillofacial and oral surgery* 14: 308–11.
21. Yale SH, Allison BD, Hauptfuehrer JD (1966). An epidemiological assessment of mandibular condyle morphology. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology* 21: 169–177.
22. Mandibula (n.d.). Available at: <https://www.anatomystandard.com/ossa-et-juncturae/cranium/mandibula.html>. [Accessed: 20 April 2024].

23. Lipski M, Tomaszewska IM, Lipska W, Lis GJ, Tomaszewski KA (2013). The mandible and its foramen: anatomy, anthropology, embryology and resulting clinical implications. *Folia morphologica* 72: 285–292.
24. Walther and Houston's orthodontic notes : Walther, D. P. (David Philippe): Free Download, Borrow, and Streaming: Internet Archive (n.d.). . Available at: <https://archive.org/details/waltherhoustonso0000walt>. [Accessed: 20 April 2024].
25. Hutchinson EF, L'Abbé EN, Oettlé AC (2012). An assessment of early mandibular growth. *Forensic science international* 217: 233.e1-233.e6.
26. Schwartz JH, Tattersall I (2000). The human chin revisited: what is it and who has it? *Journal of human evolution* 38: 367–409.
27. Smartt JM, Low DW, Bartlett SP (2005). The pediatric mandible: I. A primer on growth and development. *Plastic and reconstructive surgery* 116: 258.
28. Lipski M, Tomaszewska IM, Lipska W, Lis GJ, Tomaszewski KA (2013). The mandible and its foramen: anatomy, anthropology, embryology and resulting clinical implications. *Folia morphologica* 72: 285–292.
29. Juodzbaly G, Wang H-L, Sabaly G (2010). Anatomy of Mandibular Vital Structures. Part II: Mandibular Incisive Canal, Mental Foramen and Associated Neurovascular Bundles in Relation with Dental Implantology. *Journal of oral & maxillofacial research* 1.
30. Juodzbaly G, Wang H-L, Sabaly G (2010). Anatomy of mandibular vital structures. Part I: mandibular canal and inferior alveolar neurovascular bundle in relation with dental implantology. *Journal of oral & maxillofacial research* 1.
31. Merrot O, Vacher C, Merrot S, Godlewski G, Frigard B, Goudot P (2005). Changes in the edentate mandible in the elderly. *Surgical and radiologic anatomy : SRA* 27: 265–270.
32. Lyros I, Makrygiannakis MA, Lykogeorgos T, Ferdianakis E, Tsolakis AI (2021). Posterior Mandibular Displacement—A Systematic Review Based on Animal Studies. *Animals* 2021, Vol 11, Page 823 11: 823.
33. Carlson DS (2015). Evolving concepts of heredity and genetics in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 148: 922–938.

34. Petersson A (2010). What you can and cannot see in TMJ imaging – an overview related to the RDC/TMD diagnostic system. *Journal of Oral Rehabilitation* 37: 771–778.
35. Fuentes MA, Opperman LA, Buschang P, Bellinger LL, Carlson DS, Hinton RJ (2003). Lateral functional shift of the mandible: Part II. Effects on gene expression in condylar cartilage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 123: 160–166.
36. Kiliaridis S (2006). The Importance of Masticatory Muscle Function in Dentofacial Growth. *Seminars in Orthodontics* 12: 110–119.
37. Kiliaridis S (1995). Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta odontologica Scandinavica* 53: 196–202.
38. Oettlé AC, Ehlers R, Steyn M (2016). Changes in the mandibular angle during adulthood in South Africans. *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council* 28: 681–686.
39. Tallgren A, Solow B (1991). Age differences in adult dentoalveolar heights. *European journal of orthodontics* 13: 149–156.
40. SOIKKONEN K, WOLF J, AINAMO A, QIUFEI X (1995). Changes in the position of the mental foramen as a result of alveolar atrophy. *Journal of oral rehabilitation* 22: 831–833.
41. Ingervall B (1976). Functionally optimal occlusion: the goal of orthodontic treatment. *American journal of orthodontics* 70: 81–90.
42. Arinci Anatomi 1. Cilt 2014 | PDF (n.d.). . Available at: <https://www.scribd.com/document/465144240/Arinci-Anatomi-1-Cilt-2014>. [Accessed: 20 April 2024].
43. Mezey SE, Müller-Gerbl M, Toranelli M, Türp JC (2022). The human masseter muscle revisited: First description of its coronoid part. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft* 240.
44. Muscles of mastication: Anatomy, functions, innervation | Kenhub (n.d.). . Available at: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/the-muscles-of-mastication>. [Accessed: 20 April 2024].

45. Frost HM (1990). Skeletal structural adaptations to mechanical usage (SATMU): 1. Redefining Wolff's Law: The bone modeling problem. *The Anatomical Record* 226: 403–413.
46. Siddiqui JA, Partridge NC (2016). Physiological Bone Remodeling: Systemic Regulation and Growth Factor Involvement. *Physiology (Bethesda, Md)* 31: 233–245.
47. Delaisse J-M (2014). The reversal phase of the bone-remodeling cycle: cellular prerequisites for coupling resorption and formation. *BoneKEY reports* 3.
48. Everts V, Delaissé JM, Korper W, Jansen DC, Tigchelaar-Gutter W, Saftig P, Beertsen W (2002). The Bone Lining Cell: Its Role in Cleaning Howship's Lacunae and Initiating Bone Formation.
49. Schaffler MB, Cheung WY, Majeska R, Kennedy O (2014). Osteocytes: master orchestrators of bone. *Calcified tissue international* 94: 5–24.
50. Yushkevich PA, Piven J, Hazlett HC, Smith RG, Ho S, Gee JC, Gerig G (2006). User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *NeuroImage* 31: 1116–1128.
51. Tabachnick BG, Fidell LS (2019). *Using Multivariate Statistics* Title: Using multivariate statistics.
52. [PDF] SPSS survival manual : a step by step guide to data analysis using SPSS for Windows | Semantic Scholar (n.d.). Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/SPSS-survival-manual-%3A-a-step-by-step-guide-to-data-Pallant/c85844729d8d2041f72f8668a45933610da237e2>. [Accessed: 20 April 2024].
53. Fuat M, Yaşar T, Baskı B 9 (2021). Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. doi:10.14527/9786053640875.
54. Kotantoula G, Tsolakis IA, Lyros I, Makrygiannakis MA, Kanareli C, Dalampira M, Tsolakis AI (2023). Effects on Facial Growth Following Masseter Muscle Resection in Growing Rats-A Systematic Review. *Animals : an open access journal from MDPI* 13.
55. Sci-Hub | Masseter Muscle Thickness Measured by Ultrasonography and its Relation to Facial Morphology. *Journal of Dental Research*, 70(9), 1262–1265 |

- 10.1177/00220345910700090601 (n.d.). Available at: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1177/00220345910700090601>. [Accessed: 21 April 2024].
56. Quiudini PR, Pozza DH, Pinto A dos S, de Arruda MF, Guimarães AS (2017). Differences in bite force between dolichofacial and brachyfacial individuals: Side of mastication, gender, weight and height. *Journal of prosthodontic research* 61: 283–289.
 57. Tircoveluri S, Singh JR, Rayapudi N, Karra A, Begum M, Challa P (n.d.). Correlation of Masseter Muscle Thickness and Intermolar....Saritha T et al Correlation of Masseter Muscle Thickness and Intermolar Width-An Ultrasonography Study. *Journal of International Oral Health* 5: 28–34.
 58. Tsolakis IA, Verikokos C, Perrea D, Alexiou K, Gizani S, Tsolakis AI (2022). Effect of Diet Consistency on Rat Mandibular Growth: A Geometric Morphometric and Linear Cephalometric Study. *Biology 2022, Vol 11, Page 901* 11: 901.
 59. Soyoye OA, Otuyemi OD, Kolawole KA, Ayoola OO (2018). Relationship between masseter muscle thickness and maxillofacial morphology in pre-orthodontic treatment patients. *International orthodontics* 16: 698–711.
 60. Ng HP, Foong KWC, Ong SH, Goh PS, Huang S, Liu J, Nowinski WL (2009). Quantitative analysis of human masticatory muscles using magnetic resonance imaging. *Dento maxillo facial radiology* 38: 224–231.
 61. Sci-Hub | Ultrasound imaging of the masseter muscle in myotonic dystrophy patients. *Journal of Oral Rehabilitation*, 22(8), 619–625 | 10.1111/j.1365-2842.1995.tb01059.x (n.d.). Available at: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1995.tb01059.x>. [Accessed: 22 April 2024].
 62. Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology | The Angle Orthodontist (n.d.). Available at: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/68/3/233/57243/Relationship-between-masticatory-muscle-activity>. [Accessed: 22 April 2024].