Mesude DEMİROĞLU

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

2026-ÇANAKKALE

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DİŞ ÇÜRÜĞÜ VE RESTORASYONUNUN MASSETER KAS GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ULTRASONOGRAFİK GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mesude DEMİROĞLU

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Berkant SEZER

İKİNCİ DANIŞMAN

Prof. Dr. Hakan EREN

2026-ÇANAKKALE

T.C
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DİŞ ÇÜRÜĞÜ VE RESTORASYONUNUN MASSETER KAS GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ULTRASONOGRAFİK GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mesude DEMİROĞLU

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Berkant SEZER

İKİNCİ DANIŞMAN
Prof. Dr. Hakan EREN

2026-ÇANAKKALE

ONAY

Mesude DEMİROĞLU tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği** ile Pedodonti Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir. 09/01/2026

İmza

Üye : Doç. Dr. Berkant SEZER
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Burak ÇARIKÇIOĞLU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Hakan EREN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Bu tez, 16/01/2026 tarih ve 2026-1/6 sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi
Kurum Yöneticisi

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Mesude DEMİROĞLU

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimin ilk gününden itibaren bilgi, deneyim ve akademik desteğini her zaman yanımda hissettiğim; sabrı, anlayışı ve yol gösterici yaklaşımıyla bu tez çalışmasının her aşamasında katkı sunan, birlikte çalışmaktan onur ve mutluluk duyduğum tez danışmanım ve değerli hocam Doç. Dr. Berkant SEZER'e,

Tez çalışmam süresince ultrasonografik görüntüleme ve değerlendirme aşamalarında bilgi, deneyim ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim; yönlendirmeleri ve katkılarıyla çalışmamın ilerlemesine büyük katkı sağlayan Prof. Dr. Hakan EREN'e,

Eğitimim süresince gerek bilgi birikimleri gerekse akademik tecrübeleri ile her zaman destek olan, katkı ve önerileriyle mesleki gelişimime önemli katkılar sağlayan Doç. Dr. Burak ÇARIKÇIOĞLU'na,

Eğitim sürecim boyunca sunduğu katkılar için Dr. Öğr. Üyesi Makbule Buse DÜNDAR SARI'ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte güldüğümüz, eğlendiğimiz, desteğini her zaman hissettiğim ve bu süreci benim için çok daha kolay ve keyifli hale getiren asistan arkadaşlarıma, bölüm teknikerlerine ve personeline,

Hayatımın her aşamasında sevgileri, destekleri ve fedakârlıklarıyla daima yanımda olan, bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan sevgili aileme,

Hayatımın en zor, en dağınık ve en yorucu dönemlerinde bile yanımda duran; bazen hiçbir şey söylemeden yalnızca varlığıyla bana iyi gelen, bazen de beni kendime getiren konuşmalarıyla toparlayan, stresimi, gözyaşımı ve kahkahamı benimle birlikte yaşayan canım dostum Asiye KILIÇ'a,

sonsuz teşekkürler.

Mesude DEMİROĞLU

ÖZET

Amaç: Tek taraflı diş çürüğü bulunan çocuklarda, çiğneme fonksiyonundaki olası değişikliklere bağlı olarak çiğneme kaslarında fonksiyonel adaptasyonların ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, 6–12 yaş aralığında tek taraflı diş çürüğü bulunan çocuklarda restoratif tedavi öncesi ile tedaviden 3 ve 6 ay sonra, çürük bulunan ve bulunmayan taraftaki masseter, temporalis ve anterior digastrik kas kalınlıklarını ultrasonografi (USG) ile değerlendirmek ve masseter kas elastisitesini elastografi tabanlı renk (RGB) analizi ile incelemektir.

Yöntem: Çalışmaya 25 çocuk dahil edilmiştir. Ağız içi muayenelerde çürük şiddeti ICDAS-II, CAST ve PUFA indeksleri ile değerlendirilmiş; DMFT ve dmft değerleri kaydedilmiştir. Restoratif tedavi öncesinde (T0) ve tedaviden 3 ay (T1) ve 6 ay (T2) sonra, bilateral masseter, temporalis ve anterior digastrik kasların istirahat ve kontraksiyon durumlarındaki kalınlıkları ultrasonografi ile ölçülmüştür. Masseter kasa ait elastografi görüntülerinden kırmızı, yeşil ve mavi renk alan analizleri gerçekleştirilmiştir. Veriler nonparametrik istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir.

Bulgular: Masseter, temporalis ve anterior digastrik kas kalınlıklarında hem çürük bulunan hem de bulunmayan tarafta T0, T1 ve T2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ($p > 0,05$). Masseter kas elastisitesine ait RGB analizlerinde çürük bulunan tarafta anlamlı bir değişiklik gözlenmezken ($p > 0,05$), çürük bulunmayan tarafta bazı elastisite parametrelerinde zamanla anlamlı değişiklikler belirlenmiştir ($p < 0,05$). ICDAS-II gruplarına göre yapılan karşılaştırmalarda, kontraksiyon sırasında ölçülen yeşil elastisite değerlerinde anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p < 0,05$). Ayrıca yaş ile çürük bulunmayan tarafta masseter kasının dinlenme durumundaki kırmızı elastisite değeri arasında zayıf düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur.

Sonuç: Tek taraflı diş çürüğünün kısa ve orta vadede çiğneme kaslarının kalınlığı üzerinde belirgin bir morfolojik değişime yol açmadığı, ancak özellikle çürük bulunmayan tarafta masseter kasının elastik özelliklerinde fonksiyonel adaptasyonları yansıtan değişikliklerin ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Ultrasonografi ve elastografi yöntemleri, pediatrik yaş grubunda mastikatör kasların fonksiyonel değerlendirilmesinde güvenilir ve tamamlayıcı araçlar olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: diş çürüğü, masseter kası, ultrasonografi, elastografi

ABSTRACT

Objective: Unilateral dental caries may alter chewing function and lead to functional adaptations in masticatory muscles. This study aimed to evaluate ultrasonographic changes in the thickness of the masseter, temporalis, and anterior digastric muscles, and to analyze masseter muscle elasticity using elastography-based RGB analysis, in children with unilateral dental caries before and after restorative treatment.

Method: A total of 25 children aged 6–12 years with unilateral dental caries were included. Caries severity was assessed using the ICDAS-II, CAST, and PUFA indices, and DMFT/dmft scores were recorded. Ultrasonographic measurements of bilateral masseter, temporalis, and anterior digastric muscle thicknesses were performed at rest and during contraction before restorative treatment (T0), and at 3 months (T1) and 6 months (T2) after treatment. Masseter muscle elasticity was evaluated using elastography, and red, green, and blue (RGB) color area analyses were conducted. Data were analyzed using nonparametric statistical methods.

Results: No statistically significant changes were observed in the thickness of the masseter, temporalis, or anterior digastric muscles on either the carious or non-carious side across T0, T1, and T2 ($p > 0.05$). In elastography analyses, no significant changes were detected in RGB parameters on the carious side ($p > 0.05$). However, on the non-carious side, significant time-dependent changes were observed in certain elasticity parameters ($p < 0.05$). During contraction, green elasticity values significantly decreased from T0 to T1 and T2, while blue values significantly increased ($p < 0.05$). At rest, red elasticity values were significantly higher at T1 compared to T0 and T2 ($p < 0.05$). Additionally, a weak positive correlation was found between age and resting red elasticity values of the masseter muscle on the non-carious side.

Conclusion: Unilateral dental caries did not induce significant short- or mid-term morphological changes in masticatory muscle thickness. However, elasticity changes in the masseter muscle—particularly on the non-carious side—may reflect functional adaptations. Ultrasonography and elastography appear to be reliable and complementary tools for functional assessment of masticatory muscles in pediatric populations.

Key Words: dental caries, masseter muscle, ultrasonography, elastography

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....**i**
ABSTRACT.....**ii**
İÇİNDEKİLER.....**iii**
SİMGELER ve KISALTMALAR.....**v**
ŞEKİLLER.....**vii**
TABLOLAR.....**ix**
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....**1**
2. GENEL BİLGİLER.....**3**
2.1. Diş Çürüğü ve Epidemiyolojisi.....**3**
2.2. Diş Çürüğü Etiyolojisi ve Risk Faktörleri.....**5**
2.3. Diş Çürüğü Epidemiyolojisinin Değerlendirilmesinde Kullanılan İndeksler.....**7**
2.3.1. DMF-T / DMF-S İndeksi (Decayed, Missing, Filled Teeth/Surface Index).....**7**
2.3.2. FS-T İndeksi (Filled and Sound Teeth).....**9**
2.3.3. SiC İndeksi (Significant Caries Index).....**11**
2.3.4. Nyvad Sistemi.....**13**
2.3.5. ICDAS I–II (Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi I/II)..**15**
2.3.6. PUFA (Pulp, Ulceration, Fistula, Abscess İndeksi).....**18**
2.3.7. CAST (Caries Assessment Spectrum and Treatment Index).....**20**
2.4. Çiğneme Sistemi ve Anatomisi.....**23**
2.3.1. Çiğneme Kasları.....**24**
2.3.1.1. Masseter Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu.....**25**
2.3.1.2. Temporalis Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu.....**26**
2.3.1.3. Medial Pterygoid Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu.....**27**
2.3.1.4. Lateral Pterygoid Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu.....**28**
2.3.1.5. Yardımcı Çiğneme Kasları Anatomisi ve Fonksiyonu.....**29**
2.3.2. Isırma Kuvveti ve Çiğneme Kasları.....**31**
2.3.3. Diş Çürüğünün Çene Eklemi ve Çiğneme Kaslarına Etkisi.....**33**
2.5. Çiğneme Kaslarını Görüntüleme ve Ölçüm Yöntemleri.....**36**
2.5.1. Diş Hekimliğinde Ultrasonografi.....**39**

2.5.1.1. Ultrasonografinin Avantajları ve Dezavantajları.....**41**
2.5.1.2. Ultrasonografi ile Çiğneme Kaslarının Değerlendirilmesi.....**41**
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....**44**
3.1. Etik Kurul Onayı ve Etik Prosedürler.....**44**
3.2. Örneklem Sayısı Belirleme.....**44**
3.3. Hasta Seçim Kriterleri.....**45**
3.3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....**45**
3.3.2. Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri.....**45**
3.4. Teşhis ve Muayene Süreci.....**46**
3.5. Ultrasonografik Görüntüleme ve Ölçüm Prosedürü.....**49**
3.6. Restorasyon Süreci.....**56**
3.7. Birincil ve İkincil Sonuç Ölçütleri.....**58**
3.8. İstatistiksel Analiz.....**59**
4. BULGULAR.....**60**
4.1. Masseter Kas Bulguları.....**61**
4.2. Temporalis Kas Bulguları.....**67**
4.3. Anterior Digastrik Kas Bulguları.....**68**
4.4. Korelasyon Analizi Bulguları.....**69**
5. TARTIŞMA.....**71**
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....**87**
KAYNAKLAR......**89**
EKLER.....**108**
EK-1. Etik Kurul Onay Formu.....**108**
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Onam Formu (Çocuk).....**110**
EK-3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Onam Formu (Veli).....**112**
ÖZGEÇMİŞ.....**116**

SİMGELER VE KISALTMALAR

% : Yüzde (Percentage)

ABD : Amerika Birleşik Devletleri (United States of Ameria)

BT : Bilgisayarlı Tomografi (Computed Tomography)

CAMBRA: Caries Management by Risk Assessment

CAST : Çürük Değerlendirme Spektrumu ve Tedavi İndeksi (Caries Assessment Spectrum and Treatment Index)

CN V_3 : Trigeminal Sinirin Mandibular Dalı (Cranial Nerve V_3)

DMFT/dmft : Çürük, Eksik ve Dolgulu Daimî/Süt Dişi Sayısı (Decayed, Missing, Filled Teeth)

DMF-S : Çürük, Eksik ve Dolgulu Yüzey Sayısı (Decayed, Missing, Filled Surfaces)

EÇÇ : Erken Çocukluk Çağı Çürüğü

EMG : Elektromiyografi (Electromyography)

FAI : Fonseca Anamnestik Indeksi

FS-T : Dolgulu ve Sağlam Diş İndeksi (Filled and Sound Teeth Index)

GA : Güven Aralığı (Confidence Interval)

ICC : Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (Intraclass Correlation Coefficient)

ICCMS : Uluslararası Çürük Sınıflama ve Yönetim Sistemi (International Caries Classification and Management System)

ICDAS : Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi (International Caries Detection and Assessment System)

IQR: Çeyrekler arası aralık (Interquartile range)

KIBT : Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (Cone Beam Computed Tomography)

kPa : Kilopaskal

κ (Kappa) : Kappa Güvenirlik Katsayısı

MHz : Megahertz

mm : Milimetre

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

n : Örneklem Sayısı

N : Newton

PAI : Periapikal İndeks (Periapical Index)

PRS : Pulpa Tutulumu – Kök – Sepsis İndeksi (Pulpal Involvement–Roots–Sepsis)

PUFA/pufa : Pulpa, Ülserasyon, Fistül ve Apse İndeksi (Pulpal involvement,

Ulceration, Fistula, Abscess)

RGB : Kırmızı–Yeşil–Mavi Renk Modeli (Red–Green–Blue)

ROI : İlgi Alanı (Region of Interest)

SE : Strain Elastografi

SS : Standart Sapma (Standard Deviation)

SiC : Anlamlı Çürük İndeksi (Significant Caries Index)

sEMG : Yüzeyel Elektromiyografi (Surface Electromyography)

SWE : Shear-Wave Elastografi

TME : Temporomandibular Eklem

UHFUS : Ultra yüksek frekanslı ultrasonografi

USG : Ultrasonografi

ŞEKİLLER

Şekil 2.4.1.1. Masseter kasının anatomik görünümü

Şekil 2.4.1.2. Temporalis kasının anatomik görünümü

Şekil 2.4.1.4. Lateral pterygoid kasının anatomik görünümü

Şekil 2.4.1.5. Digastrik kasın anatomik görünümü

Şekil 3.4.1.1. Kullanılan Hitachi Arietta 65 ultrasonografi cihazı

Şekil 3.4.1.2. Tedaviden hemen sonra masseter kası ultrasonografi görüntüleri (istirahat ve kontraksiyon)

Şekil 3.4.1.3. Tedavi sonrası masseter kası ultrasonografi görüntüleri (istirahat ve kontraksiyon)

Şekil 3.4.1.4. Tedaviden hemen sonrası temporal kası ultrasonografi görüntüleri (istirahat ve kontraksiyon)

Şekil 3.4.1.5. Tedavi sonrası anterior digastrik kası ultrasonografi görüntüleri (üst görselde sağ ve alt görselde sol)

Şekil 3.4.1.6. Strain-elastografi yöntemi ile masseter kasının elastisite ölçümü (istrahat ve kontraksiyon)

Şekil 3.6.1. Hastanın restorasyon öncesi intraoral görüntüsü (ICDAS skoru 5 olan sol mandibular birinci büyük azı dişi)

Şekil 3.6.2. Restoratif tedavisi tamamlanmış dişin ağız içi görüntüsü (ICDAS skoru 5 olan sol mandibular birinci büyük azı dişi)

Şekil 4.1.1. Çürük bulunan ve bulunmayan tarafta masseter kasına ait kırmızı elastisite değerlerinin kontraksiyon ve dinlenme durumlarında zaman içindeki değişimi

Şekil 4.1.2. Çürük bulunan ve bulunmayan tarafta masseter kasına ait yeşil elastisite parametrelerinin kontraksiyon ve dinlenme durumlarında zaman içindeki değişimi

Şekil 4.1.3. Çürük bulunan ve bulunmayan tarafta masseter kasına ait mavi elastisite parametrelerinin kontraksiyon ve dinlenme durumlarında zaman içindeki değişimi

TABLOLAR

Tablo 2.3.3.1. SiC Skorlama Sistemi

Tablo 2.3.4.1. Nyvad İndeksi Kodları ve Kriterleri

Tablo 2.3.5.1. ICDAS II Kriterleri

Tablo 2.3.6.1. PUFA İndeksi

Tablo 2.3.7.1. CAST İndeksi Çürük Değerlendirme Kriterleri

Tablo 3.4.1.1. Fonseca Anamnestik İndeksi

Tablo 4.1. Çalışma grubuna ait demografik ve klinik özelliklerin dağılımı

Tablo 4.1.1. Çürük bulunan ve bulunmayan taraf masseter kası kontraksiyon ve dinlenme kalınlıklarının ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

Tablo 4.1.2. Çürük bulunan ve bulunmayan taraf masseter kasının kontraksiyon ve dinlenme durumlarında elastisite (RGB analiz) ölçümlerinin ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

Tablo 4.2.1. Çürük bulunan ve bulunmayan taraf temporalis kası kontraksiyon ve dinlenme kalınlıklarının ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

Tablo 4.3.1. Çürük bulunan ve bulunmayan taraf anterior digastrik kasının dinlenme kalınlıklarının ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

Tablo 4.3.2. Yaş ve DMFT/dmft değerleri ile çürük bulunan ve bulunmayan taraf masseter, temporalis ve anterior digastrik kaslarına ait kalınlık ve elastisite ölçümleri arasındaki korelasyon ilişkileri

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Diş çürüğü, diş sert dokularında demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri arasındaki dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan, biyofilm aracılı, diyetle modüle edilen, çok faktörlü ve yaygın görülen bir hastalıktır (1,2). Tedavi edilmediğinde ağrıya, enfeksiyona, fonksiyon kaybına ve yaşam kalitesinde düşüşe yol açabilmektedir (3). Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre diş çürüğü, çocukluk çağının en yaygın kronik hastalıklarından biridir ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde görülme sıklığı artış göstermektedir (4).

Çürük yalnızca lokal doku kaybı ile sınırlı kalmayıp çiğneme fonksiyonunu, temporomandibular eklem (TME) sağlığını ve çene kaslarının morfolojisini de etkileyebilmektedir. Sürekli tek taraflı çiğnemeye bağlı olarak kas ve eklem yapısında bozulmalar görülebilmekte ayrıca çürük sıklığındaki artış ile TME semptomlarında paralel bir artış rapor edilmektedir (5,6).

Ağrılı veya fonksiyonsuz dişler, oklüzal temasın kaybına ve çiğneme kapasitesinde azalmaya yol açarak masseter ve temporalis kaslarında atrofi veya asimetrik aktiviteye neden olabilir. Literatürde, tedavi edilmemiş diş çürüklerinin çocuklarda çiğneme yeteneğini, maksimum ısırma gücünü ve çiğneme davranışını olumsuz etkileyebildiği, bunun da kraniyofasiyal gelişim üzerinde olumsuz sonuçlar doğurabileceği vurgulanmıştır (7-9).

Çiğneme kaslarının değerlendirilmesinde kullanılan görüntüleme yöntemleri arasında ultrasonografi (USG); iyonizan radyasyon içermemesi, yüksek çözünürlüklü yumuşak doku görüntülemesi sağlaması, taşınabilirliği ve maliyet etkinliği ile öne çıkmaktadır (10). Girişimsel olmayan ve tekrarlanabilir bir yöntem olması, kliniklerde hem araştırma hem de tanı süreçlerinde önemli bir avantaj sağlar. USG, masseter ve temporalis kaslarının kalınlık, morfoloji ve simetri durumlarının hem istirahat hem de kasılma anında güvenilir şekilde ölçülmesine olanak tanır. Böylece çiğneme fonksiyonunu etkileyebilecek patolojilerin erken dönemde tespit edilmesi mümkün olur (11).

Son yıllarda USG teknolojisine eklenen shear wave (enine dalga) elastografi gibi gelişmiş modüller, kasların mekanik özelliklerini nicel olarak değerlendirme imkânı

sunmaktadır. Elastografi, kas dokusunun elastisitesini kilopaskal (kPa) cinsinden ölçerek, kas sertliği ve esnekliği hakkında objektif veriler sağlar. Bu parametreler, inflamasyon, fibrozis, atrofi veya hipertrofi gibi yapısal değişikliklerin tespitinde biyobelirteç olarak kullanılabilmektedir (12,13).

Masseter ve temporalis kaslarının elastisite değerleri; tek taraflı çiğneme alışkanlıkları dental maloklüzyonlar, TME bozuklukları ve çürük kaynaklı fonksiyon kayıplarının değerlendirilmesinde klinik açıdan önemlidir. USG ve elastografi birlikte kullanıldığında, çiğneme kaslarının morfolojik ve biyomekanik özellikleri ayrıntılı olarak incelenebilmekte ve çocukluktan yetişkinliğe kadar farklı yaş gruplarında fonksiyonel ve yapısal analizler için güçlü bir tanı aracı ortaya çıkmaktadır (11,14).

Literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğu erişkin bireylerde yapılmış olup, çocuklarda tek taraflı diş çürüğünün çiğneme kaslarının morfolojisi ve fonksiyonu üzerindeki etkilerini uzun vadeli takip ile ortaya koyan araştırma mevcut değildir. Ayrıca kapsamlı literatür derlemeleri, çocuklarda tedavi edilmemiş diş çürüğünün çiğneme fonksiyonunu anlamlı şekilde olumsuz etkileyebildiğini bildirmektedir (7).

Bu araştırmanın amacı; 6-12 yaş aralığında, tek taraflı diş çürüğü bulunan çocuklarda, restoratif tedavi öncesi ile restoratif tedavi sonrasındaki 3. ve 6. aylarda masseter, temporalis ve anterior digastrik kas kalınlıklarının ve masseter kas elastisitesinin USG görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesidir. Elde edilen verilerle, diş çürüğü varlığı ile çiğneme fonksiyonu arasındaki ilişkinin ortaya konulması ve çocuk diş hekimliğinde önleyici ve tedavi edici yaklaşımlara katkı sağlanması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, araştırmanın temel sıfır hipotezi tek taraflı diş çürüğü ile diş çürüğünün restoratif tedavisinin masseter kas kalınlığında farklı zamanlarda anlamlı düzeyde değişiklik oluşturacağı yönünde kurgulanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Çürüğü ve Epidemiyolojisi

Diş çürükleri, biyofilm aracılı, diyetle modüle edilmiş, çok faktörlü, bulaşıcı olmayan, diş sert dokularında mineral kaybına yol açan dinamik bir hastalıktır (1,2). Esas olarak diş yüzeyindeki demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri arasındaki dengesizliğin sonucu olarak ortaya çıkar ve dünya çapında diş kaybı ile ağrının başlıca nedenlerinden biridir (3).

Demineralizasyon, mine dokusunu oluşturan hidroksiapatit kristallerinin asidik pH etkisiyle çözünmesi sonucu gelişir ve zamanla mine ile dentinde yapısal kayıplara yol açar. Remineralizasyon, demineralize mine dokusunda oluşan kristal boşluklarına kalsiyum ve fosfat iyonlarının yeniden entegre edilmesi sürecidir. Bu iyonlar genellikle tükürük veya topikal ajanlar (ör. florür) aracılığıyla sağlanır. Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsü; biyolojik (tükürük akışı, diş yapısı, mikrobiyal flora), davranışsal (diyet, ağız bakım alışkanlıkları), psikososyal (eğitim seviyesi, sağlık bilinci) ve çevresel (florürlü su, sağlık hizmetlerine erişim) faktörlerden etkilenir (15,16).

Çürük lezyonları hastalığın klinik belirtisidir; ancak sürecin başlangıcını kesin olarak yansıtmaz (16). Bu nedenle yalnızca kavitasyon oluşmuş lezyonları tespit edip restore etmeye odaklanan geleneksel tedavi yaklaşımı, hastalığın önlenmesinde yetersiz kalmaktadır. Erken dönemde etiyolojik faktörlerin (ör. şeker tüketimi) kontrol altına alınması ve remineralizasyonu destekleyici uygulamaların (ör. florür tedavisi) yapılması, çürüğün önlenmesi ve hatta geri döndürülmesi açısından kritik öneme sahiptir (17).

Ağız hijyeni sağlama konusundaki teknolojik gelişmelere ve farkındalık çabalarına rağmen dentin hassasiyetinde artış ve çürük insidansındaki yükselme, küresel ölçekte halen önemli bir halk sağlığı sorunu olarak devam etmektedir (18). Epidemiyolojik veriler, diş çürüğü prevalansının ülkeler, bölgeler ve sosyoekonomik durumlar arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çin'de yapılan 27 çalışmanın dahil edildiği geniş ölçekli bir meta-analizde, 3-5 yaş dönemi okul öncesi çocuklarda çürük prevalansı %59,3 olarak bulunmuş, dolgu oranı ise yalnızca %5,7

olarak rapor edilmiştir. Yaş ilerledikçe çürük sıklığı artmış; 3 yaşta %46,9 iken, 5 yaşta %67,3'e ulaşmıştır. Bölgesel olarak en yüksek prevalans Kuzeybatı Çin'de (%68,6), en düşük ise Merkez Çin'de (%49,1) tespit edilmiştir (19).

Guangzhou'da 14.883 çocuğu kapsayan bir çalışmada ise 3 yaş grubunda çürük prevalansı %41,6, 4 yaşta %57,1 ve 5 yaşta %65,2 olarak bulunmuş; daimî diş sürme durumuna göre çürük dağılımında anlamlı farklılıklar saptanmıştır (20).

Küresel düzeyde 49 ülkeden 100 çalışmanın dahil edildiği bir meta-analizde erken çocukluk çağı çürüğü (EÇÇ) prevalansı %49 olarak rapor edilmiştir. En düşük prevalans Japonya (%20,6) ve Yunanistan'ta (%19,3), en yüksek ise Orta Doğu'da (%72) görülmüştür. Düşük milli gelire sahip ülkelerde prevalansın daha yüksek olduğu belirlenmiştir (21). Ayrıca çürüğün düşük gelir, dezavantajlı bölgede yaşama ve eğitim seviyesinin düşüklüğü gibi çok düzeyli sosyal eşitsizliklerle yakından ilişkili olduğu; yapısal ve toplumsal düzeydeki eşitsizliklerin çürük şiddetini artırdığı bildirilmiştir (22).

Başka bir meta-analizde, süt dişlerindeki çürük prevalansı %46,2, daimî dişlerde ise %53,8 olarak bulunmuş; kıtalar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (23). 14 ülke ve bölgeden elde edilen verilere göre, 5 yaşındaki çocuklarda EÇÇ prevalansı %7 (Nijerya) ile %90 (Endonezya) arasında değişmektedir. Bazı ülkelerde EÇÇ'yi hedef alan ulusal sağlık politikaları veya ücretsiz çocuk diş sağlığı programları bulunmamakta; su floridasyonu yalnızca birkaç ülkede uygulanmaktadır (24).

Türkiye'deki ağız-diş sağlığı profili üzerine yapılan güncel epidemiyolojik veriler, diş çürüğü prevalansının hem yüksek hem de toplumsal değişkenlerle güçlü şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Orhan ve arkadaşlarının, Üçüncü Ulusal Ağız Sağlığı Anketi'nden elde ettikleri verilerde, Türkiye genelinde 2018 yılı itibarıyla diş çürüğünün prevalansı %76,5 (%95 Güven Aralığı [GA]: %75,4-%77,7) olarak bildirilmiş; yaş, anne eğitim düzeyi, son bir yıl içinde diş hekimi ziyareti ve ağrı-rahatsızlık geçmişi gibi sosyodemografik ve davranışsal faktörlerin çürük oluşumuyla belirgin ilişkisi saptanmıştır (25). Ayrıca Erzurum'da 4-5 yaş grubundaki okul öncesi çocuklarda yapılan kesitsel çalışmada EÇÇ prevalansı %73,3 olarak belirlenmiş; bu çalışmada deft indeksi 3,9 ± 4,0, tedavi gereksinimi oranı ise %93,5 seviyesinde bulunmuştur (26). Trakya bölgesinde yapılan daha küçük örneklemli çalışmalarda da

EÇÇ oranlarının %60-70 bandında olduğu raporlanmış, özellikle düşük sosyoekonomik düzey ve düşük ebeveyn eğitimi ile EÇÇ riskinin belirgin şekilde arttığı görülmüştür (27,28).

Diş tipine göre dağılım incelendiğinde, süt dişlerinde en yüksek çürük oranı üst santral kesiciler ve alt ikinci azılar üzerinde görülmekte; lezyonların çoğunlukla azı dişlerin oklüzal yüzeylerinde yoğunlaştığı, alt ön dişlerin lingual yüzeylerinin ise en az etkilendiği bildirilmektedir. Daimî dişler değerlendirildiğinde ise en sık etkilenen dişlerin birinci büyük azılar olduğu çeşitli epidemiyolojik çalışmalarla ortaya konmuştur. Çin'de 6-8 yaş arası çocuklarda yapılan geniş örneklemli bir araştırmada birinci büyük azı çürük prevalansı %20,4'ten %29'a yükselmiş; kız çocuklarında ve kırsal bölgelerde daha yüksek oranlar rapor edilmiştir (29). Benzer şekilde Hindistan'da 6 ve 13 yaş grubunda yapılan çalışmada çürüklerin en sık mandibular birinci molarlarda gözlendiği, bunu üst birinci ve ikinci molarların takip ettiği bildirilmiştir. Bu bulgular hem süt hem de daimî dişlerde çürük dağılımının belirli diş tiplerinde yoğunlaştığını ve özellikle büyük azıların çürük açısından yüksek risk taşıdığını göstermektedir (30).

Günümüzde, tedavi edilmediğinde enfeksiyon, ağrı ve diş kaybına yol açan en yaygın hastalıklardan biri olarak kabul edilen diş çürüğünün yaygınlığını düşürmek, önleyici ve tedavi edici diş hizmetlerinin etkinliğini değerlendirmek, çürük önleyicilerin seçici kullanımını planlamak ve yüksek riskli gruplara yönelik hizmetleri güçlendirmek amacıyla erken değerlendirme büyük önem taşımaktadır (31).

2.2. Diş Çürüğü Etiyolojisi ve Risk Faktörleri

Küresel ölçekte çocuklarda en yaygın kronik hastalık olan diş çürükleri, özellikle sosyoekonomik düzeyi düşük bölgelerde ciddi bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmaktadır. Yapılan sistematik derlemelerde, diş çürüğü ile ilişkili en güçlü risk faktörlerinin mine defekti varlığı, dentin çürüğü mevcudiyeti ve yüksek düzeyde *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) kolonizasyonu olduğu gösterilmiştir. Yüksek gelirli ülkelerde dentin çürüğü varlığı EÇÇ riskini yaklaşık dört kat artırırken, *S. mutans* seviyeleri de benzer şekilde güçlü bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır (32). Üst-orta gelirli ülkelerde ise mine defekti varlığı, diş çürüğü gelişiminde en belirgin risk faktörü olarak öne çıkmıştır. Ayrıca, oklüzal plak miktarı

arttıkça toplam bakteri yükü ve *S. mutans* düzeyi artmakta, bu durum Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi (The International Caries Detection and Assessment System / ICDAS) skorları ile pozitif korelasyon göstermektedir. Bununla birlikte, diş çürüğü gelişiminde diyetin önemli rolü olduğu; özellikle yüksek şeker tüketimi ve yetersiz ağız hijyeni alışkanlıklarının riski anlamlı ölçüde artırdığı birçok çalışmada ortaya konmuştur (33).

Düşük ve orta gelirli ülkelerde, şekerli içecek tüketimi çürük riskini iki katına çıkarırken, düzenli ve doğru fırçalama alışkanlığı riski %35 oranında azaltmaktadır. Ayrıca, ebeveyn veya bakım verenlerin çocukların diş fırçalamasına yardımcı olması, çürük riskini %65 oranında azaltan koruyucu bir faktör olarak tanımlanmıştır (34).

Çin'de yürütülen ulusal düzeydeki epidemiyolojik çalışmalar, diş çürüğünün düşük gelirli ailelerde belirgin şekilde daha yaygın olduğunu ve bu sosyoekonomik eşitsizlikte hane halkı gelir düzeyi, ebeveyn eğitim seviyesi ve yaşam alanlarının en önemli belirleyiciler olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, çok boyutlu yoksulluk göstergeleri kullanılarak yapılan analizler, tek başına parasal yoksulluğun diş çürüğü dağılımını yeterince açıklayamadığını; gıda, barınma, eğitim ve bilgiye erişim gibi göstergelerin birlikte değerlendirildiğinde diş çürüğü prevalansındaki varyasyonun daha iyi açıklandığını ortaya koymuştur. Özellikle gecekondularda yaşayan çocuklarda diş çürüğü görülme oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (35).

Peru'da yapılan kesitsel bir araştırma ise diş çürüğünün yalnızca sosyoekonomik faktörlerle değil, aynı zamanda hematolojik ve beslenme durumuyla da ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Düşük hemoglobin seviyeleri, düşük aile geliri, anne/bakıcı eğitim düzeyinin yetersizliği, düşük fırçalama sıklığı ve yüksek şeker tüketimi, diş çürüğü ile anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuştur. Özellikle günde birden fazla şekerli gıda tüketimi diş çürüğü riskini yaklaşık beş kat artırırken, günde iki kez fırçalama alışkanlığı riski belirgin ölçüde azaltmaktadır (36). Tüm bu bulgular, diş çürüğünün multifaktöriyel yapısını ve bireysel, mikrobiyolojik, davranışsal, beslenme ve sosyoekonomik faktörlerin birbirleriyle etkileşim içinde olduğunu açıkça göstermektedir. Bu nedenle diş çürüğü ile mücadelede yalnızca klinik tedavilere odaklanmak yerine, erken koruyucu stratejiler, toplum temelli ağız sağlığı programları, ebeveyn eğitimi ve beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi gibi çok yönlü yaklaşımlar hayata geçirilmelidir (31).

2.3. Diş Çürüğü Epidemiyolojisinin Değerlendirilmesinde Kullanılan İndeksler

Toplum sağlığı perspektifinde, diş çürüğünün hastalık yükünün doğru ve sistematik şekilde değerlendirilmesi hem koruyucu sağlık politikalarının şekillenmesinde hem de kaynak dağılımının etkin gerçekleştirilmesinde kritik öneme sahiptir (37). Özellikle çocukluk çağı çürük prevalansı, dünya genelinde okul öncesi dönemde görülen çocukların neredeyse yarısına yaklaşmakta ve bu durum çürük epidemiyolojisinin temel yapıtaşlarından birini oluşturmaktadır (38). Bu çerçevede, epidemiyolojik çalışmaların temelinde yer alan indeksler; sadece çürüğün varlığını değil, aynı zamanda yaygınlığını, şiddetini ve tedavi gereksinimlerini de ölçmeyi amaçlar (39,40). Tarihsel olarak en yaygın kullanılan araçlardan biri olan Decayed, Missing, Filled - Teeth (DMFT/dmft) indeksi, tartışmasız şekilde alan araştırmalarında, toplum temelli çalışmaların ve ulusal epidemiyolojik veri karşılaştırmalarının bel kemiğini oluşturmuştur (39,40). Ancak bu klasik indeks, yalnızca kavitasyon oluşturmuş lezyonları dikkate aldığından erken evre çürükleri tespit etmede sınırlı kalabilmektedir (40).

Günümüzde epidemiyolojik çalışmaların yönelimi, yalnızca kaviteli lezyonları değil, erken evre çürükleri de kapsamlı şekilde değerlendirebilen, tedavi gereksinimi ve komplikasyon düzeyini de yakalayabilen yeni indeks yaklaşımlarına doğru evrilmektedir. Bu yeni indeks yaklaşımı hem bireysel klinik müdahalelerde hem de ulusal düzeyde halk sağlığı stratejilerinde etkinliğin artırılmasına katkı sağlamaktadır (39,38).

2.3.1. DMF-T / DMF-S İndeksi (Decayed, Missing, Filled Teeth/Surface Index)

DMF-T ve DMF-S (Decayed, Missing, Filled Surface) indeksleri, bireyin daimî dişlerinde çürük (Decay/D), çürük nedeniyle kaybedilmiş (Missing/M) ve restorasyon yapılmış (Filled/F) dişlerinin sayısını ya da yüzeylerini hesaplayarak ağız sağlığı statüsünü epidemiyolojik ölçekte değerlendiren en yaygın kullanılan araçlardır; T (Teeth) diş bazlı, S (Surface) ise yüzey bazlı değerlendirmedir (41). İlk kez Klein ve arkadaşları tarafından tanımlanan bu sistem, Bödecker tarafından yüzey dikkate alınarak genişletilmiş ve yarım yüzyılı aşkın süreyle halk sağlığı çalışmalarında altın standart olarak kullanılmıştır (42).

Uygulama sırasında muayenede kullanılan protokol oldukça pratiktir: dental ayna ve yuvarlak uçlu sond yardımıyla her diş ya da yüzey yalnızca bir kez "D", "M" ya da "F" olarak puanlanır. Örnek olarak, restorasyonlu ve üzerinde çürük olan bir dişte yalnızca "F" skoru kullanılmaktadır. Süt dişleri için küçük harflerle gösterilen dmft/dmfs formu; karışık dişlenme döneminde ise "def" gibi modifiye edilerek uygulanabilmektedir (41).

DMF-T/S indeksi dünyanın her yerinde epidemiyolojik çalışmalarda, ulusal ağız sağlığı programlarında ve karşılaştırmalı analizlerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu indeks sayesinde farklı yaş, coğrafya ve sosyoekonomik gruplar arasında tutarlı karşılaştırmalar yapılabilmektedir. Örneğin, Arap bölgesinde yapılan meta-analizlerde çocuklarda ortalama DMFT skoru 1,68 ve %72,6 prevalans bulunduğu bildirilmiş; Tanzanya'da yetişkinlerde ortalama DMFT 4,63, çürük deneyimi oranı ise %76,6 olarak raporlanmıştır (43). Bu indeksin en belirgin avantajları; kolay uygulanabilirlik, saha koşullarına uygunluk, maliyet etkinliği ve epidemiyolojik geçerliliğe olan yüksek katkısıdır. Ayrıca, ulusal ve uluslararası veri karşılaştırmalarını mümkün kılması sağlık planlamasında önemli bir avantajdır. Bununla birlikte bazı ciddi sınırlamaları da vardır. DMF-T/S yalnızca kavitasyonlu lezyonları dikkate alır; kavitesiz erken çürükleri dışladığı için çürük yükünü genellikle düşük gösterme eğilimindedir. Diğer bir sınırlama ise "M" bileşeniyle ilgilidir: çekilen bir dişin yüzey sayısının tahmin edilmesi, veri tutarlılığı açısından hataya yol açabilir. Ayrıca diş çekiminin neden olduğu (çürük sebebi dışındaki faktörler) veya ilgili dişin konjenital olarak eksik olup olmadığının, sağlık sistemlerinin yeterince gelişmediği ülkelerde yalnızca geriye dönük hatırlama yöntemiyle not edilmesi önemli bir dezavantajdır. Ayrıca çürük, eksik veya dolgulu dişe eşit ağırlık verilmektedir; bu da klinik öneme sahip farklı lezyonları aynı katagorik ağırlıkta değerlendirmeye neden olur. Tedavi sonrasında indeks skorunun değişmemesi gibi geri dönüşümsüz yapısı da önemli bir dezavantajdır (41).

Güncel literatür, DMF-T/DMF-S indeksinin sınırlamalarını açıkça ortaya koymakta; özellikle bu indeksin çürük prevalansını düşük gösterme eğiliminde olduğu, erken evre lezyonları tespit etmede yetersiz kaldığı ve çürük progresyonunun tüm spektrumunu yansıtamadığına dikkat çekilmektedir. Örneğin, Lübnan'da 7-9 yaş grubu çocuklarda yapılan bir çalışmada birinci daimî molardaki çürük prevalansı, DMFT ile yalnızca

%64,4 olarak bulunmuşken, ICDAS II ile bu oran %71,5 ve Çürük Değerlendirme Spekturumu ve Tedavisi (Caries Assessment Spectrum and Treatment / CAST) indeksi ile %71 olarak tespit edilmiştir. Bu fark, yeni indekslerin (ICDAS II, CAST) hem kavitasyonsuz hem de kavitasyonlu lezyonları kapsaması sayesinde klinik teşhisi ve halk sağlığı planlamasını daha bütüncül hale getirdiğini göstermektedir Dolayısıyla, DMF-T/DMF-S indeksi tarihsel ve pratik değer taşısa da erken teşhis, tedavi ihtiyacı ve komplikasyon seviyesine dair daha doğru değerlendirme yapma adına modern indekslere geçiş eğilimi giderek artmaktadır (44, 45).

2.3.2. FS-T İndeksi (Filled and Sound Teeth)

Dolgulu ve Sağlıklı Dişler (Filled and Sound Teeth / FS-T) indeksi, klasik çürük ölçüm yöntemlerinden farklı olarak yalnızca hastalık yükünü değil, aynı zamanda tedavi başarısını ve fonksiyonel ağız sağlığını ölçmeyi amaçlayan modern bir göstergedir. Geleneksel DMFT indeksi, çürük, kayıp ve dolgulu dişlerin toplamına odaklanırken, FS-T sağlam (sound / S) ve dolgulu (filled / F) dişlerin toplamını dikkate alarak bireyde fonksiyonel olarak kullanılabilir durumda olan dişlerin sayısını yansıtır. Bu yaklaşım, ağız sağlığını yalnızca patolojik bir problem olarak değil, bireyin fonksiyonel kapasitesi açısından da değerlendirme olanağı verir. Başka bir deyişle, FS-T indeksi ağız sağlığına bütüncül bir pencere açar: hem koruyucu uygulamaların başarısını hem de restoratif tedavilerin etkinliğini aynı anda ölçebilmekte, böylece yalnızca kayıplara değil, "korunmuş ve kullanılabilir" diş varlığına odaklanmaktadır (46).

FS-T'nin önemli avantajlarından biri, toplum ağız-diş sağlığının gelişimini değerlendirmede daha pozitif ve motive edici bir gösterge sunmasıdır. Örneğin, Almanya'da 1989 ile 2005 yılları arasında yapılan ulusal ağız sağlığı taramalarında FS-T değerleri belirgin bir artış göstermiş; bu artış özellikle düzenli diş hekimine giden, yüksek eğitim düzeyine sahip bireylerde daha da dikkat çekici bulunmuştur. Bu bulgular, FS-T indeksinin yalnızca çürük yükünü değil, aynı zamanda ağız sağlığı hizmetlerinin kalitesini ve restoratif tedaviye erişim düzeyini de yansıttığını ortaya koymuştur (47). Buna ek olarak, FS-T'nin uluslararası karşılaştırmalarda ülkelerin gerçek ağız sağlığı seviyelerini DMFT'den farklı bir biçimde sıralayabildiği görülmüştür. Namal ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, bazı ülkeler DMFT'ye göre alt sıralarda yer alırken, FS-T'ye göre üst sıralara yükselmiştir. Bu durum, DMFT'nin yalnızca hastalık yükünü öne çıkarırken FS-T'nin fonksiyonel kapasiteyi

dikkate almasının farklı epidemiyolojik sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Böylece FS-T, gelişmiş toplumlarda ağız sağlığını daha iyi yansıtırken, gelişmekte olan toplumlarda çürük yükünü olduğundan düşük gösterebilir (48). Öte yandan, FS-T indeksinin sınırlılıkları da vardır. Öncelikle kaybedilmiş dişleri değerlendirmeye almaması toplumun gerçek ağız sağlığı yükünü eksik yansıtabilir. Bu nedenle özellikle diş kaybı sıklığının fazla görüldüğü toplumlarda FS-T, olduğundan daha "iyi" bir tablo çizebilir. Ayrıca çok yüksek ağız sağlığı seviyesine ulaşmış popülasyonlarda sağlam diş oranı fazla olduğundan FS-T değerleri homojenleşir ve gruplar arasında ayırt edici gücünü kaybedebilir. Bu yüzden literatürde FS-T'nin DMFT ile birlikte kullanılması önerilmekte, böylece hem hastalık yükünün hem de tedavi başarısının dengeli bir biçimde yansıtılması sağlanmaktadır (46,49).

FS-T'nin ölçümü basit ve pratiktir: bireyin ağzında bulunan sağlam dişler ile dolgulu dişler sayılarak toplam değer elde edilir. Bu ölçüm özellikle epidemiyolojik çalışmalarda, toplum ağız-diş sağlığının uzun dönemli değişimlerini değerlendirmede ve sağlık politikalarının başarısını gözlemlemede avantaj sağlar. Örneğin, 35-44 yaş grubu yetişkinlerde yapılan bir çalışmada, FS-T indeksi DMFT gibi diğer göstergelerle karşılaştırılmış; FS-T'nin ağız sağlığını açıklama gücünün ikinci en yüksek varyansa sahip olduğu bulunmuştur (yaklaşık %7,2). Bu, FS-T'nin toplumda tedavi başarısını ve fonksiyonel diş varlığını ortaya koymada güvenilir bir metrik olduğunu göstermektedir (49).

Fonksiyonel sağlık odaklı yaklaşımı sayesinde FS-T, modern ağız sağlığı anlayışı ile uyumlu bir göstergedir. Dünya Sağlık Örgütü ve çeşitli uluslararası epidemiyoloji komisyonları, toplum sağlığını değerlendirirken yalnızca kayıplara odaklanmanın yeterli olmadığını, koruyucu ve restoratif başarıların da mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda FS-T, hem ağız sağlığı göstergelerinin pozitif yönünü öne çıkarır hem de halk sağlığı politikalarının planlanmasında diş hekimliği hizmetlerinin etkinliğini değerlendirmede kullanılabilecek pratik bir ölçüt olarak önem kazanır (46,48).

Sonuç olarak, FS-T indeksi ağız sağlığının klasik ölçütü olan DMFT'nin eksik bıraktığı boyutları tamamlayan, modern, fonksiyonel ve tedavi odaklı bir göstergedir. Sağlam ve dolgulu dişleri birlikte ele alarak, yalnızca hastalık yükünü değil, aynı zamanda ağız sağlığını koruma ve restoratif tedavi süreçlerinin başarısını da yansıtır.

Her ne kadar diş kayıplarını göz ardı etmesi ve yüksek sağlık seviyelerine ulaşmış toplumlarda ayırt edici gücünün azalması gibi sınırlılıkları olsa da DMFT ile kullanıldığında epidemiyolojik analizlerin kapsamını genişletir ve toplumun gerçek ağız sağlığı durumunu daha net bir biçimde ortaya koyar. Bu nedenle FS-T hem akademik araştırmalarda hem de halk sağlığı politikalarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır (46).

2.3.3. SiC İndeksi (Significant Caries Index)

Önemli Çürük İndeksi (Significant Caries Index / SiC), toplumun ağız sağlığı değerlendirmesinde ortalama çürük skorlarının yanıltıcı olabileceği gerçeğinden yola çıkarak geliştirilmiş, yenilikçi bir epidemiyolojik ölçüttür. Bratthall tarafından önerilen SiC , toplum içindeki çürük dağılımındaki eşitsizlikleri görünür kılmayı amaçlamaktadır. Klasik DMFT ortalaması, toplumdaki tüm bireylerin çürük deneyimini tek bir değerle ifade etse de bu ortalama değer çürük yükünün dağılımını ve en yüksek risk grubunun durumunu yansıtmakta yetersiz kalabilmektedir. SiC bu eksikliği gidermek amacıyla, bireylerin DMFT skorlarının yüksekten düşüğe sıralanması ve toplumun en fazla çürüğe sahip %33'lük üst diliminin DMFT ortalamasının hesaplanması esasına dayanır. Bu yöntem sayesinde, çürük yükünün özellikle yoğunlaştığı risk altındaki bireylerin ağız sağlığı durumu daha net bir biçimde ortaya konulabilmektedir. Böylece yalnızca genel ortalamayı değil**,** ağız sağlığındaki eşitsizlikleri de değerlendirmeye olanak tanır. Özellikle halk sağlığı planlamalarında ve epidemiyolojik araştırmalarda, çürük prevalansının en yüksek olduğu grupları belirleyerek hedefe yönelik koruyucu ve tedavi edici stratejilerin geliştirilmesinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (50,51,52).

Bu indeksin pratikteki uygulama gücüne ilişkin önemli bir örnek, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Nevada eyaletinde gençler üzerine yürütülen sekiz yıllık bir çalışmadır. Çalışma kapsamında DMFT ve SiC skorları karşılaştırılmış ve indeksin "yüksek çürük prevalansına sahip bireyleri tanıma konusunda DMFT'ye kıyasla daha duyarlı olduğu" vurgulanmıştır. Bu bulgular, SiC'in epidemiyolojik tanımlamada daha ileri düzey bir gösterge olduğunu doğrulamaktadır (53).

SiC'in toplumdaki ağız sağlığı eşitsizliklerini tespit etmedeki işlevine dair bir başka güçlü kanıt ise Avustralya'da yapılan geniş kapsamlı bir analizden gelmektedir. 1977–

2002 yılları arasındaki dönem boyunca çocuklardaki çürük dağılımındaki değişimi izleyen bu çalışma; ortalama çürük oranlarında düşüş gözlemlenirken, SiC skorlarındaki dağılımın giderek daha eşitsizleştiğini ortaya koymuştur. Bu durum, sağlık gelişimine rağmen çürük yükünün toplumun daha küçük bir kısmında yoğunlaşmaya başladığını göstermektedir (54). Benzer şekilde, İtalya merkezli uzun dönemli bir epidemiyolojik çalışmada, 1989'dan 2004'e kadar olan süreçte çocuklarda DMFT azalırken SiC skorları da önemli ölçüde düşüş göstermiştir (7,8'den 3,9'a). Ayrıca, SiC > 3 değerine sahip çocukların oranında da belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Bu eğilim, toplumda uygulanan ağız sağlığı politikalarının hem genel hem de yüksek riskli gruplarda başarıyla işe yaradığını göstermesi bakımından dikkate değerdir (51).

SiC'in avantajları arasında, yüksek risk altındaki bireyleri görünür kılması, ağız sağlığı politikalarının hedef odaklı geliştirilmesine katkı vermesi ve toplumsal eşitsizlikleri ölçümlemesi sayılabilir. Bununla birlikte SiC'in sınırlamaları da vardır: sadece en fazla etkileneni kapsaması, toplumun diğer kesimlerinin sağlık durumunu görmezden gelme riskini taşıması ve çürük dışındaki ağız sağlığı parametrelerini (örneğin tedavi erişimi veya restorasyon sayısı gibi) değerlendirme kapasitesi sınırlıdır. Bu nedenle literatürde, SiC genellikle DMFT ve diğer göstergelerle birlikte kullanılarak daha kapsamlı analizler yapılmaktadır (55). SiC'te yer alan skorlama sistemi, çürük lezyonlarının dişteki anatomik bölgelere göre ayrıntılı bir biçimde sınıflandırılmasını esas alır; Tablo 2.3.3.1'de gösterilmiştir (56).

Tablo 2.3.3.1. SiC Skorlama Sistemi

SiC Skoru	Tanım
Skor 0	Herhangi bir çürük lezyonuna rastlanmamıştır.
Skor 1	Molar ve premolarların oklüzal ya da bukkal pit ve fissürlerinde; anterior dişlerin lingual pitlerinde çürük mevcuttur.
Skor 2	Molar ve premolarların proksimal yüzeylerinde çürük saptanmıştır.
Skor 3	Anterior dişlerin insizal kenara ulaşmayan proksimal bölgelerinde çürük vardır.
Skor 4	Anterior dişlerin insizal kenarını da kapsayan proksimal yüzeylerinde çürük bulunur.
Skor 5	Dişin servikal bölgesinde çürük lezyonu vardır.
Skor 6	Molar ve premolar dişlerin oklüzal kasp tepeleri ile kesici dişlerin insizal kenarlarında çürük mevcuttur.
Skor 6A	Geniş çaplı çürük nedeniyle çekim endikasyonu bulunan dişler ya da sadece kök kalıntılarının bulunduğu durumlar

2.3.4. Nyvad Sistemi

Geleneksel çürük indeksleri çürük lezyonlarının varlığını ve sayısını ölçerken, lezyonun aktivitesi hakkında bilgi verememektedir. Oysa modern diş hekimliğinde çürüğün dinamik yapısı özelikle lezyon aktivitesi tedavi stratejileri açısından kritik öneme sahiptir. Bu ihtiyaca karşılık olarak Nyvad ve arkadaşları tarafından geliştirilen Nyvad Kriterleri, çürük lezyonlarını hem aktivite durumuna hem de şiddetine göre değerlendiren kapsamlı bir sistem sunar (57, 58).

Yapılan epidemiyolojik ve klinik çalışmalarda Nyvad sisteminin hem kuramsal hem de öngörüsel geçerliliği güçlü bir şekilde desteklenmiştir. Nyvad ve arkadaşları üç yıllık takip çalışmasında aktif kavitasyonsuz lezyonların ilerleyerek kavite veya restorasyona dönüşme oranının inaktif lezyonlara göre anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuş ve sistemin öngörüsel geçerliliğini kanıtlamıştır (57). Ayrıca Nyvad kriterlerinin, eğitimli klinisyenler tarafından uygulandığında yüksek düzeyde güvenirlik gösterdiği rapor edilmiştir (57,59).

2018 yılında yayımlanan bir makalede Nyvad sisteminin tüm çürük spektrumunu kapsadığını, erken ve ileri evre lezyonları ayırt edebilme yetisine sahip olduğunu ve düşük çürük prevalanslı topluluklarda bile aktif lezyonları tespit etmede üstün olduğunu vurgulamıştır (57).

Klinik ve halk sağlığı uygulamaları açısından Nyvad sistemi büyük önem taşır. Hem bireysel hasta yönetiminde hem de epidemiyolojik çalışmalarda uygulandığında, erken evre lezyonların ve aktif/inaktif ayrımının gözlemlenmesine olanak tanır, bu da daha hedefe yönelik ve etkili müdahaleler geliştirilmesine katkı sağlar. Ayrıca, sistem minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımlarını destekleyen yapısıyla, yalnızca tedavi odaklı değil, koruyucu stratejilerle entegre bir değerlendirme sunar. Özetle, Nyvad Sistemi çürüğün sadece varlığını değil, aynı zamanda biyolojik aktivitesini de değerlendiren, günümüz epidemiyolojisi ve klinik pratiğiyle uyumlu bir ölçüttür. Hem araştırma hem de halk sağlığı politikalarının şekillenmesinde DMFT gibi klasik göstergelere güçlü bir tamamlayıcı olma niteliğine sahiptir (56). Nyvad indeksine ait kodlar ve kriterler Tablo 2.3.4.1'de gösterilmiştir (57).

Tablo 2.3.4.1 Nyvad İndeksi Kodları ve Kriterleri

Nyvad İndeksi Kodları	Kategori	Kriterler
0	Sağlam	Normal mine translusensliği ve dokusu (sağlam fissürde hafif renkleşmeye izin verilir).
1	Aktif çürük (yüzey sağlam)	Mine yüzeyi beyazımsı/sarımsı opak, parlaklığını kaybetmiş, sond ucuyla pürüzlü hissedilir; genellikle plakla kaplıdır. Klinik olarak madde kaybı yoktur. Düz yüzeylidir; lezyon genellikle dişeti kenarına yakın veya fissür duvarları boyunca uzanır.
2	Aktif çürük (yüzey süreksizliği)	Skor 1 ile aynı kriterlere ek olarak, yalnızca minede lokalize yüzey defekti (mikrokavite) vardır. Undermine mine veya yumuşak taban sond ile tespit edilmez.
3	Aktif çürük (kavite)	Mine/dentin kavitesi çıplak gözle rahatlıkla görülür; sond ile yumuşak veya derimsi kıvam hissedilir. Pulpa tutulumu olabilir veya olmayabilir.
4	İnaktif çürük (yüzey sağlam)	Mine yüzeyi beyazımsı, kahverengi veya siyah renklidir. Parlak olabilir ve sond ucu yüzeyde gezdirildiğinde sert ve düzgün hissedilir. Klinik olarak madde kaybı yoktur. Düz yüzeylidir; lezyon genellikle dişeti kenarından uzakta veya fissür duvarları boyunca uzanır.
5	İnaktif çürük (yüzey süreksizliği)	Skor 4 ile aynı kriterlere ek olarak, yalnızca minede lokalize yüzey defekti (mikrokavite) vardır. Undermine mine veya yumuşak taban sond ile tespit edilmez.
6	İnaktif çürük (kavite)	Mine/dentin kavitesi çıplak gözle rahatlıkla görülür; yüzeyi parlak olabilir ve sond ile sert hissedilir. Pulpa tutulumu yoktur.
7	Dolgu (yüzey sağlam)	Restorasyon mevcut, çürük yok.
8	Dolgu + aktif çürük	Çürük lezyonu kaviteli veya kavitesiz olabilir.
9	Dolgu + inaktif çürük	Çürük lezyonu kaviteli veya kavitesiz olabilir.

2.3.5. ICDAS I ve II (Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi I/II)

Ağız sağlığında minimal invaziv yaklaşımların öne çıkmasıyla birlikte, çürüğün yalnızca ileri evre kavitasyonlarıyla değil, erken evre lezyonlar ve lezyon progresyonunun tüm aşamalarıyla izlenmesi gereği doğmuştur. Bu gereksinim doğrultusunda geliştirilen ICDAS, klinik uygulama ve epidemiyolojide lezyonları 0-6 arasında kodlayarak başlangıç beyaz leke lezyonundan dentine ulaşan ileri kavitasyona kadar tüm spektrumu standardize biçimde kaydetmeyi amaçlar ve böylece hem bireysel tedavi kararlarını hem de toplum düzeyinde izlem ve kıyaslamayı güçlendirir (60).

ICDAS-II, 2002'de tasarlanan ilk çerçeveyi takiben 2005 revizyonuyla genişletilmiş, 2013'ten itibaren ICCMS (International Caries Classification and Management System) ile entegre edilerek yalnızca "tanımlama/sınıflama" değil, risk değerlendirmenin klinik yönetimle bağlanması hedefine de hizmet eder hâle getirilmiştir; bu sayede diş ve hasta düzeyi bilgiler bir araya getirilerek koruyucu ve restoratif kararlar kanıta dayalı hale getirilmiştir (61). Güncel derlemeler ICDAS-II'nin tekrarlanabilirlik ve doğruluğunun yüksek olduğunu; özellikle başlangıç lezyonlarda sistemin histoloji referansı karşısında iyi performans sergilediğini bildirmektedir (62).

Uygulamada sistem; diş yüzeyinin temizlenip kurutulması, ayna ve yuvarlak uçlu sond ile görsel değerlendirme ve kodlamayı içerir; kod 1-2 mine düzeyi başlangıç, kod 3-4 lokal mine kırığı/dentin gölgelenmesi, kod 5-6 ise ileri kavitasyonu ifade eder. Bu ayrıntılı evreleme, erken dönemde florür, fissür örtücü ve davranışsal müdahaleler gibi minimal invaziv seçeneklerin rasyonel biçimde kullanılmasına olanak tanır (42).

Yöntemin eğitim ve uygulama standardizasyonu açısından da güçlü kanıtları vardır. Diş hekimliği öğrencilerine ICDAS-II eğitiminin eklenmesi, geçmiş klinik deneyimden bağımsız olarak güvenilir ve tekrarlanabilir çürük saptama becerileri kazandırırken, klinisyenler arası uyumu anlamlı ölçüde artırmaktadır. Benzer şekilde güncel e-öğrenme modülleriyle eğitim alan katılımcılarda, histolojik doğrulama karşısında görsel ICDAS-II puanlamalarının geçerli olduğu gösterilmiştir (63).

Sistematik derleme ve metodolojik kıyaslamalar, ICDAS-II'nin duyarlılık ve özgüllüğünün klasik ölçütlere göre daha yüksek olduğunu; bu nedenle özellikle başlangıç lezyonlarının tanısında yüksek performans sunduğunu bildirmektedir (64).

Klinik ve in vitro çalışmalarında ICDAS-II, radyografi ve lazer floresans (DIAGNOdent) gibi yöntemlerle karşılaştırıldığında, tek başına ya da kombine yaklaşımlarda oklüzal çürüğün ayırt edilmesinde yüksek tanısal geçerlilik ve iyi uyum göstermiştir (65).

Yeni araştırmalar, ICDAS-II'nin sahaya uyarlanmış kısaltılmış sürümlerinin (yüzey sayısını ve süreyi azaltarak) tedavi gereksinimine göre çocukları doğru sınıflandırabildiğini ve toplum taramalarında pratik bir alternatif sunduğunu göstermektedir (66). Ayrıca, CariesCare International çerçevesine evrilen 20 yıllık yolculuk, ICDAS-II'nin yalnızca bir sınıflama olmaktan çıkıp küresel ölçekte tanı-risk yönetim akışlarını bütünleştiren bir paradigma hâline geldiğini ortaya koymaktadır (2).

Uygulamadaki raporlama çeşitliliği ve yöntemsel heterojenlik, ICDAS-II verilerinin literatürde nasıl sunulduğu konusunda bazı değişkenlikler yaratabildiğinden, araştırma ve program değerlendirmelerinde standart raporlama çağrısı yapılmaktadır. Bu çağrı, çok merkezli çalışmalar ve ulusal izlemlerde tutarlılığı artırmayı hedefler (67). Öte yandan, ICDAS-II ile Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA)/ICCMS temelli yönetim algoritmalarının klinik önleme çıktıları karşılaştırıldığında çürük gelişimini azaltmada eşdeğer sonuçlar raporlanmış; ICDAS-ICCMS yaklaşımının daha kapsamlı ancak kimi zaman daha karmaşık bir uygulama seti gerektirdiği not edilmiştir (68).

ICDAS-II, uzun dönemli takiplerde lezyon evreleri arasındaki geçiş olasılıklarıyla birlikte uygulandığında, yalnızca belirli bir andaki prevalansın saptanmasını değil; aynı zamanda lezyonun progresyon, regresyon ve stabilite gibi zamana bağlı dinamiklerinin değerlendirilmesini de mümkün kılar. Böylelikle, klinik karar süreçleri daha zamana duyarlı ve kanıta dayalı biçimde yönlendirilebilmektedir (69).

Son yıllarda ayrıca ICDAS-II'nin yeni teknolojilerle (ör. empedans spektroskopisi, yapay zekâ destekli görüntüleme) karşılaştırıldığı klinik çalışmalarda, yöntemin

referans standart olarak konumlandırıldığı ve hibrit yaklaşımların sahada uygulanabilirliğinin araştırıldığı görülmektedir (70).

ICDAS-II; başlangıç lezyonlarını görünür kılarak erken müdahaleyi kolaylaştırması, tanısal doğruluk ve tekrarlanabilirliği için güçlü kanıtlara sahip olması, ICCMS ile entegre biçimde risk temelli yönetimi mümkün kılması ve eğitim, araştırma ve hizmet üçgeninde uluslararası bir ortak dil sağlaması nedeniyle güncel epidemiyoloji ve klinik pratiğin merkezinde yer almaktadır. Bu nitelikler, ICDAS-II'yi klasik indekslerin bıraktığı boşlukları tamamlayan, erken teşhis ve koruyucu stratejileri güçlendiren ve toplum düzeyinde daha gerçekçi çürük haritalaması yapılmasına imkân veren bir sistem hâline getirmektedir (61,62). ICDAS II kriterleri Tablo 2.3.5.1'de gösterilmiştir (71).

Tablo 2.3.5.1 ICDAS II Kriterleri

ICDAS II Kriteri	Tanım	Örnek Görsel
ICDAS 0	Sağlam mine yüzeyi. (Mine yüzeyi 5 saniye kurutulduğunda çürük belirtisi yoktur.)	
ICDAS 1	Minede ilk görsel değişiklikler. (Mine yüzeyi nemliyken belirti yoktur. Kurutulduktan sonra opasite veya renk değişikliği gözlenir.)	
ICDAS 2	Minede belirgin görsel değişiklikler. (Opasite veya renk değişiklikleri hem nemliyken hem kuru durumda gözlenir.)	
ICDAS 3	Bölgesel mine yıkımı. (Diş kurutulduğunda doku kaybı gözlenir fakat dentin dokusu içermez.)	
ICDAS 4	Dentinden yansıyan koyu renk. (Mine dokusunun bütünlüğü bozulmuş olabilir veya olmayabilir.)	
ICDAS 5	Dentin dahil olmak üzere belirgin kavitasyon oluşumu.	
ICDAS 6	Dentin dokusunu da içeren geniş çürük kavitasyonu.	

2.3.6. PUFA İndeksi (Pulp, Ulceration, Fistula, Abscess Index)

Klasik çürük indeksleri diş çürüğünün yaygınlığını ve varlığını belirlemede uzun süre temel araçlar olmuşsa da çürüğün pulpa veya periapikal dokularda oluşturduğu ileri düzey komplikasyonları değerlendirmede yetersiz kalmaktadır. Tedavi edilmeden ilerleyen çürükler, pulpa dokusuna, yumuşak dokulara veya abse oluşturan enfeksiyonlara yol açar; bu durum bireyde ağrı, işlev kaybı, beslenme zorlukları ve yaşam kalitesi düşüşü gibi sonuçlara neden olurken, halk sağlığı açısından da göz ardı edilemeyecek bir yük oluşturmaktadır. Bu eksikliği gidermek adına Pulpa, Ülserasyon, Fistül, Apse (Pulp, Ulceration, Fistula, Abscess / PUFA) indeksi, Monse ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş ve ilk kez Filipinler Ulusal Ağız Sağlığı Araştırması'nda epidemiyolojik bir araç olarak kullanılmıştır (72,73). PUFA indeksi, tedavi edilmeyen çürüklerin yol açtığı dört temel klinik sonucu kodlamakta olup Tablo 2.3.6.1'de gösterilmiştir (74).

Tablo 2.3.6.1 PUFA İndeksi

PUFA Kodu	Tanım	Örnek Görsel
P/p (Pulp/Pulpa)	Pulpa odasının açık bir şekilde görüldüğü veya koronal yapının neredeyse tamamen yıkıldığı, sadece köklerin kaldığı durumlar.	
U/u (Ulceration/Ülserasyon)	Dişin çürük nedeniyle keskin kenarlar oluşturmuş koronal kısmının, dil veya yanak mukozası gibi yumuşak dokularda travmatik ülserasyona yol açtığı durumlar.	
F/f (Fistula/Fistül)	Pulpa enfeksiyonu bulunan bir dişten kaynaklanan ve ağız mukozasında gözle görülebilen fistül yolu varlığı.	
A/a (Abscess/Apse)	Pulpa enfeksiyonuna bağlı olarak gelişen, püy içeren şişliğin (apse) gözlenmesi.	

Her diş yalnızca bir kod ile değerlendirilir. Böylece bireysel PUFA skoru ve toplum düzeyinde PUFA prevalansı ve ortalaması hesaplanabilir (72,74,75).

Epidemiyolojik çalışmalarda, Filipinler verileri: 6 yaş grubunda PUFA prevalansı %85, ortalama PUFA skoru 3,5; 12 yaş grubunda ise prevalans %56, ortalama skor 1,2 olarak bulunmuştur ve çürüklerin yaklaşık %40-41'i odontojenik enfeksiyonlara ilerlemiştir (72).

İran'daki bir çalışmada ise 6–12 yaş çocukların genel çürük prevalansı %93 olmasına rağmen PUFA prevalansı %30, puan ortalaması ise süt dişlerinde 0,52 ± 1,09, daimî dişlerde 0,06 ± 0,34 olarak bildirilmiştir (76). Pakistan'da yetiştirme yurtlarındaki çocuklarla yürütülen bir çalışma da genel PUFA prevalansını %15,9; ortalama PUFA skorunu ise 1,18 olarak raporlamış, mevcut çürüklerin yarısının pulpaya ilerlediğini ortaya koymuştur (77).

Klinik ve halk sağlığı perspektifinde PUFA indeksinin değeri büyüktür. Yüksek PUFA skorları, acil tedavi gerektiren klinik durumları işaret ederek müdahalenin önceliklendirilmesine yardımcı olur. Ayrıca PUFA skorları ile çocuklarda oral sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin olumsuz etkileri arasında anlamlı ilişki olduğu; yüksek skorların ağrı, okul devamsızlığı ve sosyal kısıtlılıklarla birlikte seyrettiği bildirilmiştir (78).

Güvenirlik açısından PUFA yüksek tekrarlanabilirlik göstermiştir. Örneğin gözlemciler arası güvenirlik katsayısı $\kappa = 0,87$, gözlemci içi güvenirlik katsayısı ise $\kappa = 0,83$ olarak bulunmuş; bu değerler Periapikal indekse (Periapical Index /PAI) kıyasla daha yüksek güvenilirlik göstermiştir. Ayrıca PUFA, pulpal ve apikal hastalıkların tanısında PAI'ye göre daha yüksek duyarlılık ve özgüllük sunmuştur (sırasıyla duyarlılık: %67,6 vs %41,7; özgüllük: %99,8 vs %99,2) (73).

Güncel yaklaşımlar, PUFA'nın yalnızca çocuklarda değil yetişkin popülasyonlarında da uygulanabilirliğini göstermektedir. Örneğin, PUFA kodlarının pulpaya ilerlemiş çürüklerin yaygınlığına dair veri sağlaması, sağlık politikalarının önceliklendirmesinde kullanılabilir (79). Ayrıca PRS (Pulpal involvement-Roots-Sepsis) gibi modifikasyonlar da önerilerek, PUFA'nın klinik durumu ve tedavi gereksinimini daha doğru yansıtabilecek alternatifler sunulmuştur (74,78).

2.3.7. CAST İndeksi (Caries Assessment Spectrum and Treatment Index)

CAST İndeksi 2011 yılında Frencken ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olup, diş çürüğünün yalnızca varlığını değil, aynı zamanda klinik sonuçlarını, tedavi gerekliliklerini ve koruyucu/restoratif uygulamaları da kapsayan geniş spektrumlu bir değerlendirme aracıdır. Geleneksel indeksler yalnızca çürük, eksik ve dolgulu diş sayısını verirken, çürüğün evresel ilerlemesini veya komplikasyonlarını detaylı biçimde yansıtamaz. Bu nedenle CAST, çürük sürecinin başlangıç lezyonlarından başlayarak, dentin çürüğü, pulpal tutulumu, fistül, abse ve diş kaybı gibi en ileri komplikasyonlara kadar bütün süreci tek bir sistem içinde kaydetmeyi mümkün kılar (80).

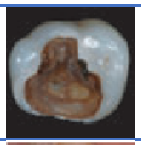
CAST'ın en önemli farklarından biri, önleyici ve restoratif uygulamaları da indeks kapsamına almasıdır. Örneğin fissür örtücü uygulanmış, ancak sağlam olan bir diş CAST'ta ayrı bir kategoriye kodlanır. Böylece yalnızca hastalık yükü değil, toplum düzeyinde koruyucu hizmetlerin yaygınlığı da izlenebilir. Bu yaklaşım, ICDAS'ın erken lezyon odaklı gücünü ve PUFA'nın komplikasyon odaklı doğasını birleştirerek, çok daha bütüncül bir değerlendirme sağlar (80).

İndeksin kodlama sistemi, çürük sürecinin şiddetine göre artan şekilde sıralanmış 0'dan 8'e kadar olan sayısal kodları içerir. Ayrıca bu tanımlara uymayan özel durumlar için 9 numaralı kod kullanılmaktadır. Bu yapı sayesinde, elde edilen verilerin epidemiyolojik amaçlara uygun olarak sınıflandırılması da mümkündür. Bu sınıflandırmaya göre, bireyde görülen en yüksek CAST kodu:

- **0, 1 veya 2** olduğunda kişi sağlıklı dentisyona sahiptir,
- **Kod 3** bulunduğunda reversibl premorbidite,
- **Kod 4 veya 5** olduğunda morbidite,
- **Kod 6 veya 7** ise ciddi morbiditeyi,
- **Kod 8** ise çürük nedeniyle meydana gelen diş kaybı olarak tanımlanan mortaliteyi,
- **Kod 9** diğer durumları ifade eder (80).

CAST indeksine ait çürük değerlendirme kriterleri Tablo 2.3.7.1'de gösterilmiştir (80).

Tablo 2.3.7.1. CAST İndeksi Çürük Değerlendirme Kriterleri

Özellik	Kod	Açıklama	Örnek Görsel
Sağlam	0	Belirgin bir çürük lezyonu gözlemlenmez.	
Fissür Örtücülü	1	Pit ve/veya fissürler en azından kısmen fissür örtücü materyal ile kaplanmıştır.	
Restorasyon	2	Kavite (doğrudan veya dolaylı) bir restoratif materyal ile restore edilmiştir.	
Mine Lezyonu	3	Sadece minede belirgin görsel değişim vardır. Çürüğe bağlı renklenme gözlenir, lokal mine kaybı olabilir veya olmayabilir.	
Dentin Lezyonu	4	Dentinde çürüğe bağlı renklenme vardır. Bu renklenme mine üzerinden görülebilir. Lokal mine kırığı olabilir veya olmayabilir.	
Dentin Lezyonu	5	Dentinde belirgin kavitasyon vardır. Pulpa odası sağlamdır.	
Pulpa İlişkili	6	Pulpa odasının tutulumu söz konusudur. Pulpa odasına ulaşan kavitasyon veya yalnız kök parçaları gözlenir.	
Apse/Fistül	7	Pulpa tutulumu ile ilişkili, apse veya fistül nedeniyle püy içeren şişlik gözlenir.	
Diş Kaybı	8	Diş, dental çürük nedeniyle çekilmiştir.	
Diğer	9	Yukarıdaki tanımlardan hiçbirine uymayan durumlar.	

Çeşitli araştırmalar, CAST'ın epidemiyolojik çalışmalarda güvenirliğini kanıtlamıştır. Brezilya'da yapılan bir toplum taramasında, CAST ile DMFT kriterleri arasında yüksek düzeyde korelasyon bulunmuş, fakat CAST'ın sağladığı veriler çok daha ayrıntılı ve açıklayıcı olmuştur. Bu çalışmada CAST kullanıldığında yalnızca çürük prevalansı değil, aynı zamanda lezyonların şiddet dağılımı ve tedavi ihtiyacı da net şekilde ortaya konmuştur (81). Hindistan'da yapılan bir başka çalışmada ise, 6-8 yaş

grubu çocuklarda CAST ve def indeksleri karşılaştırılmış; prevalans değerleri benzer çıkmasına rağmen (CAST %45,7; def %44,7), CAST'ın ileri komplikasyonları ve tedavi ihtiyaçlarını daha ayrıntılı gösterdiği belirlenmiştir (82).

2025 yılında yayımlanan bir çalışmada annelerin ağız sağlığı okuryazarlığının çocukların CAST ile değerlendirilen çürük düzeyleriyle anlamlı şekilde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, sosyo-demografik faktörlerin CAST ölçümleri aracılığıyla da doğrulanabildiğini göstermektedir (83).

CAST indeksinin geçerlik ve güvenirliği üzerine yapılan çalışmalar da dikkate değerdir. Niteliksel analizlerde, alan uzmanları tarafından içerik geçerliği ve yüzeysel geçerliği yüksek düzeyde onaylanmıştır. Ayrıca değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenirlik testlerinde CAST skorlarının oldukça tutarlı olduğu bildirilmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, saha koşullarında kısa sürede uygulanabilir olması, indeksin pratik ve epidemiyolojik olarak sürdürülebilir olduğunu göstermektedir (84).

CAST'ın avantajları, diğer indekslerle karşılaştırıldığında daha belirgindir. ICDAS başlangıç lezyonlarını tespit etmede başarılıdır, ancak komplikasyonları kaydetmez; PUFA komplikasyonları tanımlar, ancak erken evreleri göz ardı eder, DMFT ise yalnızca çürük/eksik/dolgulu diş sayısını verir, hastalığın evresini göstermez. CAST ise bütün bu eksiklikleri tamamlayarak, toplum sağlığı planlamasında daha gerçekçi bir çürük haritalaması yapılmasını sağlar. Ayrıca, CAST skorları üzerinden DMFT değerlerinin hesaplanabilir olması, geçmiş epidemiyolojik verilerle karşılaştırma yapılmasına da imkân verir. Bununla birlikte CAST indeksinin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Örneğin kodlamada geniş bir spektrum sunması, çalışmalarda deneyimsiz gözlemciler için eğitim gerektirebilir. Ayrıca erken mine lezyonlarının tanımlanmasında ICDAS kadar detaylı bir sınıflama sunmaması da literatürde belirtilen bir eksikliktir (80). Ayrıca bazı çalışmalar, yetişkin popülasyonlarda ek korelasyon verilerine ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Ancak buna rağmen hem klinik uygulamalarda hem de epidemiyolojik araştırmalarda en bütüncül çürük indeksi olma özelliğini korumaktadır (85).

2.4. Çiğneme Sistemi ve Anatomisi

Çiğneme sistemi; maksilla, mandibula ve temporal kemikler gibi iskeletsel yapılar ile TME, çiğneme kasları, sinir ve vasküler dokuların senkronize işlevsel bütünlüğünden oluşan karmaşık bir yapıdır (86,87). Bu sistem sadece besin öğütme görevini üstlenmekle kalmaz; konuşma, yüz estetiği ve solunum açısından da hayati önem taşır (88,89).

Çiğneme işlevini yönlendiren başlıca kaslar masseter, temporalis, medial pterygoid ve lateral pterygoid olarak tanımlanır. Bu kaslar mandibulayı elevasyon, depresyon, protrüzyon, retrüzyon ve lateral yönde hareket ettirir (90). İç ve dış kas gruplaması, kasların sinirsel dallanma ve fonksiyonel özelliklerine göre belirlenir. Özellikle lateral pterygoid kası, eklemin disk stabilizasyonuna katkısı nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir (91).

TME çift taraflı ve sinovyum içerikli bir eklem olup mandibulanın kondili ile temporal kemik arasındaki eklem boşluğunu kapsar. İçinde bulunan artiküler disk, eklem hareketlerinde kuvvet dağılımını optimize eder (92). Yapılan detaylı anatomik analizlerde bu diskin fibro-kartilajenöz yapıya sahip ve kondile kadar uzanan kapsül ve ligamentlerle çevrili olduğu gözlenmiştir (93). Ayrıca disk, kapsül ve çevresel ligamentler mandibulanın geniş açılma ve kapanma hareketlerine karşı stabilite sağlar (88).

Biyomekanik açıdan değerlendirildiğinde mandibula, TME ve ilişkili kas yapıları sayesinde altı serbestlik derecesinde hareket edebilen dinamik bir yapıdır. Bu hareketler üç translasyonel (antero-posterior yönde protrüzyon ve retrüzyon; süpero-inferior yönde ağız açma ve kapama; medio-lateral yönde sağa ve sola kayma) ve üç rotasyonel bileşenden (sagittal düzlemde açılma-kapanma rotasyonu, transvers düzlemde sağa-sola eğilme, vertikal eksen etrafında sağa-sola dönme) oluşmaktadır. Mandibulanın bu çok eksenli hareket kapasitesi, çiğneme, konuşma ve yutma gibi fonksiyonların fizyolojik bütünlüğünü sağlamaktadır. Kasların oluşturduğu kuvvetler mandibulayı hem stabilize eder hem de açma ve kapama kadar alt çene hareketini yönlendirir; bu mekanizmalarda eklem ve ligamentlerin yük taşıma rolü ön plandadır (94,95). Ayrıca kas ve kemik arasında yalnızca mekanik değil, biyokimyasal düzeyde de “muscle-bone crosstalk” olarak adlandırılan etkileşimler bulunmaktadır. Örneğin

masseter kasından salınan sinyal molekülleri yüz kemik gelişimi ve adaptasyonuna katkıda bulunabilir (96).

İmmün, vasküler ve nörosensoriyel düzenlemeler de çiğneme sisteminde kritik öneme sahiptir. Örneğin, TME sinoviyal membranı beslenme ve lubrikasyon sağlayan sıvı üretirken, ligamentler ve kaslarla birlikte proprioseptif geri bildirim sağlar. Kasların ve eklem kapsülünün sinirsel bağlantıları, kompleks motor kontrol mekanizmalarını destekler (88,97).

2.4.1 Çiğneme Kasları

Çiğneme kasları, mandibulanın hareketlerini kontrol ederek yiyeceklerin öğütülmesi, çiğnenmesi ve yutmaya hazırlanması süreçlerinde kritik rol üstlenen kompleks bir kas grubunu oluşturur. Masseter ve temporalis kasları, mandibulayı güçlü bir şekilde elevasyona yönlendiren temel kas yapılarıdır. Medial pterygoid kası, mandibular elevasyona katkıda bulunmasının yanı sıra protrüzyonu destekleyerek çiğneme sırasında lateral ve anteroposterior yönlü hareketlere yardımcı olur. Lateral pterygoid kası ise mandibulayı depresyona, protrüzyona ve lateral yönlü hareketlere yönlendiren tek kas olması nedeniyle fonksiyonel açıdan özgün bir öneme sahiptir (90).

Kasların innervasyonu, trigeminal sinirin mandibular dalı (CN V_3) aracılığıyla sağlanır. Masseterik, derin temporal, medial pterygoid ve lateral pterygoid sinir dalları, ilgili kasları doğrudan kontrol eder . Ayrıca, lateral pterygoid kası, mandibular disk üzerindeki stabilizasyon ve çene diskinin dinamik konumlamasında da özel bir rol üstlenir (90).

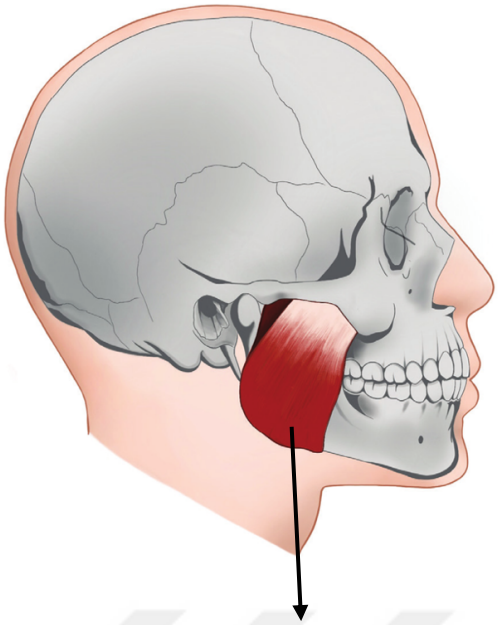
Anatomik olarak, bu kasların köken ve yerleşim bölgeleri mandibula ve kafatası kemikleriyle güçlü bir bağ oluşturur. Temporalis kası temporal fossadan çıkan tendonuyla mandibulanın koronoid çıkıntısına tutunur ve elevasyonda görev alır. Posterior lifleri ise retrüzyonda fonksiyonel rol oynar. Medial pterygoid kası, maksilla ve lateropterygoid plaka gibi yapılar üzerine yerleşir, geniş bir alanı kapsar ve elevasyon ile protrüzyonu destekler. Lateral pterygoid ise iki başlı yapısı ile hem mandibulanın öne doğru hareketini hem de disk stabilizasyonunu sağlar. Fonksiyonel olarak bu kasların senkronize çalışması, çiğneme ritmini, kuvvet kontrolünü ve mandibular stabilizeyi mümkün kılar. Örneğin, masseter ve medial pterygoid

kaslarının birlikte çalışması ile güçlü bir kapanış sağlanırken, lateral pterygoid kası yutma ve konuşma sırasında gerekli mandibular açılmayı yönetir (98).

2.4.1.1. Masseter Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu

Masseter kası, çiğneme kasları arasında güçlü ve yüzeysel bir yapı olarak öne çıkar; üç katmanlı (süperfisiyel, intermediyer ve derin) yapı gösterir, zigomatik ark ve zigomatik kemik çıkıntısından başlayarak mandibulanın ramus açısı ile koronoid çıkıntısına yapışır. Bu kas, mandibulanın elevasyonunu destekleyerek kapanışta güçlü kuvvet sağlar; orta ve derin lifleri retrüzyon, süperfisiyel lifler ise protrüzyon fonksiyonlarına katkıda bulunur (90). Çalışmalar, masseter kasının tipik olarak üç ardışık muskuloadaponevrotik düzlem içerdiğini göstermiştir: süperfisiyel iki katman, intermediyer tek katman ve derin üç katman, bunlar okluzyon düzlemine farklı açılarla yerleşir (örneğin 60°, 90° ve 110°) ve bu yapı çiğneme sistemi için mekanik esneklik sağlar (99). Fonksiyon açısından sadece çiğneme değil; yutma ve konuşmaya da katkı sunduğu, motor birimlerin bölümlere ayrılmış olduğu ve kasın formunun doğuştan programlı olmasına rağmen kas lif tiplerinin hormonal etkilerle olgunlaştığı (örneğin testosteronun lif tipi dönüşümünde etkili olduğu) belirtilmiştir (100).

Kasın sinirsel dağılımına dair yapılan anatomik kesitsel çalışmada, masseter kasının altı farklı bölgesine masseterik sinirin dalları penetre olurken, özellikle üst arka ve üst orta bölgelerde bu girişlerin daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölgeler ayrıca miyofasiyal tetik noktalarıyla örtüştüğü için klinik müdahalelerde hedef alınması gereken kritik anatomik alanlardır (99). Masseter kasının anatomik yerleşimi, katmanlı yapısı ve mandibula ile ilişkisi Şekil 2.4.1.1'de gösterilmiştir (90,99).



Şekil 2.4.1.1. Masseter kasının anatomik görünümü

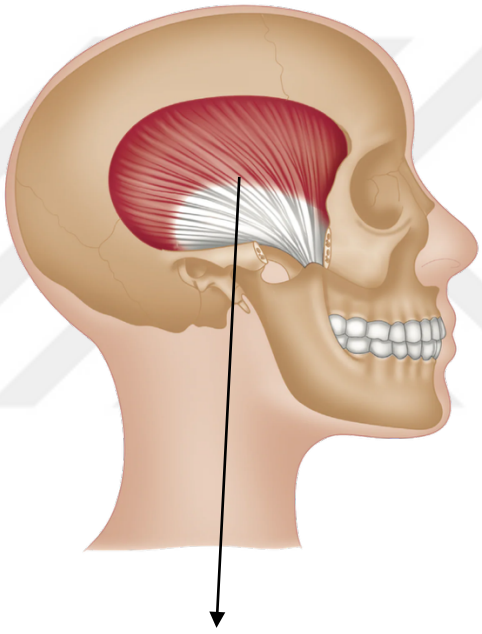
2.4.1.2. Temporalis Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu

Fan şeklinde geniş bir yapı olan temporalis kası, temporal fossadan başlayarak inferior temporal çizgiye kadar uzanır ve lifleri birbirine yakınlaşarak koronoid çıkıntıya yapışan bir tendon oluşturur. Ön lifler (vertikal) mandibulayı elevasyona, orta lifler (oblik) elevasyonla birlikte retrüzyona ve posterior lifler (horizontal) daha çok retrüzyona katkıda bulunur. Bu varyasyon, çiğneme sırasında mandibulanın yön ve kuvvet kontrolüne olanak verir (90).

Yakın tarihli anatomik incelemelerde, kasın tek katmanlı değil yüzeysel ve derin olmak üzere iki ayrı bölümden oluştuğu ortaya konmuştur. Yüzeysel bölüm geniş bir açıyla, derin bölüm ise daha dar ve dikey şekilde konumlanır; her iki bölümün koronoid çıkıntıya bağlanması anatomik ve klinik açıdan önemli bilgiler sunar (Şekil 2.4.1.2) (101). Bu yapısal segmentasyon, kasın sinirsel organizasyonuyla da uyumludur**.** Derin temporal sinirlerin anterior ve posterior dalları, intramüsküler fasyal düzlemde kasın farklı alanlarına dağılmıştır. Özellikle, anterior bölümde sinir yoğunluğu daha fazladır; bu durum kas liflerinin fonksiyonel farklılıklarını destekler (102).

Kasın innervasyonu, mandibular sinirin dallarından olan derin temporal sinirler aracılığıyla sağlanır. Anterior ve posterior dallar, kasın farklı bölümlerine giriş yaparak motor kontrolü gerçekleştirir. Bu anatomik dağılım, temporal kasın yalnızca mandibula elevasyonu ve retrüzyonu değil, aynı zamanda daha ince çiğneme hareketlerinin kontrolünde de rol oynamasını mümkün kılar (103).

Fonksiyon açısından, temporalis kası çiğneme kaslarının elevatör grubunun önemli bir elemanıdır; elevasyona ek olarak retrüzyon ve lateral (tek taraflı kasılmalarda) hareketlere katkı sağlar. Ayrıca, mandibulaya uygulanan dönme momentindeki rolü nedeniyle çiğneme ritminin stabilizasyonunda temel yapı taşıdır (101,103).



Şekil 2.4.1.2. Temporalis kasının anatomik görünümü

2.4.1.3. Medial Pterygoid Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu

Medial pterygoid kası, çiğneme kasları arasında iç kısımda yer alan, dörtgen formda güçlü bir kastır. Yüzeysel ve derin olmak üzere iki başlı yapıya sahiptir. Yüzeysel baş genellikle maksilla tüberositesi ve palatin kemiğin piramidal çıkıntısından köken alırken, derin baş lateral pterygoid plağının medial yüzeyinden köken alır. Kas lifleri aşağı, laterale ve posteriora doğru yönlenerek mandibulanın medial ramusu ile açısına güçlü bir şekilde tutunur. Bu tutunma, masseter kası ile birlikte "pterygomasseteric sling" yapısını oluşturur. Fonksiyonel olarak medial pterygoid kası, mandibulanın

elevasyon ve protrüzyon hareketlerinde aktif olarak yer alır. Ayrıca lateral pterygoid kas ile birlikte tek taraflı kasıldığında çiğneme sırasında lateral deviasyonu sağlar ve böylece öğütme işlevine katkıda bulunur (90). Elektromiyografi (EMG) ve motor birim analizleri, bu kasın özellikle düşük kuvvetli stabilizasyon ve dikey mandibular pozisyonu korumada önemli olduğunu, aynı zamanda yatay mandibular hareketlerin kontrolünde de rol aldığını göstermiştir (104).

Vasküler beslenmesi, maksiller arterin pterygoid dalları ile fasiyal arterin kaslara yönelmiş dalları tarafından sağlanır. Bu damarlar genellikle kasın medial yüzeyine ulaşan küçük ve sınırlı sayıda yapılardır. İnervasyon ise mandibular sinirin bir dalı olan medial pterygoid sinir aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu sinir, kasın üst-posterior kenarından girerek motor kontrolünü sağlar (90).

Cerrahi ve klinik bağlamda bu kasın özel bir önemi vardır. Özellikle ortognatik cerrahilerde mandibulanın segmental stabilitesine katkıda bulunan "pterygomasseterik sling" yapısının bir parçasını oluşturur. Ayrıca, inferior alveolar sinir bloğu sırasında iğnenin kas lifleri arasına penetrasyonu, anestezinin etkinliğini azaltabilmekte ve olası komplikasyonlardan biri olarak trismusa neden olabilmektedir (90).

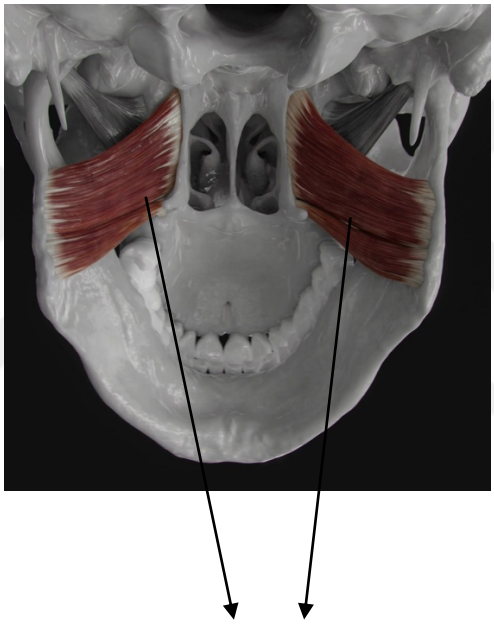
2.4.1.4. Lateral Pterygoid Kasının Anatomisi ve Fonksiyonu

Lateral pterygoid kası, mastikasyon kasları arasında en karmaşık yapıya sahip olanıdır. Anatomik olarak iki başlıdır: üst (superior) ve alt (inferior) baş. Üst baş, sfenoid kemiğin büyük kanadının infratemporal yüzeyinden ve pterygoid çıkıntısının üst kısmından başlar; bazı lifleri TME kapsülü ve diske bağlanarak eklem stabilitesine katkı sağlar. Alt baş ise pterygoid çıkıntısının yan yüzeyinden başlar ve mandibulanın kondil boynu üzerindeki pterygoid fovea'ya uzanır (Şekil 2.4.1.4) (105).

Fonksiyonel açıdan lateral pterygoid kası, mandibulada protrüzyon hareketini gerçekleştiren ve depresyona katkıda bulunan tek mastikasyon kasıdır. Ayrıca tek taraflı kasılmada mandibulayı karşı tarafa yönlendirerek kontralateral deviasyonu sağlar ve öğütme sırasında lateral kontrolün sürdürülmesinde kritik rol oynar. Alt baş, medial pterygoid kas ile antagonistik bir işlev ilişkisi içinde çalışarak kondilin öne hareketini dengeler (106).

Sinirsel innervasyon mandibular sinirin yan pterygoid dalları aracılığıyla gerçekleşir. Her iki baş da bu sinirlerle beslenir, ancak bazı çalışmalarda üst başın daha çok bukkal sinir, alt başın ise mandibular sinirin gövdesinden dal aldığı belirtilmiştir (105,107).

Embriyolojik ve morfolojik açıdan, kasın yapı differansiyasyonu kişiden kişiye değişebilir; bazı olgularda üçüncü bir baş (medial) tanımlanmıştır. Bu varyasyonlar, kasın eklem içi disk hareketi ve mandibular pozisyon kontrolüne dair işlevselliğini etkileyebilir (105). Ayrıca, klinik olarak TME bozukluklarında disk yer değiştirmesinde üst başın rolü olduğu ve koordinasyon bozukluğu durumunda trismus gibi problemlerle ilişkili olduğu raporlanmıştır (108).



Şekil 2.4.1.4. Lateral pterygoid kasın anatomik görünümü

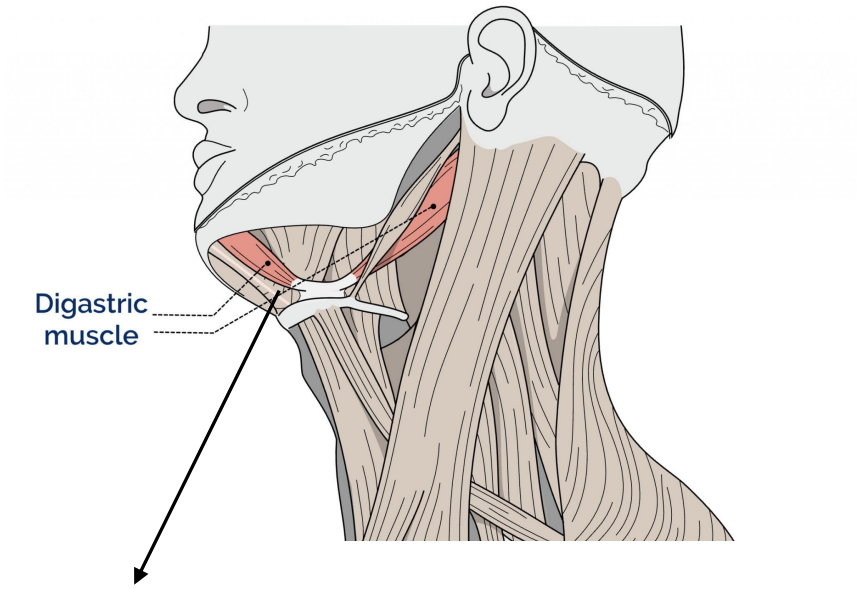
2.4.1.5. Yardımcı Çiğneme Kasları Anatomisi ve Fonksiyonu

"Strap kasları" olarak adlandırılan bu grup, boynun her iki tarafında yer alan suprahyoid ve infrahyoid kaslardan oluşur. Bu kaslar esas olarak hyoid kemiği ve larenksi yukarı ve aşağı hareket ettirme işlevi görürken, mandibulanın depresyonuna da katkı sağlar. Özellikle karşı kuvvete karşı ağız açılırken mandibulanın aşağı hareketine yardımcı olmalarıyla önemli bir fonksiyon üstlenirler. Buksinatör kası ise bir yüz ifadesi kası olmasına rağmen, yiyeceklerin ağız boşluğu içinde geride tutulmasına yardımcı olarak çiğneme sürecine destek olur (93).

Suprahyoid grup kasları (digastrik, mylohyoid, stylohyoid, geniohyoid) mastikasyona dolaylı katkıda bulunur. Bu kaslar, hyoid kemiğin stabilizasyonunu sağlamak, dil tabanını yükseltmek, mandibulayı depresyona uğratmak ve yutma fonksiyonunu kolaylaştırmak gibi görevler üstlenir (109). Bu gruptaki kaslardan biri anterior digastrik kas olup, mandibula üzerindeki digastrik fossadan başlar ve ara tendona uzanarak hyoid kemiğe bağlanır (Şekil 2.4.1.5). Tendon genellikle stylohyoid kasını delerek ilerler (110).

Kasın embriyolojik kökeni birinci brankiyal arka dayanır; innervasyonu trigeminal sinirin mandibular dalının bir kolu olan mylohyoid sinir aracılığıyla sağlanır (111,112). Nadiren, yüz sinirinin dallarının da katkıda bulunduğu çift innervasyon varyasyonları bildirilmiştir (113).

Fonksiyonel açıdan, anterior ve posterior digastrik karınların mandibula açılımında senkronize şekilde aktive olduğu gösterilmiştir. EMG analizleri, ağız açılma sırasında yüksek, protrüzyon ve lateral hareketlerde orta düzeyde, kapanmada ise düşük düzeyde aktivite ortaya koymuştur (114). Bu özellikler, anterior digastrik kasın mandibulanın depresyonunu desteklediğini ve hyoid kemiğin stabilizasyonuna katkı sunduğunu doğrulamaktadır. Böylece, anterior digastrik kas suprahyoid mekanizmanın önemli bir parçası olarak mastikasyon ve yutma fonksiyonlarında kritik rol oynar (112,115,116).



Şekil 2.4.1.5 Digastrik kasın anatomik görünümü

2.4.2. Isırma Kuvveti ve Çiğneme Kasları

Çiğneme kaslarının performansını değerlendirmede en temel göstergelerden biri, bu kasların oluşturabildiği maksimum ısırma kuvvetidir. Isırma kuvveti hem çiğneme sisteminin fonksiyonel kapasitesini hem de dişlere aktarılan kuvvet düzeyini belirlemede kritik bir rol oynar. Bu kuvvet, başlıca elevatör kaslar olan masseter, temporalis ve medial pterygoid kaslarının kasılması sonucunda ortaya çıkmakta ve merkezi sinir sistemi tarafından hassas bir şekilde kontrol edilmektedir (117).

Kasların üretebildiği maksimum kuvvetin belirlenmesinde fizyolojik kesit alanı en önemli faktörlerden biridir. Nitekim yapılan çalışmalar, kasın enine kesit alanı ile oluşturabileceği maksimum kuvvet arasında güçlü bir korelasyon bulunduğunu; dolayısıyla ısırma kuvvetinin de bu yapısal parametreyle doğru orantılı değiştiğini göstermektedir (118).

Isırma kuvveti, çiğneme sisteminin performansını ve fonksiyonel dayanıklılığını yansıtan en güvenilir biyomekanik parametrelerden biri olarak kabul edilmektedir. Mandibula elevasyonundan sorumlu kasların morfolojik özellikleri özellikle masseter kas kalınlığı ısırma kuvvetinin güçlü belirleyicilerindendir. Örneğin, masseter kas kalınlığının ısırma kuvveti ile doğrudan ilişkili olduğu, insanda ısırma kuvvetindeki varyasyonun yaklaşık %58'inin bu parametreyle açıklanabileceği bildirilmiştir (119). Benzer şekilde, kısa yüz tipine sahip bireylerde kas verimliliği artmış, buna bağlı olarak ısırma kuvveti düzeyleri daha yüksek bulunmuştur (120).

Yaş ve gelişim süreci de ısırma kuvveti üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Çocuklukta 6-8 yaş aralığında ortalama 78 Newton (N) düzeyinde olan ısırma kuvveti, ergenlikte yaklaşık 176 N seviyelerine yükselmektedir (121). Bu değer genellikle 20-40 yaş aralığında stabil kalırken, ileri yaşlarda kas kütlesindeki azalma ve periodontal destek kaybıyla birlikte düşüşe geçmektedir (122).

Cinsiyet farklılıkları konusunda literatürde tutarlı bulgular mevcuttur. Yetişkin erkeklerin ısırma kuvveti değerleri kadınlara kıyasla yaklaşık %30 daha yüksek bulunmuştur (123-125). Bu farklılık, erkeklerde daha geniş kas kesit alanlarının bulunması, testosteronun kas kütlesi üzerindeki etkileri ve periodontal ligament yüzeyinin daha büyük olması gibi faktörlerle açıklanmaktadır. Ayrıca, yaşlı bireylerde

tamamen doğal diş dizisine sahip olan erkeklerde, kadınlara kıyasla daha yüksek ısırma kuvveti ve çiğneme yeterliliği rapor edilmiştir (126).

EMG çalışmalarında, temporalis ve masseter kaslarının ısırma kuvvetiyle güçlü bir korelasyon gösterdiği ortaya konmuştur. EMG aktiviteleri ile ısırma kuvveti arasındaki doğrusal ilişki, özellikle molar bölge baskısında güvenilir bulunmuştur. Bu sonuç, biyomekanik modellemelerde masseter ve temporalis kaslarının kuvvet katkısının hesaplanması açısından kritik önem taşır (127).

Masseter, temporalis ve lateral pterygoid gibi çiğneme kaslarının kalınlık ve kesit alanı değerlendirmesinde USG'nin güvenilir olduğu gösterilmiştir. Özellikle TME bozukluklarında kas kalınlığında tedavi sonrası normalleşme izlenebilmiş ve USG'nin bu amaçla tamamlayıcı bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (128). Ayrıca, dişsiz hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, implant destekli sabit protezlerin yerleştirilmesini takiben masseter ve anterior temporalis kas kalınlıklarının belirgin şekilde arttığı; böylece mastikasyon fonksiyonunun iyileştirildiği gösterilmiştir (129).

Bogdanov tarafından yürütülen yakın tarihli bir çalışmada, temporalis ve masseter kaslarının maksimum ve submaksimum çene sıkma sırasında farklı düzeylerde aktivite gösterdiği belirlenmiş, özellikle masseter kasının çene kapanışı esnasındaki baskın rolü nedeniyle ısırma sürecinde belirleyici olduğu vurgulanmıştır. Artan kas aktivitesinin daha yüksek ısırma kuvveti üretimiyle ilişkili olduğu açıkça ortaya konmuştur (130).

Isırma kuvveti üzerinde çene kapanma hızı ve açıklık genişliği gibi fonksiyonel parametrelerin de etkili olduğu gösterilmiştir. Mandibulanın daha hızlı kapanması masseter kasındaki aktiviteyi artırmakta; açıklığın artması durumunda ise azalan mekanik avantajı telafi etmek için sinir sistemi kas aktivitesini artırmaktadır. Bu bulgu, çiğneme sisteminin çevresel koşullara karşı adaptif doğasını ve çiğneme kaslarının dinamik işlevselliğini göstermektedir (131).

Çocuklarda yapılan çalışmalar da çiğneme kaslarının sağlıklı gelişiminin ısırma kuvveti üretimindeki önemini destekler niteliktedir. Çürük bulunan ve bulunmayan süt dişlerine sahip çocuklarda maksimum molar ısırma kuvveti karşılaştırılmış ve sağlıklı

kas yapısının optimal ısırma kuvveti üretimi için kritik olduğu, bunun da çocuklarda etkili besin parçalanmasını sağladığı rapor edilmiştir (132).

Çene kaslarının biyomekaniği üzerine yapılan derlemeler, çiğneme sistemindeki kasların, eklemlerin ve sert dokuların kuvvet ve moment etkisiyle mandibulayı altı serbestlik derecesi kapsamında hareket ettirdiğini, bu mekanizmanın hem hızlanmayı hem de stabiliteyi sağladığını vurgulamaktadır. Kasların eylem hatları ile mandibula ağırlık merkezi arasındaki ilişkinin ısırma kuvveti üretiminde belirleyici olduğu belirtilmiştir (94).

2.4.3 Diş Çürüğünün Çene Eklemi ve Çiğneme Kaslarına Etkisi

Diş çürüğü, çocuklarda sadece lokal doku kaybına yol açmakla kalmayıp, genel sağlık, büyüme, gelişim ve çiğneme fonksiyonu üzerinde de önemli etkiler yaratabilmektedir (15). Çiğneme yetisi, çocukluk döneminde kazanılan temel fonksiyonlardan biri olup, gıda alımı, beslenme düzeni ve kraniyofasiyal gelişim için kritik bir rol üstlenir. Diş çürüğü varlığı; çiğneme performansı, maksimum ısırma kuvveti, yutma eşiği ve çiğneme davranışları üzerinde doğrudan ya da dolaylı olumsuz etkiler yaratmaktadır (133,134). Diş çürüğü nedeniyle ağrılı veya çiğnemeye elverişsiz hale gelen dişler, özellikle posterior bölgelerdeki oklüzal temas kaybı ile çiğneme kapasitesinde azalmaya neden olur (135,136).

Çocuklar, ağrılı diş bölgelerinde çiğnemekten kaçınarak daha az etkili ve kompansatuar çiğneme davranışları geliştirir. Bu durum, masseter ve temporalis gibi çiğneme kaslarında unilateral aktivite artışına ya da atrofiye yol açabilmekte, kasın kalınlığı ve EMG aktivitesinde azalma ile sonuçlanabilmektedir (137). Ayrıca, çürük kaynaklı ağrı, çiğneme tarafı tercihi gibi davranışsal adaptasyonlara sebep olarak çene kaslarının asimetrik kullanımına ve uzun vadede kas dengesi bozulmalarına neden olabilir (138).

Maksimum ısırma kuvvetinin azalması, yalnızca kas fonksiyonu açısından değil, periodontal reseptörlerin sağladığı proprioseptif geribildirim mekanizmaları açısından da önemlidir. Çürüğe bağlı oklüzal kayıplar ve fonksiyonel ünitedeki azalma, dişten kaynaklanan duyu girdilerinin azalmasına neden olarak çiğneme motor kontrolünü zayıflatabilir (120,139). Ayrıca, çürüğün ilerlemesiyle birlikte çiğneme sırasında

ağrının artması, çocukların gıdaları yeterince parçalayamadan yutmalarına sebep olarak yutma eşiğini düşürmekte, bu durum da sindirim ve beslenme üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (9).

TME, çiğneme sisteminin diğer önemli bileşenidir ve diş çürüğüne bağlı fonksiyonel dengesizliklerden doğrudan etkilenebilir. Özellikle ağrılı bölgelerden kaçınma amacıyla gelişen tek taraflı çiğneme alışkanlığı, TME'ye asimetrik yük binmesine yol açarak eklem diskinde yer değişikliği, kapsül gerilmesi ve zamanla temporomandibular disfonksiyon gelişimiyle sonuçlanabilir (140,141). Tedavi edilmeyen çürüklerin, özellikle erken çocukluk döneminde, bu tür adaptasyonlarla birleşmesi halinde, ilerleyen yıllarda maloklüzyon, çene eklemi problemleri ve kas-iskelet dengesiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (142).

Bununla birlikte, bazı çalışmalar bu olumsuz etkilerin geri döndürülebilir olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle cam iyonomer restorasyon uygulanan çocuklarda 24 saat içerisinde ısırma kuvvetinin anlamlı düzeyde arttığı, bu durumun fonksiyonel oklüzal temasın yeniden sağlanmasıyla ilişkili olduğu rapor edilmiştir (141). Benzer şekilde, genel anestezi altında çürük tedavisi gören çocuklarda yapılan prospektif çalışmalar, dental tedavi sonrasında interark fonksiyonel kontakt sayısında ve mastikasyon kalitesinde belirgin artış olduğunu göstermiştir (140,142).

Diş çürüğü ile trabeküler kemik yapısı arasındaki ilişkiyi değerlendiren bir çalışmada, fraktal analiz yöntemi kullanılarak çürük lezyonların mandibula içindeki trabeküler yapıyı olumsuz etkilediği ve bu durumun çene kemiğinin, dolayısıyla TME'yi destekleyen yapının yapısal bütünlüğü ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre bu yapısal bozulmanın çenenin biyomekaniğini zayıflatabileceği ve diş yapısı, kemik sağlığı ile çene kasları arasındaki karmaşık etkileşim nedeniyle çiğneme fonksiyonunu olumsuz etkileyebileceği öne sürülmüştür (143).

Diş kaybının temporomandibular bozukluklara yol açma riskinin incelendiği bir çalışmada, çürüğe bağlı diş eksikliklerinin neden olduğu düzensiz oklüzal kuvvetlerin TME'de asimetrik yüklenmeye sebep olduğu raporlanmıştır. Bu durum, TME ve çiğneme kasları üzerinde bozukluk riskini artırmaktadır. Elde edilen sonuçlar, diş çürüğünün mandibular pozisyon ile çiğneme kaslarının işleyişini etkileyen biyomekanik bir değişim zincirini tetikleyebileceğini ortaya koymuş; bu da TME

sağlığının korunmasında diş bütünlüğünün ne denli önemli olduğunu vurgulamıştır (144).

Leal ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise diş çürüğünün TME ile ilişkili çiğneme kası ağrısını artırabileceği gösterilmiştir. Araştırmacılar, özellikle çocuklarda çürüğe bağlı gelişen rahatsızlıkların uyku bruksizmini artırdığını saptamışlardır. Bu durumun çiğneme mekaniklerindeki bozulmaya bağlı olarak kas yorgunluğu ve ağrıyı hızlandırdığı, dolayısıyla TME ve ilgili kas yapılarını olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (145).

Bir başka araştırmada ise diş diziliminin çiğneme kası aktivitesi ve dengesi üzerindeki etkileri incelenmiş; diş dizilimindeki bozuklukların, çürüğe bağlı olarak daha da belirgin hâle gelebildiği ve bu bozuklukların çiğneme kaslarında dengesizlik yarattığı belirtilmiştir. Bu durumun, oklüzal temaslar ile TME sağlığı arasındaki ilişkiyi daha da zayıflattığı ortaya konmuştur. Bulgular, yalnızca lokal diş sağlığının değil, sistemik kas koordinasyonu ve eklem fonksiyonu üzerindeki etkilerin de değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir (146).

Teplova ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, çiğneme sistemine uygulanan fiziksel yüklerin sistemik etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, çürük dişlerin neden olduğu yetersiz oklüzal temasların tekrarlayıcı stresler oluşturduğu ve bunun TME mekanikleri üzerinde patolojik değişikliklere yol açabileceği öne sürülmüştür. Elde edilen veriler, düzensiz veya değişen ısırma kuvvetlerinin neden olduğu kas yorgunluğu ile eklem disfonksiyonunun, diş çürüğüne bağlı olarak daha belirgin hâle geldiğini göstermiştir (147).

İkuta ve arkadaşları da anterior ve posterior dişlerle yapılan ısırma görevleri sırasında çene hareketlerinin fonksiyonel performansını karşılaştırdıkları çalışmalarında, özellikle posterior dişlerde sıkça görülen çürüklerin çiğneme kaslarının etkinliğini ciddi şekilde azalttığını ve çene biyomekaniğinde anlamlı değişimlere yol açtığını tespit etmişlerdir. Bu bulgular, sağlıklı dişlerin çene dinamiklerinin korunmasında ve kas fonksiyonlarının dengeli çalışmasında kritik bir rol oynadığını ortaya koymuştur (148).

2.5. Çiğneme Kaslarını Görüntüleme ve Ölçüm Yöntemleri

Çiğneme kasları, çene fonksiyonunda ve çiğneme mekanizmasının genel işleyişinde kritik bir rol oynar. Bu kasların çeşitli görüntüleme ve ölçüm yöntemleriyle değerlendirilmesi hem klinik uygulamalar hem de bilimsel araştırmalar açısından büyük önem taşımaktadır. Çiğneme kaslarının görüntülenmesi ve ölçülmesi için kullanılan yöntemler son yıllarda önemli ölçüde gelişmiş ve bu kasların ağız fonksiyonlarındaki rolünü daha derinlemesine anlamamıza olanak sağlamıştır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), USG ve EMG hem klinik ortamda hem de araştırmalarda en yaygın kullanılan teknikler arasında olup, bu yöntemlerin bütünleşmiş biçimde kullanılması çiğneme kaslarının sağlık durumu ve fonksiyonel kapasitesinin çok boyutlu değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu durum özellikle TME bozuklukları ve ilişkili dental durumların yönetiminde değerli bilgiler sunmaktadır. Çiğneme sisteminin yapısal ve işlevsel değerlendirmesi için en sık kullanılan yöntemler; B-mod USG, sonoelastografi, MRG, yüzey elektromiyografisi (surface EMG / sEMG), ısırma kuvveti ölçümleri ve mandibula hareketlerinin üç boyutlu analizi şeklinde özetlenebilir. Her bir yöntem, kas kalınlığı/hacmi, doku kalitesi, aktivite örüntüsü, kuvvet üretimi ve hareket kinematiği gibi farklı boyutları değerlendirmekte, bu yönüyle birbirini tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır. Klinik ve epidemiyolojik çalışmalarda geçerlik, güvenirlik ve uygulanabilirlik açısından güçlü kanıtlarla desteklenen protokoller önerilmektedir (149,150,151).

USG ile masseter ve temporalis kas kalınlığının dinlenme ve kontraksiyon sırasında ölçülmesi, çocuklar ve yetişkinlerde hem pratik hem de güvenilir bir yaklaşımdır. Standardize prob yerleşimi, minimal basınç, dik açılanma ve belirlenmiş referans düzlemlerle yapılan ölçümlerde gözlemciler arası ve gözlemci içi uyumun "iyi-mükemmel" düzeylerde olduğu; aktiviteye bağlı kalınlık değişimlerinin de tutarlı biçimde yakalanabildiği gösterilmiştir. Ayrıca USG'de "eko yoğunluğu" (echo intensity) gibi gri-seviye ölçütleriyle yağ dokusu artışı ve kas kalitesi hakkında dolaylı bilgi elde edilebilmekte; bruksizm, fasiyal asimetri veya yaşa bağlı değişimlerin masseter kalınlığı ve eko profiliyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (152-154).

USG'nin ileri uygulamalarından biri olan sonoelastografi, özellikle çiğneme kasları (örneğin masseter kası ve temporalis kası) dokusunun sertliğini non-invaziv ve nicel olarak ölçmeye olanak tanır. Bu tekniklerin içinde strain elastografi (SE) manuel

kompresyon temelli görüntüleme sunar; prob aracılığıyla dokuda uygulanan hafif bası öncesi ve sonrası ekolar karşılaştırılır ve deformasyon oranı (strain) elde edilir. Bu oran, dokunun ne kadar "yer değiştirdiğini" gösterir ve yüksek oran genellikle daha yumuşak dokuya işaret eder. SE, çiğneme kaslarında kasılma ve istirahat hâlindeki değişimleri izlemeye uygun bir yöntemdir: örneğin bir çalışmada, dentofasiyal deformitesi olan hastalarda masseter kasında SE ile ölçülen strain değerlerinin kasılma hâlinde istirahate göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde yükseldiği bulunmuştur (155,156). SE'nin avantajları arasında cihaz ve teknik olarak daha ulaşılabilir olması yer alırken, sınırlamaları arasında operatör bağımlılığı, ölçümlerin göreli (kPa ya da m/s gibi kantitatif birim yerine oran şeklinde) olması ve yeniden üretilebilirliğinin daha düşük olması sayılabilir. Bir sistematik derlemede SE'nin mastikatör kas hastalıklarında umut verici olduğu ancak büyük ölçekli çalışmalara ve yöntemin standardizasyonuna ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (155,157).

Öte yandan, shear-wave elastografi (SWE), akustik radyasyon kuvveti kullanarak dokuda shear (kayma) dalgası oluşturur ve bu dalganın yayılma hızı ya da Young modülü (kPa veya m/s) ölçülerek dokunun sertliği kantitatif olarak belirlenir. SWE'nin avantajı işlemin kantitatif olması, operatör etkisinin SE'ye göre daha az olması ve farklı zaman noktaları ile hastalar arasında güvenli karşılaştırma imkânı sunmasıdır. Örneğin bir çalışmada, farklı TME bozukluğu durumlarındaki hastalarda masseter kas sertliğinin SWE ile değerlendirildiği ve kadın-erkek, yaş grupları arasında belirgin farklılıkların tespit edildiği bildirilmiştir. Ancak SWE'de de cihazlar arası heterojenlik ve uygulama protokollerinin çeşitliliği nedeniyle standardizasyon sorunu halen gündemdedir (158).

Kas aktivitesinin zamansal ve genlik bileşenlerini değerlendirmede sEMG, invaziv olmayan ve yüksek zamansal çözünürlüklü bir yöntemdir. Masseter ve temporalis kaslara yerleştirilen çift kutuplu elektrotlarla istirahat, maksimum sıkma ve çiğneme sırasında sinyaller kaydedilebilmektedir. Normalizasyon ve artefakt kontrolü sağlandığında sEMG'nin tekrarlanabilirliği ve klinik kullanıma uygunluğu yüksek bulunmuştur. Yaş ve cinsiyete bağlı aktivite farklılıkları ile kas yorgunluğunun spektral belirteçleri (ör. medyan frekans kayması) sEMG ile güvenilir biçimde izlenebilmektedir (151,159).

Isırma kuvveti ölçümleri, mastikatör kasların fonksiyonel çıktısını doğrudan nicelendiren bir yöntemdir. Strain-gauge veya piezoelektrik transdüserli taşınabilir cihazlarla molar veya insizal bölgede maksimum ısırma kuvveti kaydedilmektedir. Ölçümlerin yüz tipine, kas kalınlığına ve cinsiyete duyarlı olduğu; erkeklerde değerlerin daha yüksek, kısa yüz tipine sahip bireylerde mekanik avantaj nedeniyle kuvvetin artmış olduğu gösterilmiştir. İyi tasarlanmış ölçüm protokolleri (ısırma konumu, tekrarlama, dinlenme aralığı) ve cihaz kalibrasyonu hem bireysel izlemde hem de epidemiyolojik karşılaştırmalarda veri kalitesini belirleyen temel unsurlardır (151).

Mandibula hareketlerinin üç boyutlu kinematik analizi, çiğneme döngüsünün açıklık–kapanış fazlarını, yanal sapmayı, hız/ivme profillerini ve simetriyi ortaya koymaktadır. Optoelektronik sistemler ve özellikle üç boyutlu elektromanyetik artikülografi ile baş ve çene hareketleri eşzamanlı olarak izlenebilmekte; farklı gıda sertliklerinde çiğneme hızına bağlı kinematik değişimler, mandibula pozisyonu ve kas-hareket eşgüdümü nicel biçimde değerlendirilebilmektedir. Bu yaklaşımlar, TME bozuklukları ve oklüzal rehabilitasyon gibi klinik durumlarda tedavi öncesi–sonrası fonksiyonel değişimin nesnelleştirilmesinde güçlü araçlar sunmaktadır (160,161).

Yöntemler arasındaki seçim, araştırma sorusu ve klinik gereksinime göre yapılmalıdır. USG ve sonoelastografi, kolay erişilebilirlik ve tekrarlı ölçümler için uygunken; MRG referans yapısal haritalama sağlar, sEMG kas aktivitesinin zamansal örüntülerini, ısırma kuvveti ölçümleri fonksiyonel çıktı düzeyini, 3B kinematik analiz ise çiğneme döngüsünün bütünsel koordinasyonunu yakalar. Birden fazla yöntemin kombine kullanımı (ör. EMA + sEMG veya MRG hacmi + ısırma kuvveti) kas-eklem-oklüzal ilişkilerini çok boyutlu okumaya olanak tanır ve tedavi planlamasında kanıt düzeyini artırır. Bu bütüncül yaklaşım, mandibulanın altı serbestlik derecesinde (üç translasyon, üç rotasyon) kas kuvvetleri ve eklem reaksiyonlarının belirlediği kompleks biyomekaniğini daha doğru modellemeye yardımcı olur (162,163).

Sonuç olarak, çiğneme kaslarının görüntüleme ve ölçümünde güncel kanıtlar; USG/sonoelastografinin pratik ve güvenilir, MRG'nin referans yapısal, sEMG'nin duyarlı fonksiyonel, ısırma kuvveti testlerinin klinik çıktı odaklı ve 3B kinematiğin ayrıntılı hareket analizi sunduğunu göstermektedir. Uygun protokol, eğitim ve

standardizasyonla bu yöntemler tanı, tedavi izlemi ve araştırmada yüksek tekrarlanabilirlik ve klinik faydalar sağlamaktadır (150,152,159).

2.5.1. Diş Hekimliğinde Ultrasonografi

Son yıllarda, diş hekimliğinde tanı ve takip amaçlı olarak kullanılan radyolojik görüntüleme yöntemlerinin biyolojik zararlara yol açabileceği yönündeki bilimsel bulgular, iyonizan radyasyon içermeyen alternatif yöntemlere olan ilgiyi artırmıştır. USG; tükürük bezlerinden TME'ye, yumuşak dokulardan peri-implant bölgelere ve vasküler yapılardan periapikal lezyonlara kadar birçok farklı anatomik bölgenin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Özellikle klinik tanı ve takip süreçlerinde tamamlayıcı bir araç olarak, klasik radyolojik yöntemlere alternatif oluşturabilecek potansiyele sahiptir (164). Bu bağlamda USG gerek tanı koyma sürecinde gerekse tedavi sonrası izlemde tekrarlanabilir olması, biyolojik zarar oluşturmaması ve invaziv olmaması nedeniyle, klinik uygulamalarda güvenli bir seçenek olarak öne çıkmaktadır (165).

USG'nin diş hekimliğindeki ilk ve geleneksel kullanım alanlarından biri, majör tükürük bezlerine ait patolojilerin tanılanması olmuştur. Bu bağlamda, sialolitiyazis gibi durumlarda glandüler yapının ekojenitesinde ortaya çıkan değişiklikler; hiperekojenik odaklar, hipoekojenik bölgeler ve yapısal heterojenlik şeklinde saptanabilmektedir. Özellikle Sjögren sendromu gibi sistemik hastalıkların değerlendirilmesinde, büyük salya bezlerinin USG ile incelenmesi, tanı kriterlerinin bir parçası olarak önerilmektedir (166). Bunun yanı sıra, son dönemde yapılan çalışmalar USG'nin endodontik kökenli periapikal lezyonların tanısında ve bu lezyonların tedavi sonrası iyileşme süreçlerinin takibinde yüksek düzeyde güvenilir olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle klasik iki boyutlu radyografik yöntemlerle ayırt edilmesi güç olan granülom, kist ve apseler gibi lezyonlar, USG yardımıyla ekojenite farkları ve iç yapılarındaki özellikler dikkate alınarak daha doğru şekilde sınıflandırılabilmektedir (14,167).

TME disklerinin yer değişimi ve yapısal bozukluklarının saptanmasında da USG'nin kullanım alanı giderek genişlemektedir. Yüksek çözünürlüklü USG ile hem statik hem de dinamik muayenelerin yapılabilmesi sayesinde, eklem içi disk pozisyonu ve çevre yumuşak doku yapılarının detaylı şekilde görüntülenmesi mümkün hale gelmiştir.

Özellikle MRG'nin uygulanamadığı veya sınırlı kaldığı durumlarda, USG tamamlayıcı ve güvenilir bir tanı aracı olarak değerlendirilmektedir (168).

Diş hekimliğinde USG'nin yumuşak dokular üzerindeki etkili kullanımı, oral mukozanın detaylı analizine de olanak sağlamaktadır. Ultra yüksek frekanslı USG (UHFUS) sistemleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda, mukozal katmanların ekojenite yapıları ve tipik anatomik özellikleri karakterize edilebilmiş; bu sayede yüzeyel lezyonların tanısında ve malign transformasyon risklerinin erken saptanmasında önemli ipuçları elde edilmiştir (169).

Yapısal değişikliklerin izlenmesinde USG faydalı bir araçtır. Özellikle genç bireylerde uygulanan ortodontik veya fonksiyonel ortopedik tedavilerde, masseter kas kalınlığının anlamlı biçimde azaldığı gözlemlenmiş, bu bulgunun tedavi başarı kriterleri içinde objektif bir gösterge olabileceği öne sürülmüştür (170).

Periodontal cerrahinin planlanmasında da USG anlamlı katkılar sunmaktadır. Özellikle maksiller yapışık dişetinin kalınlığının invaziv olmayan bir yöntemle doğru şekilde ölçülebilmesi, greft alınacak alanın belirlenmesinde klinisyene yardımcı olmaktadır. Bu ölçümler, transgingival sondalama gibi klasik yöntemlere kıyasla hasta konforunu artırmakta ve dokuya zarar vermeden bilgi elde edilmesini sağlamaktadır (171). İmplantoloji alanında ise, USG'nin hem yumuşak dokuların hem de çevresel kemik yapılarının değerlendirilmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir. Bohner ve ark. tarafından yapılan bir araştırmada, bukkal kortikal kemiğin kalınlığı USG ile ölçülmüş ve bu veriler, Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) ile elde edilen ölçümlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, özellikle düşük radyasyon maruziyeti gerektiren vakalarda USG'nin güvenli bir alternatif olabileceğini göstermektedir (172).

Endodontik sinüs traktusların izlendiği vakalarda, USG ile sinüs yolunun izlenmesi ve lezyon çıkış yerinin belirlenmesi mümkün olmuş, böylece tedavi planlaması daha doğru ve hedef odaklı bir şekilde yapılabilmiştir (173).

Kas değerlendirmeleri açısından da USG, çiğneme kaslarının hacim, uzunluk ve kas kalınlığı gibi parametrelerinin değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Bu bağlamda

özellikle ortognatik cerrahi öncesi ve sonrası kas yapılarındaki değişimlerin izlenmesi, fonksiyonel denge ve oklüzal stabilite açısından önemli veriler sunmaktadır (174).

Ayrıca, doppler USG teknikleri sayesinde, lingual arter gibi kritik vasküler yapıların izlenmesi ve oral cerrahiler öncesinde anatomik risklerin belirlenmesi mümkün hale gelmiştir. Bu, cerrahi güvenliği artırırken aynı zamanda komplikasyon riskini de azaltmaktadır (175).

Son olarak, yüksek frekanslı USG kullanılarak erken dönem mine demineralizasyonlarının ve çürük lezyonlarının görüntülenebildiği ve mikro-bilgisayarlı tomografi (mikroBT) ile karşılaştırıldığında benzer doğrulukta sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir. Bu sayede, restoratif planlamanın çürük boyutuna göre optimize edilmesi, invazivliği azaltırken etkinliği artırmaktadır (176).

2.5.1.1. Ultrasonografinin Avantajları ve Dezavantajları

USG, diş hekimliği de dâhil olmak üzere birçok tıbbi disiplinde geniş kullanım alanına sahip, noninvaziv bir görüntüleme yöntemidir. Temel avantajları arasında radyasyon içermemesi, gerçek zamanlı görüntüleme sağlaması, taşınabilir cihazlarla uygulanabilir olması, tekrarlanabilirliği ve düşük maliyeti yer almaktadır. Bu yönleriyle, özellikle radyasyon maruziyetinin sınırlı tutulması gereken pediatrik hastalar ve tekrarlayan kontrol muayeneleri için oldukça uygun bir seçenektir. Ayrıca yüksek hasta uyumu, kolay erişilebilirlik ve hızlı uygulanabilirlik, USG'yi diğer bazı görüntüleme yöntemlerine kıyasla daha pratik ve kullanıcı dostu bir seçenek hâline getirmektedir (165).

2.5.1.2. Ultrasonografi ile Çiğneme Kaslarının Değerlendirilmesi

USG, çiğneme kaslarının morfolojik ve fonksiyonel özelliklerini değerlendirmek amacıyla uzun süredir kullanılan güvenilir bir görüntüleme yöntemidir. Masseter kası, yüzeyel yerleşimi ve çiğneme mekanizmasındaki kilit rolü nedeniyle bu tür çalışmalarda en çok tercih edilen kaslardan biridir (177).

USG ile yapılan analizlerde, kasın hem istirahat hâlindeki hem de maksimal kasılma esnasındaki kalınlığı ölçülerek fonksiyonel kapasite ve kas aktivitesi hakkında değerli bilgiler elde edilmektedir (178). Yöntem, noninvaziv olması, radyasyon içermemesi,

taşınabilir cihazlarla kolayca uygulanabilmesi ve yüksek hasta konforu sağlaması nedeniyle kasların değerlendirildiği klinik ve araştırma ortamlarında da yaygın şekilde tercih edilmektedir (179).

Masseter kasının USG ile değerlendirilmesinde genellikle 10-18 MHz frekans aralığında lineer problar kullanılmaktadır. Yüksek frekanslı bu problar, yüzeyel yumuşak dokuların yüksek çözünürlükte görüntülenmesine imkân verir. Ölçümler sırasında kasın uzun eksenine paralel bir prob pozisyonu tercih edilir, böylece kas liflerinin düzeni ve ekojenitesi net bir şekilde görülebilir. Çalışmalarda genellikle mandibular angulus ile zigomatik ark arasındaki çizgi referans alınarak üç ana bölge belirlenir: anterior, orta ve posterior. Bu bölgelerden alınan ölçümler karşılaştırıldığında, kasın kalınlığındaki değişimlerin en belirgin şekilde orta noktadan ölçülen değerlerde gözlendiği rapor edilmiştir (177).

Kas kalınlığı, fonksiyonel değerlendirmede önemli bir biyometrik parametredir. Dinamik ölçümler sırasında kasın istirahat hâli ile çiğneme veya diş sıkma esnasındaki kalınlığı arasındaki fark, kasın fonksiyonel gücü hakkında bilgi verir. Özellikle bruksizm, TME bozuklukları veya kas hipertrofisi gibi durumlarda masseter kası kalınlığında belirgin değişiklikler saptanabilir. Örneğin, TME disfonksiyonlu bireylerde kas kalınlığının normal popülasyona kıyasla azaldığı ya da asimetrik göründüğü bildirilmiştir. Bu nedenle USG ile yapılan ölçümler, sadece sağlıklı bireylerde referans değer oluşturmak için değil, patolojik durumların tanısında da kullanılabilmektedir (180).

Masseter kasının USG ile değerlendirilmesinde kullanılan ölçümler, EMG sonuçlarıyla kıyaslandığında, kas aktivitesini yansıtma bakımından anlamlı korelasyonlar göstermiştir (178,181). EMG, kas aktivitesinin elektriksel sinyallerini kaydederken USG kas kalınlığı, hacmi ve ekojenitesini değerlendirir. İki yöntemin bir arada kullanımı, çiğneme kaslarının hem fonksiyonel hem de morfolojik durumunu anlamada daha kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Ancak tek başına USG bile, pratik uygulanabilirliği ve yüksek tekrarlanabilirliği nedeniyle klinik takiplerde avantaj sağlar (177).

Ölçüm güvenirliğini artıran bir diğer faktör, standart anatomik noktaların belirlenmesidir. Zigomatik ark ve mandibular angulus referans noktaları, probun sabit

bir çizgide yerleştirilmesini sağlayarak gözlemciye bağlı hataları azaltır. Yapılan güvenirlik analizlerinde gözlemci içi ve gözlemciler arası tutarlılığın yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu durum, USG ile yapılan ölçümlerin farklı klinik ortamlarda ve farklı uzmanlar tarafından güvenilir şekilde tekrar edilebileceğini ortaya koymaktadır (177,179).

USG ile değerlendirme sırasında yalnızca kas kalınlığı değil, kas içi yapılar da incelenebilir. Ekojenite düzeyi, kas içi yağlanma, lif düzeni ve olası fibrotik değişiklikler USG görüntülerinde belirgin olarak gözlenebilir. Özellikle kronik kas ağrıları, travmalar veya cerrahi müdahaleler sonrası kas yapısında oluşabilecek düzensizlikler USG ile kolaylıkla saptanabilir. Bu açıdan bakıldığında USG hem rutin kontrollerde hem de postoperatif takiplerde önemli bir rol üstlenmektedir (180).

USG'nin bu alandaki kullanımı sadece tek bir kasla sınırlı kalmamış, temporalis kası ve lateral pterygoid gibi diğer çiğneme kaslarının da değerlendirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak masseter kasının daha yüzeyel olması ve prob yerleşiminin kolaylığı nedeniyle, literatürde en sık incelenen kas konumundadır (181). Klinik araştırmalarda elde edilen veriler, USG'nin çiğneme kaslarının simetrisini ve fonksiyonel yüklenmelerini değerlendirmek için güvenilir bir araç olduğunu kanıtlamaktadır. Bunun yanı sıra, ortodontik tedavi öncesi ve sonrası kas değişikliklerinin izlenmesi, TME hastalıklarının progresyonunun takip edilmesi ve kas rehabilitasyonu gibi geniş kullanım alanlarına sahip olduğu vurgulanmaktadır (177,178).

Bu bağlamda, masseter kasının USG ile analizi hem klinik değerlendirme hem de araştırma çalışmaları için yüksek doğrulukla uygulanabilen bir yöntem olarak öne çıkmakta; referans noktalarının standardize edilmesi ve deneyimli operatörlerin kullanımı ile ölçümlerin güvenirliği daha da artmaktadır (177,179).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu tez çalışması, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Kliniği ile Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Kliniği USG ünitesinde gerçekleştirilmiş, in vivo, prospektif ve longitudinal olarak yürütülmüştür.

3.1. Etik Kurul Onayı ve Etik Prosedürler

Bu araştırma için gerekli etik kurul onayı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (08.11.2023 tarih ve 2023-168 karar numarası) (EK-1). Araştırmaya dâhil edilen tüm çocuklara (EK-2) ve ebeveynlerine (EK-3), çalışmanın amacı, kapsamı, uygulanacak işlemler, olası yararlar ve minimal düzeydeki riskler hakkında ayrıntılı ve anlaşılır bilgiler hem sözlü hem de yazılı olarak sunulmuştur. Katılımcıların hakları, araştırmaya katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı ve istedikleri herhangi bir aşamada, herhangi bir gerekçe göstermeksizin çalışmadan çekilebilecekleri açıkça ifade edilmiştir. Araştırma sürecinde çocuk katılımcıların üstün yararı ve güvenliği önceliklendirilmiş, kişisel verilerin gizliliği titizlikle korunmuş ve elde edilen tüm veriler yalnızca bilimsel amaçlarla değerlendirilmiştir. Ebeveynlerden yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formları alınmış, çocuk katılımcılara ise yaş ve gelişim düzeylerine uygun şekilde bilgilendirme yapılmış ve sözlü onayları sağlanmıştır. Çalışmanın hiçbir aşamasında çocuklara zarar verme potansiyeli taşıyan invaziv girişimlerde bulunulmamış; klinik uygulamalar, mevcut standart tedavi protokolleri ve hasta güvenliği ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Araştırma tüm süreç boyunca Helsinki Deklerasyonu'nun etik prensipleri doğrultusunda yürütülmüştür.

3.2. Örneklem Sayısı Belirleme

Örneklem büyüklüğü hesaplaması, G*Power sürüm 3.1 (Faul, Erdfelder, Lang ve Buchner; Heinrich Heine Üniversitesi, Düsseldorf, Almanya) kullanılarak yapılmıştır. Bruksizmin çocuklarda masseter kası üzerine etkisini USG ile araştıran Tatlı ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma referans olarak kullanılmıştır (182). Bu çalışmada, bruksist ve non-bruksist gruplar arasında masseter kas kalınlığı kontraksiyon durumunda sağ yarım çenede sırasıyla ortalama 13,29 ± 1,18 ve 11,08 ± 1,17 olarak bildirilmiştir ($p < 0,001$). Bu değerlere dayanarak, 1,88'lik etki büyüklüğü,

0,05'lik hata olasılığı ve 0,99'luk güç seviyesi ile gereken minimum örneklem büyüklüğü 20 olarak hesaplanmıştır. %20'lik ayrılma olasılığı da dahil edildiğinde en az 24 katılımcının örneklem grubunu oluşturması planlanmıştır.

3.3. Hasta Seçim Kriterleri

Bu çalışmanın intervansiyonel bölümü Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Kliniği'nde yürütülmüş olup, yaşları 6 ila 12 arasında değişen toplam 25 sağlıklı çocuk ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar; kliniğe rutin pedodontik değerlendirme ve tedavi gereksinimleri nedeniyle başvuran, çalışmanın amaç ve gerekliliklerine uygunluğu klinik muayene ile belirlenen kız ve erkek çocuklardan oluşmuştur. Çalışma grubunun seçiminde; katılımcıların büyüme ve gelişim açısından yaş grubuna uygun fizyolojik özellikler göstermeleri, dental gelişim dönemlerinin homojen olması ve çalışmanın güvenirliğini etkileyebilecek sistemik ya da yapısal bir sağlık sorununun bulunmaması ön planda tutulmuştur.

3.3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

1. Katılımcıların 6-12 yaş aralığında bulunması,
2. Tek taraflı bir veya birden fazla oklüzal, oklüzoproksimal ya da proksimal dentin çürüğü varlığı,
3. Vücut kitle indeksinin yaş ve cinsiyete göre normal sınırlar içinde yer alması,
4. Çalışmaya katılım için hasta ve ebeveynlerin bilgilendirilmiş gönüllü olur onam formunu imzalayarak araştırmaya katılmayı kabul etmeleri,
5. Tek taraflı diş çürüğü varlığına bağlı olarak katılımcıların ilgili tarafı kullanmada güçlük yaşadıklarını ifade etmeleri,
6. Sınıf I oklüzal kapanış ilişkisine sahip olmaları ve herhangi bir dentofasiyal anomalilerinin bulunmaması,
7. Daha önce ortodontik tedavi ya da ortognatik cerrahi geçirmemiş olmaları,
8. İlgili dişlerde daha önce restoratif veya endodontik tedavi uygulanmamış olması,
9. Standardizasyonun sağlanması amacıyla DMFT/dmft değerlerinin 1-4 aralığında bulunması,
10. Daimî veya süt dentisyonda eksik dişlerinin bulunmaması,
11. Fonseca Anamnestik İndeks (FAI) skorları 0 – 15 arasında olması.

3.3.2. Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri

1. İlgili diş arkında tek taraflı dentin çürüğü bulunmayan veya çürük lezyonları bilateral olarak izlenen olgular,
2. Kas ve iskelet sistemine ait tanılı hastalık veya bu sistemi etkileyebilecek sistemik hastalık varlığı,
3. Kraniyofasiyal gelişim anomalisi, dentofasiyal bozukluk ya da sınıf I dışındaki oklüzal kapanış ilişkisi varlığı,
4. Çiğneme fonksiyonunu etkileyebilecek düzeyde bruksizm, TME disfonksiyonu, kas hassasiyeti veya ağrı ve hareket kısıtlılığı,
5. DMFT/dmft değerinin 1-4 aralığı dışında olan veya daimî ya da süt dentisyonda eksik dişi bulunan çocuklar,
6. Ağız içinde akut enfeksiyon ve inflamasyon, ülseratif lezyon veya ağrılı periodontal sorun varlığı,
7. Ölçüm ve görüntüleme işlemleri sırasında kooperasyon eksikliği,
8. Araştırma hakkında bilgilendirilmesine rağmen yazılı bilgilendirilmiş onamın alınmaması veya çocuk katılımcının veya ebeveyninin gönüllü katılımı onaylamaması,
9. FAI skorlarının 15'ten büyük olması.

3.4. Teşhis ve Muayene Süreci

Çalışmaya dâhil edilen tüm olguların değerlendirilmesi, standartlaştırılmış ve çok yönlü bir teşhis-muayene protokolü çerçevesinde titizlikle yürütülmüştür. Klinik değerlendirme öncesinde her hastanın ebeveyninden ayrıntılı sistemik ve dental anamnez alınmış; sistemik hastalık öyküsü, düzenli ilaç kullanımı, geçirilmiş cerrahi işlemler, beslenme alışkanlıkları, parafonksiyonel alışkanlıklar, travma öyküsü ve önceki dental tedavi kayıtları sorgulanarak hasta dosyalarına işlenmiştir.

Tüm katılımcılara iyi aydınlatılmış klinik ortamda ve doğal baş pozisyonunda ekstraoral muayene yapılmıştır. Yüz simetrisi, profil analizi, alt-üst çene ilişkisi, kraniyofasiyal gelişim özellikleri değerlendirilmiş; TME bölgesinde palpasyonda hassasiyet, klik, krepitasyon ve hareket açıklığı bulguları kaydedilmiştir. Çene açma-kapama hareketleri sırasında deviasyon, ağrı veya kısıtlılık varlığı gözlemlenmiş; bu

bulgular hem TME fonksiyonunun hem de çiğneme kasları ile ilişkili olası bozuklukların saptanmasında kullanılmıştır.

TME fonksiyonunu sistematik olarak değerlendirmek amacıyla tüm hastalara FAI uygulanmıştır. On sorudan oluşan bu indeks aracılığıyla baş-boyun ağrısı, eklem sesi, çene yorgunluğu, diş sıkma veya gıcırdatma gibi semptomlar sorgulanmakta; hastaların verdiği "Evet" (10 puan), "Bazen" (5 puan), ya da "Hayır" (0 puan) yanıtlarından elde edilen puanlar toplanarak 0 ila 100 arasında bir skor elde edilmektedir (Tablo 3.4.1.1). Bu skorlama sonucunda elde edilen toplam puan 0 ila 15 arasındaysa TME bozukluğunun yokluğu, 20 ila 40 arasındaysa hafif düzeyde disfonksiyonu, 45 ila 65 arasındaysa orta düzeyde disfonksiyonu ve 70 ila 100 arasındaysa şiddetli disfonksiyonu tanımlamaktadır. Anketin Türkçe geçerlik güvenirlik çalışmaları yapılmış olup geçerlik ve güvenirliği kanıtlanmıştır (183). Bu değerlendirme, çalışmanın çiğneme kaslarıyla ilişkili parametrelerini etkileyebilecek olası eklem rahatsızlıklarını dışlamak için bir basamak olmuştur. Bu anket sonuçları doğrultusunda yalnızca 0 – 15 puan aralığındaki bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

Tüm olgulara dental ayna, künt uçlu WHO probu ve güçlü aydınlatma kullanılarak standart koşullar altında intraoral muayene yapılmıştır. Dişlerin sürme durumu, oklüzal kapanış ilişkileri, dental ark formu, çürük varlığı ve dağılımı, gingival durum ve oral hijyen düzeyi sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Çürük teşhisi ve aktivite durumunun belirlenmesinde birden fazla uluslararası geçerliliğe sahip indeks kullanılmıştır.

ICDAS-II, diş yüzeylerinde erken mine değişikliklerinden dentin kavitesine kadar tüm çürük evrelerini sistematik kodlarla sınıflandıran ve yüksek duyarlılığa sahip bir tanı aracıdır. Değerlendirmeler öncesinde ilgili indeksin kullanımında önerilen muayene yaklaşımı göz önünde bulundurularak diş yüzeyleri temizlenmiş, hava ile kurutulmuş ve güçlü ışık altında incelenmiştir. Mine yüzeyindeki beyaz opak lezyonlar, koyu renklenmeler, lokalize mine defektleri ve dentin kavitasyonları ayrı ayrı kaydedilmiştir. Bu yaklaşım hem çürük aktivitesini hem de ilerleme eğilimini ortaya koyarak tedavi gereksinimini belirlemede önemli katkı sağlamıştır.

PUFA İndeksi tedavi edilmemiş çürüklerin yol açtığı pulpal tutulum, ülserasyon, fistül ve apse gibi komplikasyonların sistematik biçimde kayıt altına alınması amacıyla

uygulanmıştır. Bu indeks, yalnızca çürük varlığını değil, ilerlemiş lezyonların yumuşak doku ve pulpa üzerindeki etkilerini de tanımlayarak hastaların tedavi önceliklerinin belirlenmesine katkıda bulunmuştur.

Tablo 3.4.1.1 Fonseca Anamnestik İndeksi (FAI)

	Fonseca anket soruları	EVET	BAZEN	HAYIR
1.	**Ağzınızı açarken zorluk çekiyor musunuz?**			
2.	**Alt çenenizi sağa-sola kaydırırken zorluk çekiyor musunuz?**			
3.	**Çiğneme esnasında kaslarınızda yorgunluk/ağrı oluyor mu?**			
4.	**Sık sık baş ağrınız olur mu?**			
5.	**Ense ağrınız veya boyun tutulmanız oluyor mu?**			
6.	**Kulak veya temporomandibular eklem ağrınız oluyor mu?**			
7.	**Çiğneme veya ağız açma sırasında TME' den herhangi bir klik sesi duyduğunuz oldu mu?**			
8.	**Diş sıkma veya gıcırdatma alışkanlığınız var mı?**			
9.	**Dişlerinizin düzgün kapanmadığını hissediyor musunuz?**			
10.	**Kendinizi gergin (asabi) biri olarak görür müsünüz?**			

CAST İndeksi, çürüğün başlangıç mine lezyonlarından komplikasyon aşamasına kadar tüm spektrumunu değerlendiren ve aynı zamanda tedavi gereksinimlerini sınıflandıran bir araçtır. Bu sistem, populasyon düzeyinde çürük yükünü belirlemenin yanı sıra klinik düzeyde hangi dişlerin öncelikli müdahale gerektirdiğini ortaya koyarak tedavi planlamasına rehberlik etmiştir.

Çalışmaya katılan çocukların genel çürük deneyimini belirlemek amacıyla DMFT/dmft indeksi de kullanılmıştır. Bu indeks; daimî dişlerde çürük, eksik ve dolgulu dişlerin, süt dişlerinde ise aynı parametrelerin kaydedilmesiyle, bireylerin

geçmiş ve mevcut çürük yükünü kantitatif olarak ortaya koymuştur. Böylece, çalışmaya dâhil edilen çocukların ağız sağlığı durumu ve çürük prevalansı objektif olarak değerlendirilmiş, diğer indekslerden elde edilen bulgularla birlikte analiz edilmiştir. Bu dört indeksin birlikte kullanımı, hastalığın erken teşhisinden ileri komplikasyonlara kadar geniş bir klinik tabloyu aynı anda değerlendirme imkânı sunmuş ve çalışmanın bilimsel güvenirliğini artırmıştır. Ayrıca, tüm indeksler aynı klinisyen tarafından uygulanarak gözlemci kaynaklı farklılıklar en aza indirilmiştir. İlgili çürük indekslerinin kullanımında gözlemci içi kalibrasyon amacıyla ana araştırmaya dahil edilmeyen ve farklı indeks kodları bulunan 20 hasta, ana araştırmadan bir ay önce iki hafta arayla aynı gözlemci (M.D.) tarafından muayene edilmiştir. Her bir indeks için κ katsayısı 0,88 ila 1 arasında bulunmuş, bu da gözlemci içi kalibrasyonun sağlandığı anlamına gelmiştir.

Klinik muayene bulgularını desteklemek amacıyla tüm katılımcılardan panoramik radyografi alınmıştır. Bu görüntüler, dental arkların genel durumunun, sürme anomalilerinin, retansiyonların, gömülü dişlerin ve kemik dokusunun değerlendirilmesini sağlamıştır. Lezyonun derinliği ve proksimal yüzeylerdeki çürüklerin daha hassas tespiti için gerekli görülen olgularda bite-wing radyografiler ek olarak istenmiştir. Ayrıca, endikasyon doğrultusunda ilgili diş veya bölgeye yönelik ayrıntılı görüntüleme için periapikal radyografiler alınarak kök ve periapikal dokuların durumu değerlendirilmiştir. Tüm klinik ve radyografik bulgular, hastalara özel muayene formlarına eksiksiz olarak kaydedilmiş; elektronik veri tabanına standart formatta aktarılmıştır.

3.5. Ultrasonografik Görüntüleme ve Ölçüm Prosedürü

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin USG ile görüntüleme ve ölçüm işlemleri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda alanında uzman ve deneyimli tek bir araştırmacı (H.E.) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan cihaz, Hitachi Arietta 65 (Hitachi Medical Systems, Tokyo, Japonya) USG cihazıdır (Şekil 3.4.1). Yüksek çözünürlüklü görüntüleme için 5-13 MHz frekans aralığına sahip lineer prob kullanılmıştır. Ölçümler sırasında akustik geçişi artırmak ve artefaktları engellemek amacıyla prob yüzeyine yeterli

miktarda ultrason jeli (Konix, Turkuaz, İstanbul, Türkiye) uygulanmış ve probun cilde gereğinden fazla basınç uygulanmadan sabit tutulmasına dikkat edilmiştir.

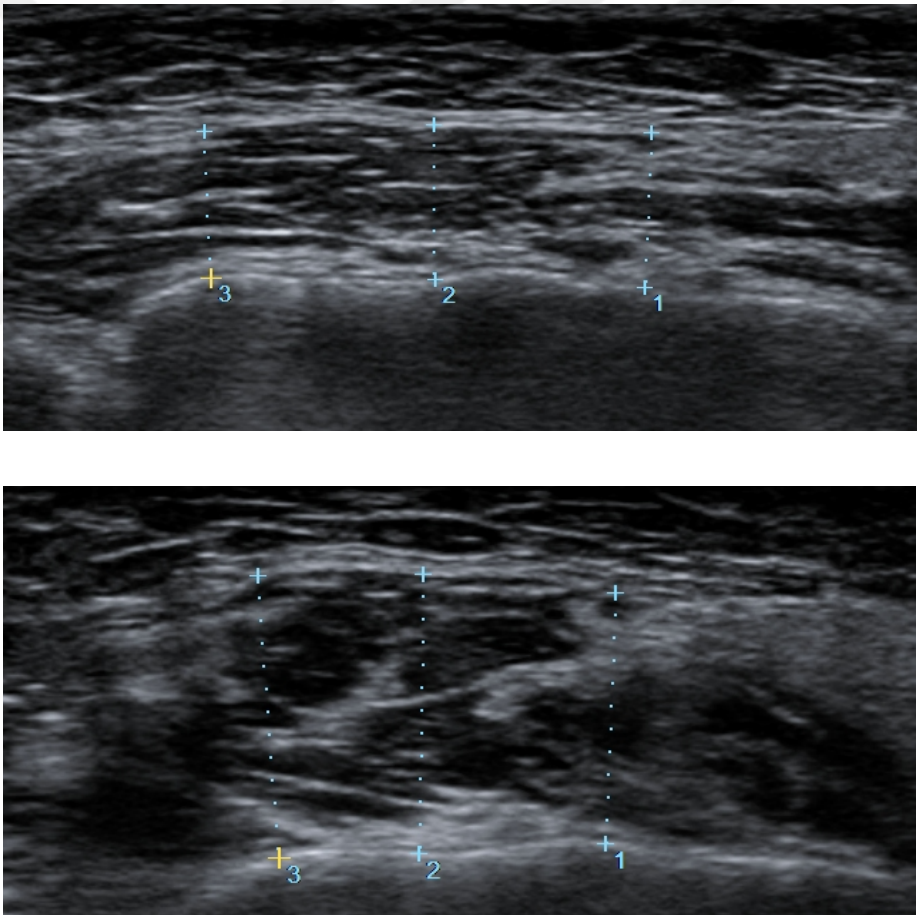


Şekil 3.4.1.1 Hitachi Arietta 65 USG cihazı

Tüm bireyler ölçümler sırasında dental koltukta sırtüstü pozisyonda yatırılmıştır. Başlarının, görüntüleme yapılacak tarafın karşısına hafifçe çevrilmesi sağlanmış ve kasların prob ile en uygun açıdan görüntülenmesi hedeflenmiştir. Ölçümlerin standardizasyonu için katılımcılardan ölçümden en az 5 dakika önce istirahat hâline geçmeleri sağlanmış, böylece kasların tonusundaki geçici değişiklikler en aza indirilmiştir. Ölçümler esnasında bireylerden çenelerini tamamen gevşetmeleri ve istirahat sırasında herhangi bir kas aktivitesi göstermemeleri istenmiş; kontraksiyon

ölçümleri için ise maksimum çene sıkma komutu verilmiştir. Bu yaklaşım, çiğneme kaslarının USG ile görüntülenmesinde yaygın kullanılan protokollerle uyumludur (184).

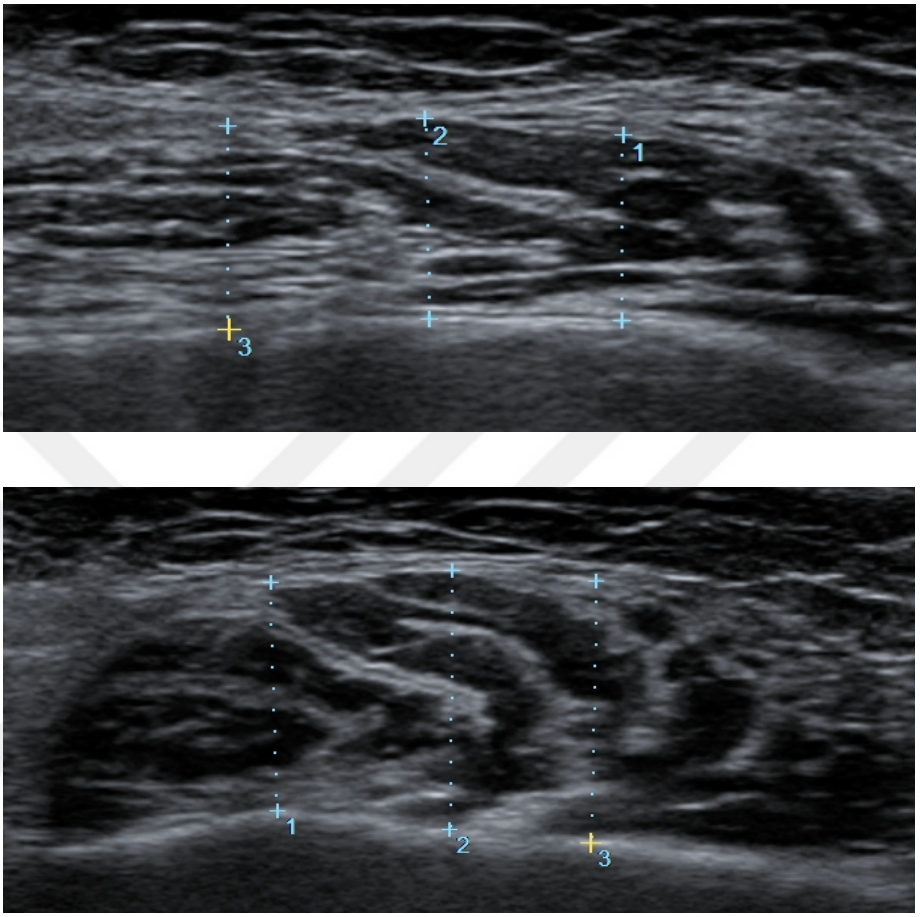
Masseter kası ölçümleri, literatürde sıkça uygulandığı üzere, mandibula angulusunun hemen üzerinde, kasın orta üçte birlik bölgesinde gerçekleştirilmiştir (185). Prob, kas liflerine dik ve oklüzal düzleme paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır. Ölçümler hem istirahat hâlinde hem de maksimum kas kontraksiyonu sırasında kaydedilmiş, her iki pozisyondan en az üç tekrar yapılmış ve bu üç değerin ortalaması alınmıştır. Tedaviden hemen sonra masseter kasının istirahat ve kontraksiyon sırasındaki USG görüntüleri Şekil 3.4.1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4.1.2 Tedaviden hemen sonra masseter kası USG görüntüleri (üst görselde dinlenme ve alt görselde kontraksiyon)

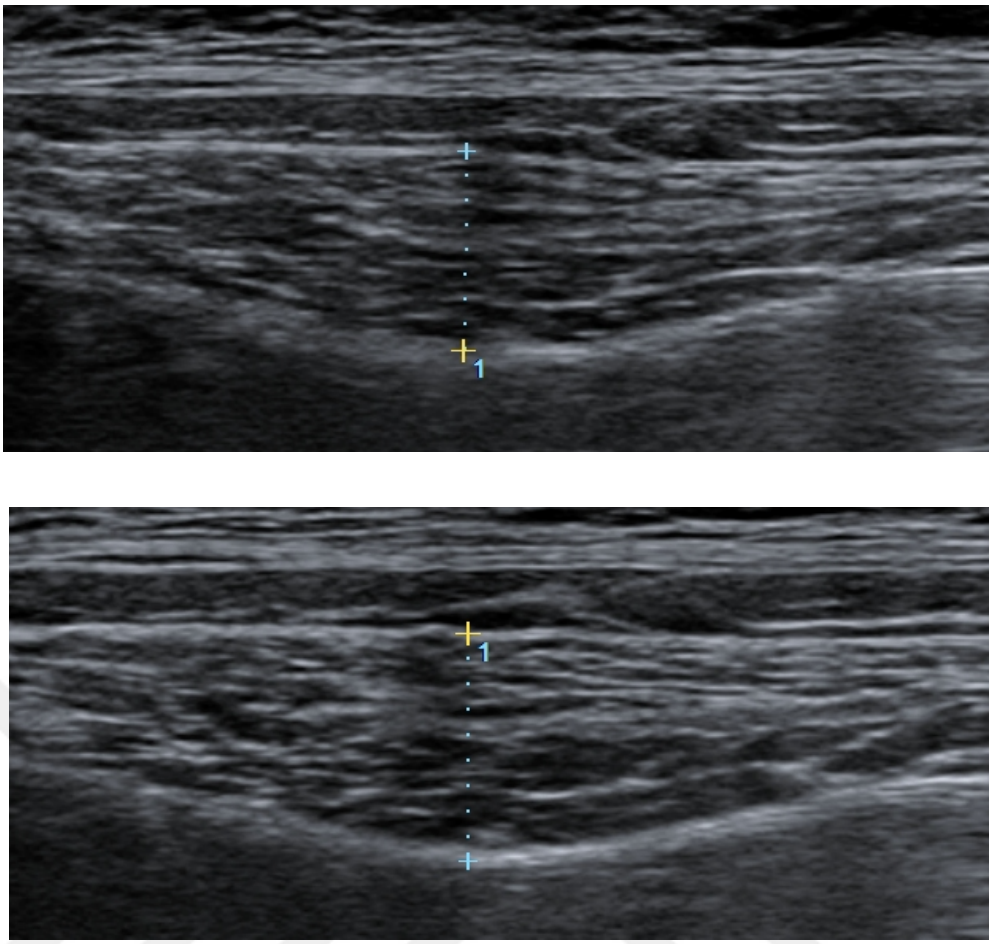
Kontrol seanslarında (3. ve 6. ay) aynı bireylerde aynı anatomik referans noktalarından ölçümler tekrarlanmış, bu sayede başlangıç ve takip verilerinin

doğrudan karşılaştırılması sağlanmıştır (Şekil 3.4.1.3). Bu yöntem, USG ölçümlerinde en önemli faktörlerden biri olan operatör bağımlılığını ve bireyler arası varyasyonları en aza indirmek için literatürde önerilen standart yaklaşım ile uyumludur (186).



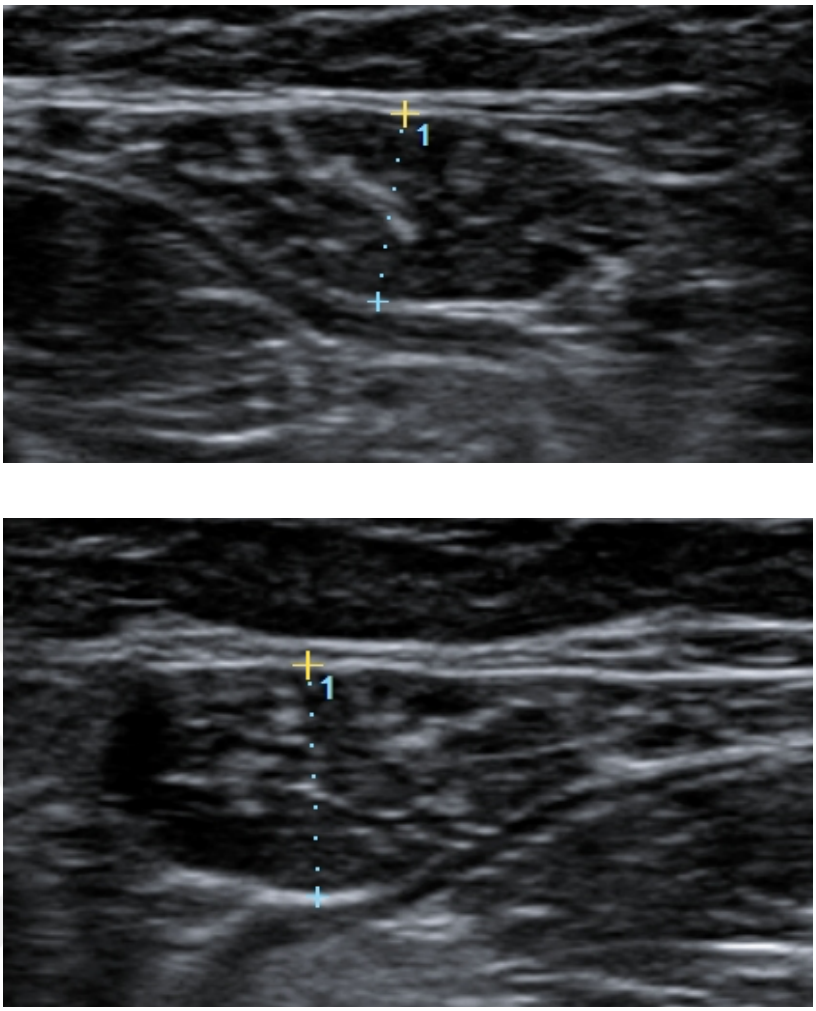
Şekil 3.4.1.3 Tedavi sonrası 6. ayda masseter kası USG görüntüleri
(üst görselde dinlenme ve alt görselde kontraksiyon)

Temporalis kasının kalınlık ölçümleri, zigomatik ark seviyesinin üzerinde gerçekleştirilmiştir. Prob, kas liflerine dik olacak şekilde yerleştirilmiş ve ölçümler hem istirahat hem de kontraksiyon pozisyonunda kaydedilmiştir (Şekil 3.4.1.4). Temporalis kasının ölçülmesi, çiğneme fonksiyonunun değerlendirilmesinde masseter kasına ek bilgi sağlamış ve elde edilen verilerin bütüncül bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımıştır.



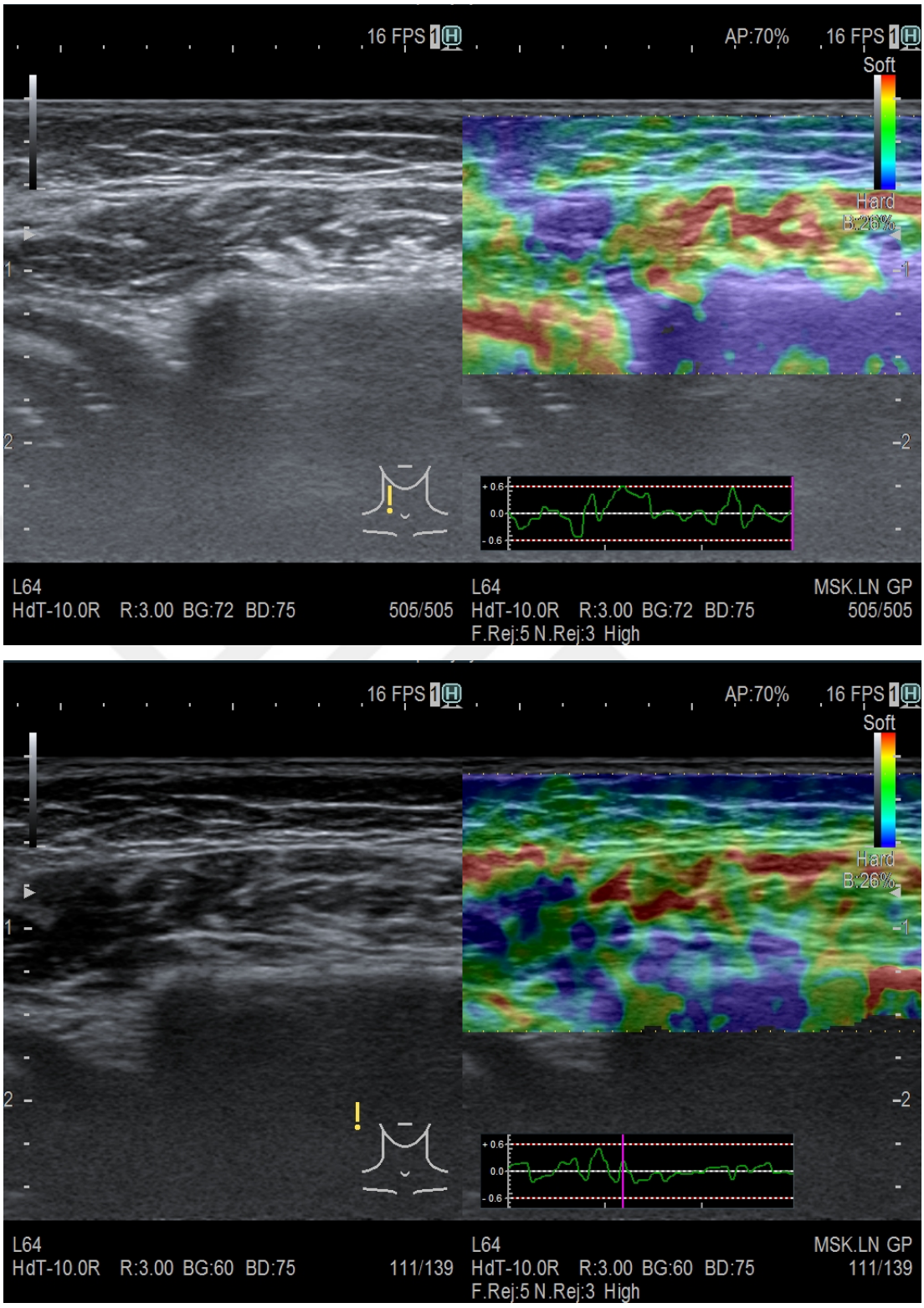
Şekil 3.4.1.4 Tedaviden hemen sonrası temporal kası USG görüntüleri (üst görselde dinlenme ve alt görselde kontraksiyon)

Anterior digastrik kasın USG ile ölçümleri, submandibular bölge üzerinden, mandibula korpusu hizasında yapılmıştır. Prob kas liflerine dik olacak şekilde konumlandırılmış ve kas kalınlığı istirahat halinde kaydedilmiştir (Şekil 3.4.1.5). İlgili kas kontraksiyona katılmadığı için yalnızca istirahat halinde ölçüm yapılmıştır. Bu kasın ölçülmesi, özellikle çiğneme kaslarının fonksiyonel dengesi açısından tamamlayıcı bir veri sunmuştur.



Şekil 3.4.1.5 Tedaviden hemen sonrası anterior digastrik kasların USG görüntüsü (üst görselde sağ ve alt görselde sol)

Ek olarak, masseter kasının mekanik özellikleri strain-elastografi yöntemi ile değerlendirilmiştir (Şekil 3.4.1.6). Elde edilen elastografi görüntülerinde renk haritalaması yapılarak doku sertliği dağılımı analiz edilmiştir. Bu görüntülerdeki renk yoğunluğu ve dağılım farklılıklarını nicel olarak değerlendirmek amacıyla RGB analizleri sonucunda yüzdesel (%) değerler elde edilmiş ve bu işlem web tabanlı renk analiz yazılımı olan *Image Color Summarizer* (Martin Krzywinski, Kanada) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Böylece yalnızca kas kalınlığı değil, aynı zamanda masseter kasının biyomekanik özelliklerini yansıtan elastografik parametreler de objektif biçimde değerlendirilmiştir.



Şekil 3.4.1.6 SE yöntemi ile masseter kasının elastisite ölçümü (alt ve üst soldaki görseller masseter kasın kalınlık ölçümünü, sağdaki görseller SE ölçümlerini göstermektedir)

3.6. Restorasyon Süreci

Araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan hastalarda, restoratif tedaviye başlamadan önce (aynı gün) USG ile masseter, temporalis ve anterior digastrik kasların kalınlıkları ile masseter kasının elastisite değerleri ölçülmüştür. Çürüğü bulunan tüm dişler, rezin esaslı kompozit restorasyonlar ile tedavi edilmiştir. Tüm işlemler, standart klinik protokollere uygun olarak, tek bir klinisyen (M.D.) tarafından, asepsi-antisepsi kuralları gözetilerek gerçekleştirilmiştir.

Hastaların tedavi sırasında ağrı ve rahatsızlık hissetmemesi amacıyla, çürüğün bulunduğu bölge ve derinliği göz önünde bulundurularak uygun anestezi yöntemi seçilmiştir. Maksiller bölgede çoğunlukla lokal infiltratif anestezi, mandibular bölgede ise gerekli durumlarda rejyonal mandibular anestezi uygulanmıştır. Anestezik ajan olarak articain %4 + epinefrin 6 µg/mL içeren Ultracain DS® (Articain %4 + Epinefrin 1:100.000; Sanofi Aventis İlaçları Ltd., İstanbul, Türkiye) kullanılmış ve çocuk hastalarda güvenli doz aralıkları titizlikle hesaplanarak uygulanmıştır.

Nem kontrolü ve operasyon alanının izolasyonu için her olguda lastik örtü izolasyonu tercih edilmiştir. İzolasyon sağlanırken pedodontik lastik örtü klempleri (Hygienic® Dental Dam, Coltene Whaledent Inc., Altstätten, İsviçre), uygun boyuttaki lastik örtü lastikleri ve metal çerçeve kullanılmış; çalışma sahasının tükürük, kan ve nemden uzak tutulmasına özen gösterilmiştir. Klemplerin yerleştirilmesi sırasında, dişeti dokusuna travma oluşturmadan, dişe tam ve dengeli oturmasına dikkat edilmiştir. İzolasyonu güçlendirmek amacıyla pamuk rulolar ve tükürük emicilerden de yararlanılmıştır.

Kavite preparasyonu, uygun rotasyonel hızda çalışan yüksek devirli aeratör (NSK Nakanishi Inc., Tokyo, Japonya) ile steril elmas frezler **(**D+Z Dental Zerspanung Diamant GmbH & Co. KG, Kalletal, Almanya**)** kullanılarak gerçekleştirilmiş; çürük dentin dokusu ise kavite sınırlarının biyolojik bütünlüğünü koruyacak şekilde, kontrollü basınç altında düşük devirli mikromotor (NSK Nakanishi Inc., Tokyo, Japonya) yardımıyla tungsten karbid frezler **(**D+Z Dental Zerspanung Diamant GmbH & Co. KG, Kalletal, Almanya**)** ve ekskavatör (Carl Martin GmbH, Solingen, Almanya) kullanılarak dikkatle uzaklaştırılmıştır. Preparasyon sırasında sağlam dentin dokusu korunmuş, gereksiz doku kaybından kaçınılmış ve pulpa ekspozisyonu riskini

azaltmak amacıyla minimal invaziv restoratif yaklaşım benimsenmiştir. Kavite tasarımında, çürüğün lokalizasyonu, derinliği ve kavite sınırlarının mine desteği göz önünde bulundurulmuş; biyolojik prensiplere uygun konservatif bir kavite hazırlığı sağlanmıştır.

Preparasyon sonrası kavite yüzeyleri bol su spreyiyle yıkanarak debris uzaklaştırılmış ve nazikçe hava spreyi ile kurutulmuştur. Dentin yüzeyinin aşırı kurutulmasından kaçınılarak, adeziv sistemin etkinliği için gerekli olan hafif nemli yüzey korunmuştur. Restorasyon öncesi adeziv protokol kapsamında Kuraray Clearfil™ Universal Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japonya) kullanılmış; üretici firmanın talimatları doğrultusunda kavite yüzeyine uygulanmış, ince ve homojen bir tabaka hâlinde dağıtılmış ve ardından LED ışık cihazı (D-Light Pro, GC Corporation, Tokyo, Japonya) ile önerilen süre boyunca polimerize edilmiştir. Restoratif materyal olarak rezin kompozit (Kuraray Clearfil Majesty™ Esthetic [Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japonya]) tercih edilmiştir. Kompozit materyal, 2 mm'yi geçmeyen ince tabakalar hâlinde kaviteye yerleştirilmiş ve her tabaka, polimerizasyon büzülmesini azaltmak ve marjinal adaptasyonu iyileştirmek amacıyla tabakalama tekniği ile uygulanmıştır. Her tabaka LED ışık cihazı ile ayrı ayrı polimerize edilmiştir.

Restorasyonlar tamamlandıktan sonra kontur ve oklüzal uyum titizlikle kontrol edilmiş, yüksek temaslar ince grenli elmas frezler yardımıyla düzeltilmiş; ardından restorasyon yüzeyleri sırasıyla parlatma diskleri ve silikon polisaj uçları Sof-Lex™ (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) kullanılarak bitirilmiş ve cilalanmıştır. Bu işlem, restorasyon yüzeyinin pürüzsüz, parlak ve plak birikimine dirençli hale getirilmesini sağlamıştır. Son aşamada her restorasyonun marjinal adaptasyonu dikkatle incelenmiş ve restoratif materyalin diş dokusu ile kesintisiz, düzgün ve sızıntı yapmayacak şekilde birleşimi sağlanmıştır. Şekil 3.6.1'de restoratif tedavi öncesi ve Şekil 3.6.2'de restorasyon sonrasında örnek bir hastanın ağız içi görselleri sunulmuştur.

Tüm işlemler tamamlandıktan sonra, hastalara ve ebeveynlerine ağız hijyenine özen göstermeleri ve genel ağız sağlığı durumunun değerlendirilmesi ile USG kas ölçümlerinin tekrarı için planlanan 3. ve 6. ay kontrollerini aksatmamaları konusunda gerekli bilgilendirme yapılmıştır.



Şekil 3.6.1 Hastanın restorasyon öncesi intraoral görüntüsü
(ICDAS skoru 5 olan sol mandibular birinci büyük azı dişi)



Şekil 3.6.2 Restoratif tedavisi tamamlanmış dişin intraoral görüntüsü
(ICDAS skoru 5 olan sol mandibular birinci büyük azı dişi)

3.7. Birincil ve İkincil Sonuç Ölçütleri

Bu araştırmanın birincil sonuç ölçütü, diş çürüğü ve restoratif tedavinin birincil çiğneme kaslarından biri olan masseter kasının, restorasyon öncesinde, restorasyon sonrası 3. ayda ve restorasyon sonrası 6. ayda kalınlık ve elastisite değerlerinde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesidir.

Araştırmanın ikincil sonuç ölçütleri ise diş çürüğü ve restoratif tedavinin temporalis ve anterior digastrik kasların, restorasyon öncesinde, restorasyon sonrası 3. ayda ve restorasyon sonrası 6. ayda kas kalınlıklarında meydana gelen değişiklikler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesidir.

3.8. İstatistiksel Analiz

Çalışmada sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, örneklem sayısının 50'nin altında olması nedeniyle Shapiro–Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Sürekli ölçümlerin normal dağılım göstermediği belirlendiğinden, verilerin analizinde nonparametrik istatistiksel yöntemler tercih edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler; sürekli değişkenler için ortalama**,** standart sapma (SS)**,** medyan**,** çeyrekler arası aralık (interquartile range / IQR) değerleri ile; kategorik değişkenler için sayı (n) ve yüzde (%) olarak sunulmuştur.

Çürük indeks gruplarına göre sürekli ölçümlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney-U testi ve Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır. Ölçüm zamanları arasındaki farkların değerlendirilmesinde Friedman testi uygulanmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı fark saptanması durumunda, farkın hangi zaman diliminden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmesi uygulanmış, post-hoc çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. Diş çürüğü bulunan ve bulunmayan tarafların kontraksiyon ve dinlenme durumlarında farklı zaman noktalarında kas kalınlıkları ve elastisite değerleri arasındaki farklar Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir.

Değişkenler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde Spearman sıra korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak kabul edilmiş olup, verilerin analizi IBM SPSS Statistics (versiyon 26.0; IBM Corp., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Araştırmaya %64'ü kız (n = 16), %36'sı erkek (n = 9) olan 25 hasta dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması 9,28 ± 1,62 yıl olarak belirlenmiştir. Çürük prevalansı ve şiddeti incelendiğinde, ICDAS II sınıflamasına göre hiçbir hastanın "sağlıklı" (ICDAS II kod 0), "minede ilk görsel değişiklik" (ICDAS II kod 1) ve "minede belirgin değişiklik" (ICDAS II kod 2) kategorisinde yer almadığı görülmüştür. 2 hastada (%8) "dentini içermeyen lokalize mine kırığı" (ICDAS II kod 3) tespit edilmiştir. En sık gözlenen lezyon tipi, "dentinden karanlık yansıma" ile karakterize edilen ICDAS-II kod 4 olup, hastaların %44'ünde tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla "belirgin kavite formasyonu" (ICDAS II kod 5, %32) ve "geniş kavite formasyonu" (ICDAS II kod 6, %16) izlemiştir (Tablo 4.1). CAST indeksi sonuçları da benzer şekilde ileri evre çürük lezyonlarının baskın olduğunu ortaya koymaktadır. Hastaların %56'sı (n = 14) kod 4, %28'i (n = 7) kod 5 kategorisinde yer almaktadır. Daha ileri evre lezyonlar olan kod 6 ve kod 7 ise toplamda hastaların %12'sini (n = 3) oluşturmaktadır (Tablo 4.1). PUFA/pufa indeksi, tedavi edilmemiş çürüğe bağlı gelişen pulpa tutulumu (P/p), ülserasyon (U/u), fistül (F/f) ve apse (A/a) gibi komplikasyonları değerlendirmektedir. Bu indekse göre hastaların büyük çoğunluğu (%88; n = 22) sağlıklı kategoride yer almakta olup diş çürüğüne bağlı herhangi bir pulpal tutulum ve ilgili herhangi bir komplikasyon göstermemektedir. Bununla birlikte, hastaların %4'ünde (n = 1) pulpa tutulumu (P), %8'inde (n = 2) ise apse (A) saptanmıştır (Tablo 4.1). Daimî ve süt dişlerindeki çürük deneyimini yansıtan DMFT/dmft indekslerine göre ortalama DMFT değeri 0,76 ± 0,93**,** dmft değeri ise 1,12 ± 1,27 olarak hesaplanmış olup, süt dişlerindeki çürük deneyiminin daimî dişlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.1). Kontraksiyon ve dinlenme durumlarında, çürük bulunan ve bulunmayan taraflarda, masseter, temporalis ve anterior digastrik kas kalınlıkları ile masseter kas elastisitesinde tüm zaman noktalarında ICDAS-II, PUFA ve CAST indeks skor gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmamıştır ($p > 0,05$). Cinsiyetlere göre, çürük bulunmayan tarafta masseter kasının kontraksiyon sırasında ölçülen kırmızı elastisite değeri erkeklerde 20,68 ± 4,28, kızlarda ise 24,5 ± 2,25 olarak ölçülmüş olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = 0,007$). Aynı tarafta kontraksiyon sırasında ölçülen yeşil elastisite değeri erkeklerde (48,97 ± 7,37) kızlardan (44 ± 3,53) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p = 0,032$). Bu veriler

dışındaki değerlendirilen parametrelerde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 4.1. Çalışma grubuna ait demografik ve klinik özelliklerin dağılımı

		Sayı	**Yüzde (%)**
Cinsiyet	**Erkek**	9	36
	Kadın	16	64
ICDAS-II	**0**	0	0
	1	0	0
	2	0	0
	3	2	8
	4	11	44
	5	8	32
	6	4	16
CAST	**2**	1	4
	4	14	56
	5	7	28
	6	2	8
	7	1	4
PUFA	**0**	22	88
	P	1	4
	U	0	0
	F	0	0
	A	2	8
		Ortalama	**Standart sapma**
Yaş		9,28	1,62
DMFT		0,76	0,93
dmft		1,12	1,27

Wilcoxon analizi sonuçlarına göre, her üç zaman noktasında masseter, temporalis ve anterior digastrik kasların kalınlıkları ile masseter kasın elastisite değerlerinin, çürük bulunan ve bulunmayan taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

4.1. Masseter Kas Bulguları

Tablo 4.1.1, masseter kasına ait ultrasonografik kalınlık ölçümlerinin üç farklı ölçüm periyodunda (T0, T1 ve T2) karşılaştırılmasını göstermektedir. Ölçümler, çürük bulunan ve bulunmayan taraf için, kontraksiyon ve dinlenme durumlarında ayrı ayrı

değerlendirilmiştir. Friedman testi sonuçlarına göre, her iki taraf için kontraksiyon ve dinlenme durumlarında elde edilen ölçümlerde, ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Çürük bulunmayan tarafta masseter kasının kontraksiyon kalınlığı ortalama T0'da 9,38 ± 1,27 mm, T1'de 9,54 ± 1,34 mm ve T2'de 9,5 ± 1,56 mm olarak ölçülmüş olup, periyotlar arası fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,759$). Aynı tarafta dinlenme kalınlığı ortalamaları T0'da 6,52 ± 1,15 mm, T1'de 6,34 ± 1,26 mm ve T2'de 6,44 ± 1,03 mm olarak belirlenmiş ve ölçüm periyotları arasında anlamlı fark izlenmemiştir ($p = 0,502$). Çürük bulunan tarafta masseter kasının kontraksiyon kalınlığı ortalama değerleri T0'da 9,44 ± 1,31 mm, T1'de 9,38 ± 1,62 mm ve T2'de 9,81 ± 1,58 mm olarak hesaplanmış olup, ölçüm periyotları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,332$). Aynı tarafta dinlenme kalınlığı ortalamaları ise T0'da 6,53 ± 1,15 mm, T1'de 6,38 ± 1,38 mm ve T2'de 6,67 ± 1,11 mm olarak saptanmış ve ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = 0,388$).

Tablo 4.1.1. Çürük bulunan taraf ve çürük bulunmayan taraf masseter kası kontraksiyon ve dinlenme kalınlıklarının ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

		Ortalama	Standart sapma	Medyan	IQR	p-değeri*
Çürük Bulunmayan Taraf	**Kontraksiyon T0**	9,38	1,27	9,5	6,1	0,759
	Kontraksiyon T1	9,54	1,31	9,7	6	
	Kontraksiyon T2	9,5	1,56	9,6	6,8	
	Dinlenme T0	6,52	1,15	6,4	4,4	0,502
	Dinlenme T1	6,34	1,26	6,4	5,3	
	Dinlenme T2	6,44	1,03	6,3	4,6	
Çürük Bulunan Taraf	**Kontraksiyon T0**	9,44	1,31	9,3	4,7	0,332
	Kontraksiyon T1	9,38	1,62	9,9	7,5	
	Kontraksiyon T2	9,81	1,58	10	6,5	
	Dinlenme T0	6,53	1,15	6,6	5	0,388
	Dinlenme T1	6,38	1,38	6,2	6,2	
	Dinlenme T2	6,67	1,11	6,7	4,8	

IQR: interquartile range / çeyrekler arası aralık. T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. *Friedman testi.

Tablo 4.1.2, çürük bulunan taraf ve çürük bulunmayan taraftaki masseter kasına ait elastisite ölçümlerinin üç farklı ölçüm periyodunda (T0, T1 ve T2) karşılaştırılmasını

göstermektedir. Ölçümler, kontraksiyon ve dinlenme durumları ile kırmızı (red), mavi (blue) ve yeşil (green) renk skalalarına göre ayrı ayrı sunulmuştur. Friedman testi sonuçlarına göre, çürük bulunan taraftaki masseter kasına ait elastisite ölçümlerinde, kontraksiyon ve dinlenme durumlarının her üç renk skalası için de ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Buna karşılık, çürük bulunmayan tarafta masseter kasına ait bazı elastisite ölçümlerinde ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Çürük bulunmayan tarafta kontraksiyon durumunda yeşil elastisite ölçümlerinde periyotlar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,002$). Bonferroni düzeltmeli post-hoc analizine göre, T0 ölçüm periyodunda ve kontraksiyon durumunda medyan değer (47,7), T1 (44,3) ve T2 (40,6) ölçüm periyotlarındaki değerlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ($p = 0,002$). Aynı tarafta kontraksiyon durumunda mavi elastisite ölçümlerinde de ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p = 0,011$). Post-hoc analiz sonuçlarına göre, T1 (32,4) ve T2 (32,6) ölçüm periyotlarındaki medyan değerler, T0 ölçüm periyodundaki medyan değerden (28,2) istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir. Çürük bulunmayan tarafta dinlenme durumunda kırmızı elastisite ölçümlerinde ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiştir ($p = 0,035$). Post-hoc analizine göre, T1 ölçüm periyodundaki medyan değer (25,1), T0 (21,7) ve T2 (22,6) ölçüm periyotlarındaki değerlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir. Şekil 4.1.1., 4.1.2. ve 4.1.3.'te sırasıyla T0, T1 ve T2'de çürük bulunan ve bulunmayan taraflarda kontraksiyon ve dinlenme durumlarında masseter kasının kırmızı, yeşil ve mavi elastisite değerlerindeki değişimler görülmektedir. Elastisite değerleri ilgili rengin kapladığı alanın yüzdesel değeri üzerinden gösterilmektedir.

Tablo 4.1.2. Çürük bulunan taraf ve çürük bulunmayan taraf masseter kasının kontraksiyon ve dinlenme durumlarında elastisite (RGB analiz) ölçümlerinin ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

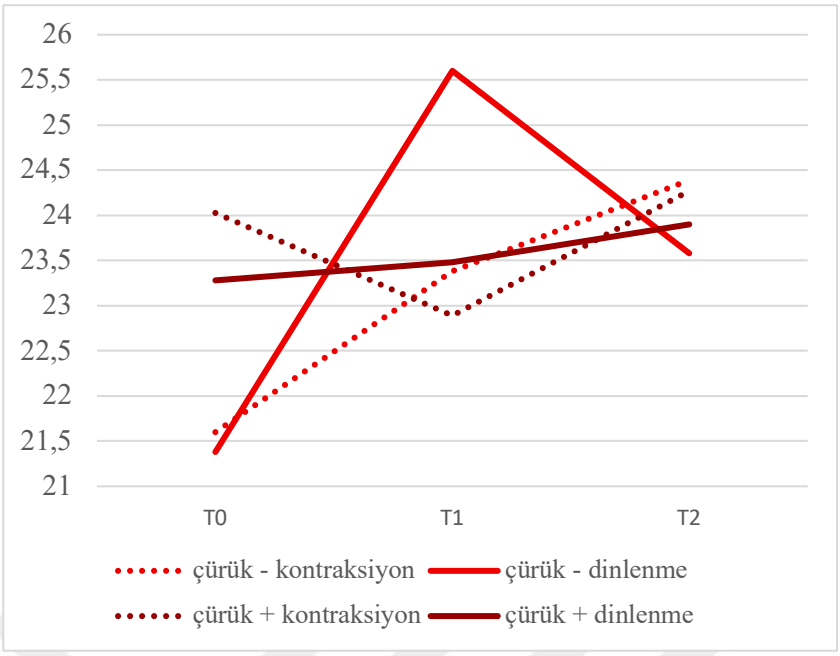
		Ortalama (%)	Standart sapma (%)	Medyan (%)	IQR (%)	p-değeri*
Çürük Bulunmayan Taraf	**Kontraksiyon T0 Red**	21,6	6,43	22,8	25,8	0,145
	Kontraksiyon T1 Red	23,38	3,51	23,8	14,8	
	Kontraksiyon T2 Red	24,39	4,2	24,5	15,2	
	Kontraksiyon T0 Green	49,29	8,8	47,7[a]	48,1	**0,002**
	Kontraksiyon T1 Green	45,27	9,65	44,3[b]	40,3	
	Kontraksiyon T2 Green	42,81	6,48	40,6[b]	25,3	
	Kontraksiyon T0 Blue	29,09	7,05	28,2[b]	33,4	**0,011**
	Kontraksiyon T1 Blue	31,96	9,32	32,4[a]	38	
	Kontraksiyon T2 Blue	32,21	7,2	32,6[a]	28,5	
	Dinlenme T0 Red	21,38	7,28	21,7[b]	37,7	**0,035**
	Dinlenme T1 Red	25,6	7,19	25,1[a]	36,6	
	Dinlenme T2 Red	23,58	5,36	22,6[b]	21,1	
	Dinlenme T0 Blue	20,38	10,97	15,8	34,6	0,607
	Dinlenme T1 Blue	20,02	9,7	16,7	35,6	
	Dinlenme T2 Blue	19,02	8,32	16,6	31,8	
	Dinlenme T0 Green	58,32	12,45	62,5	47,7	0,289
	Dinlenme T1 Green	54,71	9,35	55,3	39,2	
	Dinlenme T2 Green	58,07	9,29	58,6	35,2	

IQR: interquartile range / çeyrekler arası aralık. T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. *Friedman testi. a,b: Bonferroni post-hoc testine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılığın hangi zaman diliminden kaynaklandığını göstermektedir. Kalın puntolu p değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 4.1.2. devamı

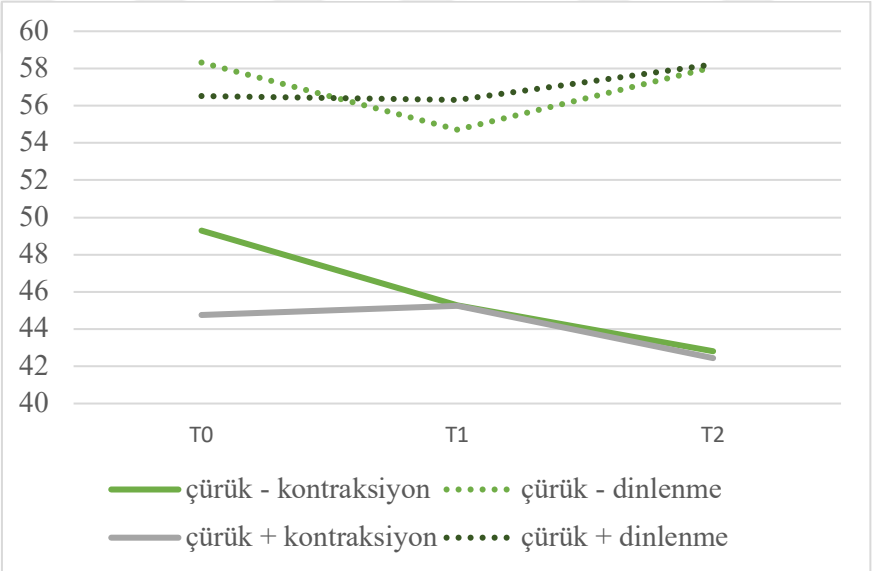
		Ortalama (%)	Standart sapma (%)	Medyan (%)	IQR (%)	p-değeri*
Çürük Bulunan Taraf	Kontraksiyon T0 Red	24,03	4,44	23,7	21,1	0,155
	Kontraksiyon T1 Red	22,89	5,74	22,7	34,5	
	Kontraksiyon T2 Red	24,27	4,62	23,2	16,4	
	Kontraksiyon T0 Blue	31,2	7,82	32,8	38,1	0,227
	Kontraksiyon T1 Blue	31,96	11,92	31,1	55,7	
	Kontraksiyon T2 Blue	33,49	10,23	35,1	40	
	Kontraksiyon T0 Green	44,76	8,64	43	36,7	0,529
	Kontraksiyon T1 Green	45,25	10,71	44,8	41,4	
	Kontraksiyon T2 Green	42,44	8,36	41,4	34,4	
	Dinlenme T0 Red	23,28	6,7	23,4	27,9	0,932
	Dinlenme T1 Red	23,48	5,97	23,3	26,8	
	Dinlenme T2 Red	23,9	7,22	23,2	28,5	
	Dinlenme T0 Blue	20,15	10,96	18,00	41,8	0,135
	Dinlenme T1 Blue	20,11	7,23	19,7	28,60	
	Dinlenme T2 Blue	16,68	5,06	17,8	20,5	
	Dinlenme T0 Green	56,53	11,6	58,4	44,1	0,825
	Dinlenme T1 Green	56,31	7,53	56,6	27,1	
	Dinlenme T2 Green	58,22	8,73	59,4	32,1	

IQR: interquartile range / çeyrekler arası aralık. T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. *Friedman testi. a,b: Bonferroni post-hoc testine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılığın hangi zaman diliminden kaynaklandığını göstermektedir. Kalın puntolu p değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır.



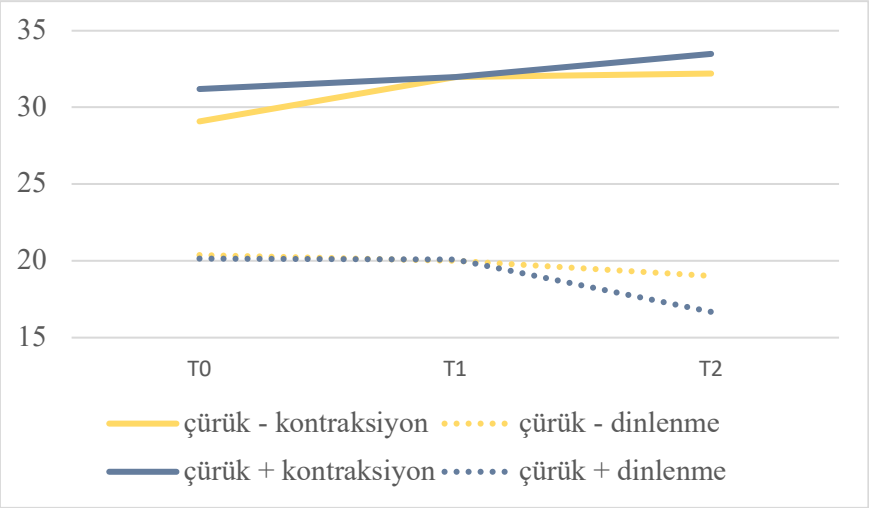
T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. Grafik, çürük bulunan ve çürük bulunmayan tarafta masseter kasına ait kırmızı elastisite değerlerinin kontraksiyon ve dinlenme durumlarında ölçüm zamanlarına göre yüzdesel değişimini göstermektedir.

Şekil 4.1.1. Çürük bulunan ve bulunmayan tarafta masseter kasına ait kırmızı elastisite değerlerinin kontraksiyon ve dinlenme durumlarında zaman içindeki değişimi



T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. Grafik, çürük bulunan ve çürük bulunmayan tarafta masseter kasına ait yeşil elastisite değerlerinin kontraksiyon ve dinlenme durumlarında ölçüm zamanlarına göre yüzdesel değişimini göstermektedir.

Şekil 4.1.2. Çürük Bulunan ve Çürük Bulunmayan Tarafta Masseter Kasına Ait Yeşil Elastisite Parametrelerinin Dinlenme ve Kontraksiyon Durumlarında Zaman İçindeki Değişimi



T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. Grafik, çürük bulunan ve çürük bulunmayan tarafta masseter kasına ait blue elastisite değerlerinin dinlenme ve kontraksiyon durumlarında ölçüm zamanlarına göre yüzdesel değişimini göstermektedir.

Şekil 4.1.3. Çürük bulunan ve bulunmayan tarafta masseter kasına ait mavi elastisite parametrelerinin kontraksiyon ve dinlenme durumlarında zaman içindeki değişimi

4.2. Temporalis Kas Bulguları

Tablo 4.2.1, temporalis kasına ait USG kalınlık ölçümlerinin üç farklı ölçüm periyodunda (T0, T1 ve T2) karşılaştırılmasını göstermektedir. Ölçümler, çürük bulunan ve bulunmayan taraf için, kontraksiyon ve dinlenme durumlarında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Friedman testi sonuçlarına göre, temporalis kasının kontraksiyon ve dinlenme kalınlıklarına ait ölçümlerde, her iki taraf için de ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Çürük bulunmayan tarafta temporalis kasının kontraksiyon kalınlığı ortalama değerleri T0'da 6,91 ± 1,32 mm, T1'de 7,22 ± 0,94 mm ve T2'de 7,25 ± 0,94 mm olarak ölçülmüş olup, periyotlar arası fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,597$). Aynı tarafta dinlenme kalınlığı ortalamaları T0'da 6,2 ± 1,23 mm, T1'de 6,5 ± 0,82 mm ve T2'de 6,49 ± 0,75 mm olarak belirlenmiş ve ölçüm periyotları arasında anlamlı fark izlenmemiştir ($p = 0,435$). Çürük bulunan tarafta temporalis kasının kontraksiyon kalınlığı ortalama değerleri T0'da 6,81 ± 0,96 mm, T1'de 7,2 ± 0,89 mm ve T2'de 7,24 ± 1,16 mm olarak saptanmış olup, ölçüm periyotları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,102$). Aynı tarafta dinlenme kalınlığı ortalamaları ise T0'da 6,1 ± 0,95 mm, T1'de 6,4 ± 0,69 mm ve T2'de 6,33 ± 0,91 mm olarak

kaydedilmiş ve ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p = 0,073).

Tablo 4.2.1. Çürük bulunan ve bulunmayan taraf temporalis kası kontraksiyon ve dinlenme kalınlıklarının ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

		Ortalama	Standart sapma	Medyan	IQR	p-değeri*
Çürük Bulunmayan Taraf	**Kontraksiyon T0**	6,91	1,32	6,9	5,3	0,597
	Kontraksiyon T1	7,22	0,94	7,3	3,7	
	Kontraksiyon T2	7,25	0,94	7,3	4,3	
	Dinlenme T0	6,2	1,23	6,3	4,7	0,435
	Dinlenme T1	6,5	0,82	6,2	3,3	
	Dinlenme T2	6,49	0,75	6,3	3,2	
Çürük Bulunan Taraf	**Kontraksiyon T0**	6,81	0,96	6,8	3,8	0,102
	Kontraksiyon T1	7,2	0,89	7,2	3,3	
	Kontraksiyon T2	7,24	1,16	7	4,2	
	Dinlenme T0	6,1	0,95	6,2	4,1	0,073
	Dinlenme T1	6,4	0,69	6,4	2,6	
	Dinlenme T2	6,33	0,91	6,2	3,1	

IQR: interquartile range / çeyrekler arası aralık. T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. *Friedman testi.

4.3. Anterior Digastrik Kas Bulguları

Tablo 4.3.1, anterior digastrik kasına ait ultrasonografik kalınlık ölçümlerinin üç farklı ölçüm periyodunda (T0, T1 ve T2) karşılaştırılmasını göstermektedir. Ölçümler, çürük bulunan taraf ve çürük bulunmayan taraf için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Friedman testi sonuçlarına göre, anterior digastrik kasına ait ölçümlerde her iki taraf için de ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p > 0,05). Çürük bulunmayan tarafta anterior digastrik kas kalınlığı ortalama değerleri T0'da 4,74 ± 0,67 mm, T1'de 4,5 ± 0,77 mm ve T2'de 4,7 ± 0,63 mm olarak ölçülmüş

olup, ölçüm periyotları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p = 0,239). Çürük bulunan tarafta anterior digastrik kas kalınlığı ortalama değerleri T0'da 4,57 ± 0,71 mm, T1'de 4,5 ± 0,62 mm ve T2'de 4,64 ± 0,72 mm olarak kaydedilmiş olup, ölçüm periyotları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p = 0,120).

Tablo 4.3.1. Çürük bulunan ve bulunmayan taraf anterior digastrik kasının dinlenme kalınlıklarının ölçüm periyotlarına göre karşılaştırılması

		Ortalama	Standart sapma	Medyan	IQR	p-değeri*
Çürük Bulunmayan Taraf	T0	4,74	0,67	4,6	2,2	0,239
	T1	4,5	0,77	4,5	3,3	
	T2	4,7	0,63	4,9	2	
Çürük Bulunan Taraf	T0	4,57	0,71	4,5	2,5	0,120
	T1	4,5	0,62	4,3	2,2	
	T2	4,64	0,72	4,6	3,4	

IQR: interquartile range / çeyrekler arası aralık. T0: Tedavi öncesi, T1: Tedaviden 3 ay sonra, T2: Tedaviden 6 ay sonra. *Friedman testi.

4.4. Korelasyon Analizi Bulguları

Tablo 4.3.2, yaş, DMFT ve dmft değişkenleri ile çiğneme kaslarına ait kalınlık ve elastisite ölçümleri arasındaki korelasyon ilişkilerini göstermektedir. Yapılan Spearman korelasyon analizi sonuçlarına göre, masseter, temporalis ve anterior digastrik kaslarına ait kalınlık ölçümlerinin hiçbiri yaş, DMFT veya dmft değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermemiştir (p > 0,05). Benzer şekilde, elastisite ölçümlerinin büyük bir kısmı ile yaş ve diş çürüğü deneyimi arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Bununla birlikte, çürük bulunmayan tarafta masseter kasının dinlenme durumunda ölçülen kırmızı elastisite değeri ile yaş arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon belirlenmiştir (r = 0,411; p = 0,041).

Tablo 4.3.2. Yaş ve DMFT/dmft değerleri ile çürük bulunan ve bulunmayan taraf masseter, temporalis ve anterior digastrik kaslarına ait kalınlık ve elastisite ölçümleri arasındaki ilişkiler

		Yaş	DMFT	dmft
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Kontraksiyon Kalınlık	r	-0,014	-0,22	0,039
	p	0,948	0,291	0,853
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Dinlenme Kalınlık	r	-0,033	-0,176	0,069
	p	0,876	0,401	0,745
Çürük Bulunan Taraf Masseter Kontraksiyon Kalınlık	r	-0,046	-0,113	-0,034
	p	0,825	0,592	0,870
Çürük Bulunan Taraf Masseter Dinlenme Kalınlık	r	-0,111	-0,065	-0,042
	p	0,598	0,757	0,843
Çürük Bulunmayan Taraf Temporalis Kontraksiyon Kalınlık	r	0,311	0,235	-0,075
	p	0,130	0,257	0,720
Çürük Bulunmayan Taraf Temporalis Dinlenme Kalınlık	r	0,228	0,143	0,079
	p	0,274	0,494	0,706
Çürük Bulunan Taraf Temporalis Kontraksiyon Kalınlık	r	0,225	0,160	-0,035
	p	0,280	0,444	0,867
Çürük Bulunan Taraf Temporalis Dinlenme Kalınlık	r	0,181	0,135	0,051
	p	0,387	0,520	0,809
Çürük Bulunmayan Taraf Anterior Digastrik Kalınlık	r	0,152	-0,144	-0,027
	p	0,467	0,492	0,896
Çürük Bulunan Taraf Anterior Digastrik Kalınlık	r	0,094	-0,198	-0,111
	p	0,654	0,343	0,598
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Kontraksiyon Elastisite Kırmızı	r	0,296	0,122	0,029
	p	0,151	0,560	0,889
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Kontraksiyon Elastisite Yeşil	r	-0,159	0,008	-0,092
	p	0,447	0,970	0,661
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Kontraksiyon Elastisite Mavi	r	-0,011	-0,044	-0,079
	p	0,957	0,836	0,706
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Dinlenme Elastisite Kırmızı	r	0,411	0,204	-0,218
	p	**0,041**	0,327	0,294
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Dinlenme Elastisite Yeşil	r	-0,060	-0,139	-0,056
	p	0,777	0,509	0,789
Çürük Bulunmayan Taraf Masseter Dinlenme Elastisite Mavi	r	-0,097	0,041	0,177
	p	0,645	0,845	0,396
Çürük Bulunan Taraf Masseter Kontraksiyon Elastisite Kırmızı	r	0,284	0,105	0,055
	p	0,169	0,618	0,795
Çürük Bulunan Taraf Masseter Kontraksiyon Elastisite Yeşil	r	-0,169	-0,098	0,029
	p	0,418	0,640	0,891
Çürük Bulunan Taraf Masseter Kontraksiyon Elastisite Mavi	r	0,056	0,023	-0,055
	p	0,791	0,912	0,793
Çürük Bulunan Taraf Masseter Dinlenme Elastisite Kırmızı	r	-0,002	0,099	-0,174
	p	0,991	0,637	0,404
Çürük Bulunan Taraf Masseter Dinlenme Elastisite Yeşil	r	0,106	0,003	-0,083
	p	0,613	0,989	0,694
Çürük Bulunan Taraf Masseter Dinlenme Elastisite Mavi	r	-0,082	-0,040	0,114
	p	0,696	0,850	0,586

r: Spearman korelasyon katsayıları. Kalın puntolu p değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır.

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada, tek taraflı diş çürüğü ve restorasyonunun başta masseter kas olmak üzere temporalis ve anterior digastrik kas üzerindeki kalınlık ve elastisite etkilerinin USG ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma popülasyonunda diş çürüğü ve restorasyonunun masseter kas kalınlığı üzerinde anlamlı etkisi olduğu yönünde kurgulanan araştırmanın temel sıfır hipotezi, elde edilen bulgular doğrultusunda diş çürüğü ve restorasyonunun masseter kas kalınlığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki göstermemesi nedeniyle reddedilmiştir.

USG, kas-iskelet sistemi değerlendirmelerinde non-invaziv yapısı, iyonizan radyasyon içermemesi ve gerçek zamanlı görüntüleme imkânı sunması nedeniyle son yıllarda giderek daha fazla tercih edilen bir yöntem hâline gelmiştir. Özellikle yüzeyel kas gruplarının morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesinde yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlayabilmesi, kas kalınlığı gibi kantitatif parametrelerin güvenilir şekilde ölçülmesine olanak tanımaktadır. Buna ek olarak elastografi teknikleri (SE ve SWE gibi) ile kas dokusunun mekanik özelliklerinin değerlendirilebilmesi, USG'nin yalnızca anatomik değil, fonksiyonel bilgi de sunmasını mümkün kılmaktadır. Bu özellikler, çiğneme kasları gibi dinamik ve fonksiyonel önemi yüksek kas gruplarının incelenmesinde USG'yi avantajlı bir yöntem hâline getirmektedir (185).

Pediatrik popülasyonda görüntüleme yöntemlerinin seçiminde güvenlik, tolere edilebilirlik ve tekrarlanabilirlik temel belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Çocuk hastalarda iyonizan radyasyon içeren yöntemlerin kullanımının sınırlandırılması gerektiği bilinmekte; MRG gibi uzun süreli hareketsizlik gerektiren yöntemler ise özellikle küçük yaş gruplarında sedasyon gereksinimi doğurabilmektedir. USG'nin sedasyon gerektirmemesi, kısa sürede uygulanabilmesi ve çocuğun aktif katılımını minimal düzeyde gerektirmesi, bu yöntemi pediatrik araştırmalar açısından etik ve pratik açıdan uygun bir seçenek hâline getirmektedir. Bu özellikleri sayesinde USG, çocuklarda tekrarlayan ölçümlerin yapılacağı longitudinal çalışmalarda önemli bir avantaj sunmaktadır (187). Çalışmamızda kullanılan USG metodolojisinin güvenilirliği literatürde açık biçimde desteklenmektedir. Raadsheer ve ark. ile Rogulski ve ark., masseter kasının USG ile değerlendirilmesini MRG ve BT ile karşılaştırarak, USG'nin invaziv olmayan, güvenilir ve klinik açıdan uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermiştir (10,188). Bu doğrultuda, çalışmamızda elde edilen

USG ve elastografik bulgular yöntemsel açıdan güvenilir bir zemin üzerinde değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda USG tercih edilmesinin önemli gerekçelerinden bir diğeri ise, restoratif tedavi öncesi ve sonrası dönemde çiğneme kaslarında meydana gelebilecek zamana bağlı değişimlerin izlenmesine olanak tanımasıdır. Restorasyon öncesi, restorasyon sonrası 3. ay ve 6. ayda yapılan ölçümler, kas kalınlığı ve elastisite gibi parametrelerdeki değişimlerin dinamik olarak değerlendirilmesini mümkün kılmıştır. USG'nin tekrarlanabilirliği sayesinde, aynı bireyde zaman içinde ortaya çıkan değişiklikler güvenli bir şekilde izlenebilmiş ve bu durum çalışmanın iç geçerliliğini desteklemiştir. Özellikle masseter kası gibi fonksiyonel yüklenmeye duyarlı kaslarda, tedavi sonrası adaptasyon sürecinin değerlendirilmesinde bu yaklaşım yöntemsel açıdan güçlü bir çerçeve sunmaktadır (187).

Masseter kasının USG ile değerlendirilmesinde kullanılan metodolojinin güvenilirliği literatürde açık biçimde vurgulanmaktadır. Kiliaridis ve ark., USG'nin masseter kas kalınlığını ölçmede güvenilir bir yöntem olduğunu ve normal değer aralıklarının belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir (189). Benzer şekilde, mandibular elevatör kasların standart prob yerleşimi ve ölçüm protokolü ile değerlendirildiği çalışmalarda ölçümlerin yüksek derecede tekrarlanabilir olduğu bildirilmiştir (190). Bu doğrultuda, çalışmamızda restorasyon öncesi ve sonrası dönemde masseter kas kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamış olması, ölçüm yöntemine bağlı bir sınırlılıktan ziyade, incelenen takip süresi içerisinde kas morfolojisinde belirgin bir değişimin ortaya çıkmamış olabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla elde edilen bulgular, yöntemin güvenilirliği çerçevesinde değerlendirilmiş olup, kas adaptasyonunun morfolojik düzeyde sınırlı kalmış olabileceğini düşündürmektedir.

Bununla birlikte USG'ye dayalı ölçümlerin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Kas kalınlığı ölçümleri başta olmak üzere, görüntülemenin prob yerleşimi, prob açısı ve uygulanan basınç gibi teknik ayrıntılara duyarlı olması sonuçları etkileyebilmektedir. Elastografi ölçümlerinde ise kasın dinlenme/kontraksiyon durumuna hassasiyet, prob basıncı ve cihaz-yazılım farklılıkları standardizasyonu güçleştirebilmektedir; pediatrik yaş grubunda farklı cihaz ve protokoller arasında doğrudan karşılaştırılabilirliği sağlayan geniş ölçekli referans verilerinin sınırlı olması da yorumlamada dikkat

gerektirmektedir (191,192). Gri skala görüntüler üzerinden yapılan piksel yoğunluğu temelli analizlerde (eko intensitesi/RGB tabanlı nicelleştirme) ise sonuçlar; kazanç (gain), derinlik, dinamik aralık gibi görüntü ayarlarına ve ROI (region of interest /ilgi alanı) standardizasyonuna duyarlı olabilmektedir. Bu nedenle, bu tür analizlerin güçlü yanı "mevcut görüntüden ek nicel bilgi" üretmesi iken, zayıf yanı "görüntüleme koşulları ve standardizasyon" gereksiniminin yüksek olmasıdır (193,194).

Çalışmamızda söz konusu sınırlılıkların etkisini azaltmak amacıyla ölçümlerin standart bir protokol doğrultusunda ve aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Belirli anatomik referans noktaları esas alınarak yapılan ölçümler, her zaman noktasında aynı metodolojinin uygulanması ve değerlendirmelerin aynı cihaz ile yürütülmesi, ölçüm içi tutarlılığı artırmayı ve cihazlar arası varyasyonu azaltmayı amaçlayan yöntemsel tercihler olarak değerlendirilmiştir.

USG'ye dayalı elastografi, kas dokusunun mekanik özelliklerini nicel ya da yarı-nicel olarak değerlendirmeye olanak tanıyan ileri bir görüntüleme yaklaşımıdır. Elastisite ölçümleri, dokunun uygulanan kuvvete karşı gösterdiği deformasyon yanıtını yansıtarak morfolojiden bağımsız biçimde fonksiyonel/mekanik bilgi sunar. Çiğneme kasları gibi fonksiyonel yüklenmeye duyarlı yapılarda elastografik paternlerin değişimi; kas tonusu, yüklenme altında rijidite yanıtı ve fonksiyonel yeniden organizasyon süreçleriyle ilişkilendirilmektedir (188).

Elastografi tekniklerinin en önemli avantajlarından biri, invaziv girişime gerek duyulmaksızın kas sertliği ve esneklik özelliklerinin değerlendirilebilmesidir. Özellikle pediatrik popülasyonda, çocukların ağrıya duyarlılığı ve uzun süreli işlemleri tolere etme güçlüğü göz önünde bulundurulduğunda, elastografinin non-invaziv yapısı önemli bir üstünlük sağlamaktadır. Restoratif tedavi sonrası dönemde çiğneme kaslarında meydana gelen fonksiyonel adaptasyonların izlenmesinde elastisite ölçümleri, kas kalınlığı değişiklikleriyle birlikte değerlendirildiğinde daha bütüncül bir analiz yapılmasına olanak tanımaktadır (195). Çocuk popülasyonunda yapılan bir çalışmada, Olchowy ve ark., sağlıklı çocuklarda masseter kasının shear-wave elastografi ile sertlik referans değerlerini tanımlamış ve pediatrik popülasyonda elastografinin uygulanabilir ve tekrarlanabilir olduğunu ortaya koymuştur (195).

Bununla birlikte elastografi ölçümlerinin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Ölçümlerin prob basıncına, prob açısına ve kasın istirahat veya kontraksiyon durumuna duyarlı olması, sonuçların standardizasyonunu zorlaştırabilmektedir. Ayrıca farklı cihazlar ve yazılımlar arasında elastisite değerlerinin doğrudan karşılaştırılabilirliği sınırlıdır ve evrensel referans değerlerin henüz netleşmemiş olması, bulguların yorumlanmasında dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Bu nedenle elastografi sonuçlarının tek başına değerlendirilmesi yerine, diğer USG parametreleriyle birlikte ele alınması önerilmektedir (196).

USG görüntüleri üzerinden yapılan gri skala (eko intensitesi) ve dokuya dayalı analizler, kas dokusundaki ekojenite değişimlerinin sayısallaştırılmasına olanak tanıyan yarı nicel yöntemler arasında yer almaktadır. Bu yaklaşımlar, gri skala USG görüntülerindeki piksel yoğunluklarının nicel olarak değerlendirilmesi yoluyla kas dokusundaki yapısal ve kompozisyonel değişikliklerin dolaylı biçimde analiz edilmesine imkân tanımaktadır. Özellikle kas içi yağlanma, fibrotik değişiklikler ve doku homojenitesindeki farklılıkların, piksel yoğunluğu dağılımlarındaki değişimler aracılığıyla izlenebileceği bildirilmektedir (197). Çalışmamızda söz konusu değerlendirme, piksel yoğunluğunun RGB renk kanalları üzerinden analiz edilmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir.Bu tür görüntü yoğunluğuna dayalı analizlerin başlıca avantajı, ek bir invaziv işleme gerek duyulmaksızın, mevcut USG görüntüleri üzerinden ilave bilgi elde edilebilmesidir. Bu durum, özellikle pediatrik hasta grubunda değerlendirme süresini uzatmadan çoklu parametrelerin analiz edilmesine olanak tanımakta ve aynı görüntüler üzerinden tekrarlanabilir ölçümler yapılabilmesini mümkün kılmaktadır. Bu özellik, longitudinal çalışmalarda yöntemsel tutarlılığı destekleyen önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte piksel yoğunluğuna dayalı analizlerin, cihaz ayarları, kazanç (gain) değerleri ve görüntüleme koşullarına duyarlı olması, analiz öncesinde standardizasyon gerekliliğini ortaya koymaktadır (198).

Çalışmamızda masseter kasına ait elastisite ölçümleri ile gri skala görüntülerden elde edilen RGB tabanlı piksel yoğunluğu analizinin birlikte kullanılması, çiğneme kaslarının hem mekanik hem de yapısal özelliklerinin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesini amaçlamıştır. Morfolojik (kas kalınlığı), biyomekanik (elastisite) ve görüntü yoğunluğuna dayalı parametrelerin birlikte ele alınması, diş çürüğü ve

restoratif tedavi sonrası kas adaptasyonlarının çok boyutlu olarak incelenmesine olanak tanımıştır. Bu yaklaşım, USG'ye dayalı yöntemlerin pediatrik dental araştırmalardaki potansiyelini güçlendiren bütüncül bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır (199).

Oklüzal fonksiyonun yeniden sağlanmasının masseter kasta morfolojik ve biyomekanik düzeyde değişikliklere yol açabileceği düşünülmektedir. Masseter kasın dental fonksiyon değişikliklerine duyarlı, adaptif bir yapı sergilediği; çiğneme paternindeki bozulmaların kas dokusunu hem morfolojik hem de mekanik açıdan etkileyebildiği literatürde farklı popülasyonlarda ortaya konmuştur. Bu bağlamda çalışmamızda masseter kasın yalnızca klasik USG kalınlık ölçümleri ile değil, aynı zamanda elastografik sertlik analizi ile değerlendirilmiş olması, kas dokusundaki değişimi iki tamamlayıcı USG yaklaşımı ile inceleme imkânı sağlamıştır. Bu metodolojik yaklaşım, çürüğe bağlı fonksiyonel kısıtlılığın ortadan kaldırılmasının kas dokusunda oluşturabileceği morfometrik ve biyomekanik adaptasyonların ortaya konmasında güçlü bir analiz zemini sunmaktadır.

Özellikle tedavi öncesi ve sonrası pre-post değerlendirme tasarımı, masseter kastaki olası değişimin birey-içi zaman içerisindeki yönelimini inceleme fırsatı yaratmakta, böylece dental tedavinin kas dokusu üzerindeki potansiyel etkileri hem morfolojik hem de elastografik parametreler açısından bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiş olmaktadır. Bu yönüyle çalışmamız, pediatrik popülasyonda dental rehabilitasyonun masseter kas üzerinde oluşturabileceği adaptif yanıtların iki farklı USG yöntemiyle birlikte analiz edildiği az sayıdaki klinik değerlendirmeler arasında yer almaktadır.

Masseter kas kalınlığının çiğneme sisteminin fonksiyonel kapasitesinin önemli bir göstergesi olduğu bilinmektedir. Kiliaridis ve arkadaşları, sağlıklı genç erişkinlerde USG ile ölçülen masseter kas kalınlığının maksimum ısırma kuvveti ve kraniyofasiyal morfoloji ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (189). Lee ve arkadaşları ise, maksimum sıkma sırasında masseter kasında belirgin kalınlık artışı saptarken, temporalis kasında benzer bir değişim izlememiştir; bu durum masseter kasının fonksiyonel yüklenmeye daha duyarlı olduğunu göstermektedir (200).

Çocuk popülasyonunda Tatlı ve ark., bruksizmi olan çocuklarda masseter kas kalınlığının hem dinlenme hem kontraksiyonda artmış olduğunu bildirmiştir (201). Bu

bulgu, yüksek ve süreğen fonksiyonel yüklenmenin kas kalınlığında artışa yol açtığını göstermektedir. Çalışmamızda ise, masseter kas kalınlığının 6 aylık takip süresince anlamlı değişiklik göstermemesi, çürüğe bağlı fonksiyonel azalmanın bruksizm gibi sürekli ve yoğun bir yüklenme oluşturmadığını düşündürmektedir. Erişkinlerde tam dişsizlik veya ciddi oklüzal destek kaybı bulunan çalışmalarda (202,203) bildirilen belirgin kas incelmesi fonksiyonel yük kaybının şiddeti ve süresi ile ilişkilidir. Hasta grubumuzda diş eksikliğinin olmayışı ve çürük yaygınlığının sınırlı olması, kalınlık değişiminin ortaya çıkmamasını fizyolojik açıdan tutarlı kılmaktadır. Diğer yandan, daha şiddetli ve pulpal tutulum gösteren diş çürüklerinin daha uzun süreli ve aktivasyon parametrelerinin de incelendiği araştırmalar ile desteklenmesi, mevcut bulguların yorumlanabilirliğini artıracaktır.

Güncel bir çalışmada, Uzun ve arkadaşları, farklı Eichner sınıflamalarına göre oklüzyon tiplerinin masseter kasın USG özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve oklüzal destek alanlarının azalmasına paralel olarak kas kalınlığı ve bazı kantitatif parametrelerde azalma eğilimi olduğunu bildirmiştir. Bu veriler, oklüzal desteğin varlığı ve kalitesinin masseter kasın morfolojik özellikleri üzerinde doğrudan etkili olduğunu; diş kaybı ve oklüzal düzensizliklerde kasın incelip fonksiyonel kapasitesinin azalabildiğini göstermektedir (204). Çalışmamızda diş çürüğü ve restorasyonunun 6 aylık takipte 6-12 yaş arasındaki çocuklarda masseter kas kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Yukarıda belirtilen ve oklüzal destek ile diş kaybının masseter kas kalınlığı üzerindeki anlamlı etkilerini gösteren çalışmalara zıt olarak çalışmamızdaki bu sonuçların oklüzal desteği belirgin düzeyde etkilemeyen sınırlı çürük varlığı ve diş eksikliğinin ise olmayışından kaynaklanabilir. Ayrıca araştırmamızda tek taraflı kullanım katılımcıların subjektif yanıtları doğrultusunda belirlenmiş, herhangi bir objektif yöntem kullanılmamıştır. Dolayısıyla çiğneme paterninin objektif bir biçimde izlenebileceği çalışmalar bulguların yorumlanabilirliğini artıracaktır.

Çalışmanın temel varsayımı, çürüğe bağlı oklüzal düzensizliğin çiğneme fonksiyonunu olumsuz etkileyerek mastikatör kasların yüklenme paternini değiştirebileceği ve restoratif tedavi sonrasında oklüzal temasların yeniden düzenlenmesiyle birlikte kasın zaman içinde adaptif yanıt gösterebileceğidir. Bu çerçevede, masseter kas kalınlığında 6 aylık takipte istatistiksel olarak anlamlı bir

değişim izlenmemesi, çocuk yaş grubunda kalınlık gibi morfolojik parametrelerin kısa dönemde birçok biyolojik (yaş, büyüme, kraniyofasiyal yapı, bireysel varyasyon) etkene bağlı olarak değişebilmesi ve fonksiyonel değişimin her zaman kalınlık artışı/azalışı şeklinde yakalanamayabilmesi ile açıklanabilir (205-207). Buna karşın çalışmamızda elastografi analizlerinde özellikle çürük bulunmayan tarafta kontraksiyon sırasında mavi alanların artması ve yeşil alanların azalması gibi yönlü değişimlerin ortaya çıkması, adaptasyonun kısa dönemde "morfoloji"den ziyade "aktif mekanik yanıt" düzeyinde belirginleşebileceğini düşündürmektedir.

Kiliaridis ve arkadaşlarının USG çalışmalarında masseter kas kalınlığının kraniyofasiyal morfoloji, yüz tipi ve dental ark genişliği ile sistematik biçimde ilişkili olduğu; ayrıca 7–18 yaş grubunda daha geniş maksiller arka sahip bireylerde masseterin daha kalın olma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir (188,205). Bu veriler, büyüme döneminde masseter kalınlığının yalnızca "dental durum / çürük varlığı" ile değil, eş zamanlı olarak devam eden kraniyofasiyal büyüme ve oklüzal-iskeletsel yapı ile de belirlendiğini göstermektedir. Çalışmamızda restorasyon sonrası 6 aylık takipte masseter kalınlıklarında anlamlı değişim saptanmaması, bu nedenle "kasın etkilenmediği" sonucundan çok, pediatrik yaş grubunda kalınlık gibi morfolojik parametrelerin kısa izlem süresinde daha yavaş ve çok faktörlü değişmesiyle açıklanabilir. Başka bir deyişle, olası fonksiyonel toparlanma/yeniden yüklenme, kalınlıkta ölçülebilir bir artışa dönüşmeden önce; büyüme, yüz tipi ve ark genişliği gibi bireysel yapısal farklılıkların oluşturduğu doğal varyasyon içinde "maskelenmiş" olabilir (188,205).

Bu yorumu destekleyen bir diğer nokta, Kaya ve arkadaşlarının ergenlerde dental oklüzyon ve parafonksiyonel alışkanlıkların masseter kalınlığı üzerinde anlamlı etkisi olmadığını bildirmediği araştırmalarıdır (206). Bu araştırmanın bulguları, mastikatör sistemdeki fonksiyonel farklılıkların her zaman morfolojik kalınlık değişimi olarak yakalanamayabileceğini; özellikle ergen/çocuk grubunda kalınlık ölçümünün "etkilenmeye duyarlı ama her zaman değişim göstermeyen" bir çıktı olabileceğini düşündürür. Benzer şekilde Eren ve arkadaşlarının bruksizm varlığında mastikatör kasları değerlendirdikleri çalışmada da, USG'nin uygulanabilirliği vurgulanmakla birlikte bruksizm–kas kalınlığı ilişkisinin tüm bireylerde tutarlı bir artış paterni göstermediği ifade edilmiştir (207). Bu bulgu, fonksiyonel yüklenme artışının (sıkma,

tek taraflı çiğneme, ağrıdan kaçınma gibi) her zaman "kalınlık artışı/azalışı" şeklinde morfolojik bir karşılık vermeyebileceğini ve yalnızca kalınlık parametresiyle fonksiyonel adaptasyonun tamamının yakalanamayacağını gösterir. Dolayısıyla çalışmamızda restorasyon sonrası kalınlıkların stabil kalması, literatürde bildirilen bu "morfoloji–fonksiyon ayrışması" ile uyumludur (206,207).

Buna karşın çalışmamızda elastografi bulgularının özellikle çürük bulunmayan tarafta kontraksiyon sırasında anlamlı değişim göstermesi, adaptasyonun morfolojik değil öncelikle mekanik özellikler düzeyinde ortaya çıktığını düşündürmektedir. Tablodaki örüntüye göre çürük bulunmayan tarafta kontraksiyonda mavi oranının artması ve yeşil oranının azalması, kasın aktif yüklenme sırasında daha rijit/organizasyonel bir profile kaydığını; yani "aktif kontraksiyon altında kuvvet iletimine daha uygun" bir mekanik yanıt geliştiğini düşündürür. Bu bulgunun yalnızca kontraksiyonda belirginleşmesi, değişimin pasif bir süreçten ziyade doğrudan fonksiyonel kullanım ile ilişkili olduğunu destekler. Ayrıca değişimin çürük bulunmayan tarafta ortaya çıkması, klinik olarak çürük tarafın ağrı/hassasiyet ve kaçınma davranışıyla baskılandığı dönemde yükün daha çok sağlam tarafa kayabileceği; restorasyon sonrası dönemde bile çiğneme dominansının bir süre daha sağlam tarafta devam edip bu tarafta "kontraksiyonla görünür" mekanik adaptasyonu artırabileceği fikriyle uyumludur. Bu bağlamda, kalınlık ölçümlerinin stabil kalmasına rağmen elastografide anlamlı değişim yakalanması, Eren ve arkadaşları ile Kaya ve arkadaşlarının işaret ettiği şekilde fonksiyonel etkilerin her zaman morfolojik kalınlık değişimine eşlik etmeyebileceğini; elastografinin bu erken/ince biyomekanik adaptasyonları yakalamada tamamlayıcı rol oynadığını göstermektedir (202,203).

Çürük bulunmayan tarafta kontraksiyon sırasında mavi oranının artması ve yeşil oranının azalması, kasın aktif kasılma anında daha rijit bir mekanik yanıt geliştirdiğini ve yük altında daha dirençli bir davranış sergilediğini düşündürmektedir. Bu bulgu, tek taraflı dental sorunda yükün belirli dönemlerde daha çok sağlam tarafa kayabilmesi ve kasın kontraksiyon altında mekanik adaptasyonunun öncelikle daha çok yüklenen tarafta izlenebilmesi ile uyumludur. Nitekim mastikatör kasların fonksiyonel yüklenmeye duyarlı olduğu; maksimum ısırma kuvveti ile kas aktivitesi/kuvvet üretimi arasında ilişki bulunabildiği ve kasın farklı tedavi/alışkanlık değişimlerine zaman içinde adaptasyon gösterebildiği literatürde vurgulanmaktadır (208-210). Bu

açıdan, kalınlık ölçümlerinin stabil kalmasına rağmen kontraksiyon sırasında elastografik paternin değişmesi, fonksiyonel toparlanma/yeniden yüklenmenin kısa dönemde "mekanik yanıt" düzeyinde yakalanabileceğine işaret etmektedir.

Dinlenme sırasında izlenen kırmızı alan artışının (özellikle ara zaman noktasında belirginleşen ve daha sonra kısmen gerileyen örüntü) ise, kalıcı yapısal dönüşümden çok erken döneme özgü tonus/regülasyon değişimleriyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu bulgunun, istirahat ölçümlerinin prob basıncı ve kasın gerçek gevşeme düzeyi gibi değişkenlerden etkilenebileceği; dolayısıyla dinlenme verilerinin kontraksiyon verileriyle birlikte, bütüncül biçimde değerlendirilmesinin daha doğru olacağı unutulmamalıdır.

Elastografi analizlerinde özellikle kontraksiyon sırasında mavi oranındaki artış ve buna eşlik eden yeşil oranındaki azalma, restorasyon sonrası ağrısız çiğneme ve yeniden dengelenen oklüzal temaslar ile birlikte masseter kasın aktif yüklenme sırasında daha rijit, kuvvet iletimine daha uygun ve organize bir mekanik profile yöneldiğini düşündürmektedir. Bu durum, kas dokusunun fonksiyonel kullanım arttıkça kontraksiyon sırasında daha sert bir biomekanik yanıt geliştirdiğini ve kuvvet üretimi ile iletimini optimize etmeye yönelik bir adaptasyon sergilediğini göstermektedir. Dolayısıyla çalışmamızda restorasyon sonrası dönemde kas kalınlığında belirgin bir değişiklik izlenmemesine rağmen, elastografi bulguları masseter kasının fonksiyonel iyileşmeye öncelikle mekanik sertlik ve kontraksiyon davranışı düzeyinde yanıt verdiğini; morfolojik değişimlerin ise daha uzun süreli takiplerde ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir.

Bu bulgular, fonksiyonel yüklenmedeki değişimlerin kas dokusunda önce mekanik özellikler düzeyinde yansıma bulduğu, morfolojik değişikliklerin ise daha uzun süreli ve kalıcı uyaranlar gerektirdiğini bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (208-210). Çalışmamızda masseter kasının yalnızca ultrasonografik kalınlık ölçümleri ile değil, elastografik sertlik analizi ile birlikte değerlendirilmiş olması, kas adaptasyonunun morfolojik değişimden bağımsız olarak erken biyomekanik düzeyde yakalanabilmesine olanak tanımıştır. Bu yaklaşım, pediatrik popülasyonda restoratif tedavi sonrası çiğneme sistemine ait adaptif yanıtların daha hassas biçimde ortaya konmasına katkı sağlamaktadır.

Güncel yapılan bir kesitsel çalışmada çürük indeksi ile "color-changeable" sakız testi kullanılarak değerlendirilen çiğneme yeterliliği arasındaki ilişki incelenmiş ve iki parametre arasında anlamlı negatif korelasyon saptanmıştır. Çürük sayısı ve şiddeti arttıkça sakızın hedef renge ulaşma süresinin uzadığı, renk değişim skorlarının daha düşük olduğu ve çiğneme verimliliğinin azaldığı bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca çürük yoğunluğu yüksek çocukların çiğneme sırasında daha fazla yorgunluk, uzun çiğneme süresi ve daha düşük parçalanma verimliliği sergilediği, bunun da çiğneme fonksiyonunun yalnızca ağrı ve hassasiyetten değil, oklüzal temasların kaybı ve fonksiyonel yükün azalmasından da etkilendiğini düşündürdüğü belirtilmiştir. Araştırmacılar, çürüğün yalnızca lokal yapı kaybına yol açmadığı, aynı zamanda besin parçalanmasının etkinliğini, çiğneme motor paternlerini ve oral fonksiyonun fizyolojik kapasitesini olumsuz yönde etkilediğini vurgulamışlardır (211). Bu fonksiyonel yük azalması, çiğneme kaslarına binen mekanik uyarının azalması anlamına gelmektedir. Çalışmamızda, restorasyon öncesi ve takip eden restorasyon sonrası 3. ve 6. aylarda masseter kas kalınlığında anlamlı bir azalma saptanmamış olmakla birlikte, elastografi parametrelerinde gözlenen değişiklikler, fonksiyonel yüklenmenin kas dokusu üzerindeki etkilerinin kalınlıktan önce mekanik yanıt düzeyinde ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir.

TME ve masseter kasının elastografi ile değerlendirilmesine odaklanan çalışmalarda da hem erişkin hem çocuk hasta gruplarında kas sertliğinin TME bozuklukları, bruksizm ve dentofasiyal deformitelerle ilişkili olarak değişebildiği gösterilmiştir. Öztürk ve arkadaşları, sağlıklı çocuk ve adölesanlarda SWE ile TME diski ve masseter kas için normatif sertlik değerlerini tanımlayarak, bu tekniğin pediatrik TME ve kas bozukluklarında tanısal potansiyeline dikkat çekmişlerdir (212).

Çalışmamızda, çürük bulunmayan tarafta kontraksiyon sırasında mavi alanların artması ve yeşil alanların azalması, masseter kasının aktif kasılma anında daha rijit bir mekanik yanıt geliştirdiğini göstermektedir. SE'de mavi alan artışı, dokunun uygulanan kuvvete karşı daha az deformasyona uğradığını ve aktif kas sertliğinin arttığını ifade etmektedir. Olchowy ve arkadaşları SWE ile sağlıklı erişkinlerde masseter kas sertliğinin kontraksiyon sırasında belirgin şekilde arttığını ve bu artışın fonksiyonel yüklenmenin bir göstergesi olduğunu bildirmiştir (157). Takashima ve arkadaşları da TME disfonksiyonu olan hastalarda masseter kas sertliğinin fonksiyonel

durumlara duyarlı olduğunu göstermiştir (197). Bu verilerle, çalışmamızda kontraksiyon sırasında sert alan artışı, restorasyon sonrası dönemde çiğneme sırasında masseter kasına iletilen yükün arttığını ve kasın bu yüke daha güçlü, daha dirençli bir mekanik yanıtla karşılık verdiğini göstermektedir.

Dinlenme sırasında gözlenen kırmızı alan artışı, kasın bazal tonusunda geçici bir azalmaya işaret etmektedir. Kırmızı alanlar, dokunun daha kolay deformasyona uğradığı, yani istirahat sertliğinin düştüğü bölgeleri temsil etmektedir. Arıkan ve arkadaşları TME ağrılı hastalarda SE ile yaptıkları değerlendirmelerde, ağrının azalması sonrası masseter kasında istirahat sertliğinin düştüğünü bildirmiştir (213). Çalışmamızda dinlenme sırasındaki yumuşama paterninin geçici olması, bu durumun kalıcı bir yapısal değişimden ziyade, restorasyon sonrası erken dönemde koruyucu kas tonusunun çözülmesine bağlı fonksiyonel bir yanıt olduğunu düşündürmektedir.

Bu çalışmanın güçlü yönlerinden biri, çocukluk döneminde diş çürüğü, oklüzal destek, çiğneme fonksiyonu ve masseter kas morfolojisi arasındaki ilişkiyi, boylamsal bir tasarım içinde ele almasıdır. Çoğu çalışma ya sadece erişkin popülasyonda diş kaybı ve protez rehabilitasyonunun kas üzerine etkilerini incelemiş, ya da çocuklarda çürük ve çiğneme fonksiyonunu subjektif veya fonksiyonel testlerle değerlendirmekle yetinmiştir (7,187,202).

Bulut ve arkadaşlarının standart prob yerleşimi ve protokol ile dinlenme/kontraksiyon ölçümlerinin yüksek tekrarlanabilirlik gösterdiğini bildirmesi (190) ve Kiliaridis ve Kälebo'nun USG'nin masseter kalınlığını ölçmede doğru-tekrarlanabilir olduğunu vurgulaması (189), çalışmamızdaki "kalınlıkta anlamlı değişim yok" sonucunun yöntemsel yetersizlikten çok, takip süresinde morfolojik değişimin belirginleşmemesi ile ilişkili olabileceğini güçlendirir. Bu nedenle çalışmamızın bulguları birlikte değerlendirildiğinde; restorasyon sonrası dönemde mastikatör kaslarda morfolojik parametreler kısa vadede stabil kalabilirken, aktif fonksiyon altında mekanik özelliklerin (elastografi) daha erken ve seçici biçimde değişebileceği; özellikle adaptasyonun sağlam tarafta ve kontraksiyon sırasında daha belirgin hale gelebileceği sonucuna varılmaktadır (189,190,206,207).

Çalışmamızda elastografik değişikliklerin yalnızca çürük bulunmayan tarafta izlenmesi, tek taraflı fonksiyonel adaptasyon kavramı ile uyumludur. Andrade ve arkadaşları tek taraflı oklüzal bozukluğu bulunan çocuklarda mastikatör kasların morfolojik ve fonksiyonel adaptasyonunun daha çok sağlam tarafta ortaya çıktığını bildirmiştir (214). Bu doğrultuda, çalışmamızdaki bulgular, restorasyon sonrasında çiğneme fonksiyonunun yeniden organize olurken kas dokusunun mekanik adaptasyonunun öncelikle daha fazla yük taşıyan sağlam tarafta gerçekleştiğini düşündürmektedir.

Benzer şekilde Pereira ve arkadaşları tarafından adölesan bireylerde masseter kalınlığı ve EMG aktivitesi birlikte değerlendirilmiş, kas kalınlığı ile fonksiyonel aktivite arasında her durumda doğrudan bir ilişki bulunmadığı; ancak mastikatör kas morfolojisinin fonksiyonel parametrelerle eş zamanlı olarak ele alınmasının çiğneme sisteminin daha bütüncül analizi açısından önemli olduğu bildirilmiştir. Literatürde diş çürüğü, oklüzal destek ve çiğneme fonksiyonu arasındaki ilişki ağırlıklı olarak fonksiyonel testler, EMG veya kalınlık ölçümleri üzerinden değerlendirilmiştir (215). Çalışmamız, bu ilişkiyi elastografik sertlik paternleri üzerinden ortaya koyarak, çiğneme fonksiyonundaki toparlanmanın kas dokusunda önce mekanik özellikler düzeyinde, daha sonra (daha uzun sürede) morfolojik düzeyde ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Bu yönüyle, pediatrik popülasyonda restoratif tedavi sonrası mastikatör kas adaptasyonunun değerlendirilmesinde elastografinin kalınlık ölçümlerini tamamlayıcı bir araç olabileceği görülmektedir.

Bogdanov ve arkadaşları, maksimal molar ısırma kuvveti ile masseter ve temporalis kaslarının EMG aktivitesi arasında anlamlı korelasyon bildirmiş ve fonksiyonel yüklenme arttıkça kas aktivitesi ve kas kuvvetinin de arttığını göstermiştir (208). Bu bulgular, mastikatör kasların mekanik yüklenmeye duyarlı ve adaptif yapılar olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, parafonksiyonel alışkanlıkların azaltılmasının masseter kas morfolojisine doğrudan yansıdığı, Erdil ve arkadaşları tarafından botulinum toksin-A uygulaması sonrasında kas kalınlığındaki azalma ile gösterilmiştir (209). Ortognatik cerrahi sonrası dönemi inceleyen Muftuoğlu ve arkadaşları da masseter kasın hem aktivite hem de morfolojik özellikler açısından uzun dönemli yeniden organizasyon gösterebildiğini bildirmiştir (210). Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, mastikatör kasların fonksiyonel değişimlere yanıt olarak zaman

içinde yeniden yapılandığı anlaşılmaktadır. Ancak büyüme çağındaki bireylerde kas morfolojisinin yalnızca fonksiyonel yüklenmeye değil, yaşa, cinsiyete, kraniyofasiyal büyümeye ve yüz morfolojisine de bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği vurgulanmaktadır. Papagiannopoulos ve arkadaşları çocuk ve adölesan bireylerde masseter kas kalınlığının yaş ile arttığını ve erkek çocuklarda daha yüksek değerler gösterebildiğini bildirmiştir (216). Yüz morfolojisinin masseter kas kalınlığı üzerindeki etkisi ise İspir ve arkadaşları tarafından gösterilmiş; kare ve geniş yüz tipine sahip bireylerde kas kalınlığının daha belirgin olduğu rapor edilmiştir (217). Bu veriler, pediatrik popülasyonda kas kalınlığı ölçümlerinin fizyolojik büyüme ve yapısal faktörlerden etkilenebileceğini düşündürmektedir.

Masseter ve temporalis kaslarının kalınlık ve yapısal değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada, bruksizmi olan ve olmayan bireylerde hem masseter hem de anterior temporalis kas kalınlıkları USG ile ölçülmüş; bruksizm grubunda masseter ve anterior temporalis kas kalınlıklarının her iki durumda (dinlenme ve kontraksiyon) daha yüksek olduğu gözlenmiş ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (218). Bu sonuçlar, fonksiyonel yüklenme varlığında dahi kas kalınlığındaki değişimlerin her zaman ölçülebilir düzeye ulaşmayabileceğini göstermektedir. Bu yönüyle, çalışmamızda restoratif tedavi sonrası dönemde masseter ve temporalis kas kalınlıklarının stabil kalması, literatürde bildirilen bu morfolojik yanıtın sınırlılığı ile uyum göstermektedir.

Buna karşılık, kronik ve belirgin oklüzal destek kaybı bulunan popülasyonlarda kas kalınlığındaki değişimlerin daha belirgin olduğu bildirilmektedir. Yaşlı dişsiz bireylerde implant destekli protez rehabilitasyonu sonrası yapılan prospektif bir çalışmada, masseter ve anterior temporalis kas kalınlıklarının 6. ayda anlamlı şekilde arttığı ve kalınlık simetrisinin iyileştiği gösterilmiştir (219). Bu bulgular, uzun süreli ve ciddi fonksiyonel yetersizliklerde kasın morfolojik adaptasyon gösterebildiğini, buna karşın çalışmamızdaki pediatrik hasta grubunda diş eksikliği bulunmaması ve çürük yaygınlığının sınırlı olması nedeniyle böyle bir morfolojik değişimin ortaya çıkmamış olmasının fizyolojik olarak tutarlı olduğunu düşündürmektedir.

Anterior digastrik kasa ilişkin literatür incelendiğinde, bu kasın fonksiyonel adaptasyonlarını doğrudan irdeleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Ünsal ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada anterior digastrik kasın anatomik

varyasyonları ve kalınlık ölçümlerinin güvenilir biçimde değerlendirilebildiği gösterilmiş, ancak fonksiyonel yüklenmeye bağlı belirgin kalınlık değişiklikleri rapor edilmemiştir (220). Bu durum, çalışmamızda anterior digastrik kas kalınlığında anlamlı değişim izlenmemesiyle paralellik göstermekte ve bu kasın kısa süreli fonksiyonel değişimlere morfolojik düzeyde sınırlı yanıt verdiğini düşündürmektedir.

Buna karşın anterior digastrik kasın mekanik özelliklerine odaklanan elastografi temelli çalışmalarda, kas sertliği ve doku özelliklerinin fonksiyonel duruma göre değişebildiği bildirilmektedir. Fuma ve arkadaşlarının elastografi ile yaptıkları değerlendirmelerde, anterior digastrik kasın sertlik ve çevresel alan parametrelerinde fonksiyonel değişimlere duyarlı olduğu gösterilmiştir (221). Bu veriler, kas dokusunun fonksiyonel adaptasyonunun öncelikle biyomekanik düzeyde ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, çalışmamızda masseter ve anterior digastrik kas kalınlıklarında anlamlı bir değişim saptanmamış olmasına karşın elastografi analizlerinde gözlenen değişimlerin, morfolojik adaptasyondan önce mekanik adaptasyonun devreye girdiğini göstermesi dikkat çekicidir. Bulgularımız, pediatrik popülasyonda restoratif tedavi sonrası mastikatör kasların kısa vadede kalınlık değişimi göstermeyebileceğini; ancak kasın fonksiyonel kullanımına bağlı olarak mekanik özelliklerinin değişebileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın en önemli güçlü yönlerinden biri, diş çürüğü ve restoratif tedavinin çiğneme kasları üzerindeki etkilerinin prospektif ve longitudinal bir tasarım ile ele alınmış olmasıdır. Aynı bireylerde restorasyon öncesi dönem ile restorasyon sonrası 3. ve 6. aylarda yapılan tekrarlayan ölçümler, bireyler arası biyolojik varyasyonun etkisini minimize ederek zamana bağlı değişimlerin daha güvenilir biçimde değerlendirilmesine olanak tanımıştır. USG temelli masseter kas değerlendirmelerinde yalnızca kas kalınlığının değil, aynı zamanda elastisite ölçümleri ve RGB analizi gibi görüntüleme parametrelerinin birlikte kullanılması, kas dokusunun morfolojik, biyomekanik ve yapısal özelliklerinin çok boyutlu olarak incelenmesini sağlamıştır. Bu bütüncül yaklaşım, çiğneme kaslarının restoratif tedaviye verdiği adaptif yanıtların daha derinlemesine anlaşılmasına katkı sunmaktadır. Çalışmanın pediatrik popülasyonda gerçekleştirilmiş olması, iyonizan radyasyon içermeyen ve non-invaziv yöntemlerin tercih edilmesi açısından etik ve klinik açıdan önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca ölçümlerin standart bir protokol doğrultusunda, aynı cihaz ve

aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmesi, ölçüm içi tutarlılığı artırarak elde edilen bulguların güvenilirliğini destekleyen önemli bir yöntemsel güç olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle USG, elastografi ve RGB analizine dayalı ölçümlerin doğası gereği operatör bağımlı olması, sonuçlar üzerinde potansiyel bir etki oluşturabilir. Prob yerleşimi, uygulanan basınç ve görüntüleme sırasında kullanılan teknik parametrelerdeki küçük farklılıklar ölçüm sonuçlarını etkileyebilmektedir. Her ne kadar bu çalışmada söz konusu değişkenler standart protokoller ve tek bir araştırmacı kullanılarak kontrol altına alınmaya çalışılmış olsa da bu durum yöntemin doğasından kaynaklanan bir sınırlılık olarak kabul edilmelidir. Elastisite ve RGB analizleri için pediatrik popülasyona özgü evrensel referans değerlerin sınırlı olması, elde edilen bulguların mutlak klinik karşılığının yorumlanmasını güçleştirmektedir. Ayrıca MRG gibi altın standart yöntemlerle karşılaştırmalı bir analiz yapılmamış olması, USG temelli bulguların doğrulayıcı açıdan sınırlı kalmasına neden olabilir. Bunun yanı sıra örneklem büyüklüğünün görece sınırlı olması ve takip süresinin belirli zaman noktaları ile sınırlandırılması, sonuçların genellenebilirliğini etkileyebilecek diğer faktörler arasında yer almaktadır.

Bununla birlikte, bu çalışmada ICDAS II, CAST, PUFA ve DMFT/dmft indeksleri kullanılarak ayrıntılı bir çürük değerlendirmesi yapılmış olmasına rağmen, çalışma grubundaki olguların çürük şiddeti açısından homojen bir dağılım göstermediği dikkate alınmalıdır. ICDAS II ve CAST indekslerine göre olguların büyük bir kısmının dentin düzeyinde yer alan çürük lezyonlarından oluştuğu, buna karşın ileri evre lezyonların ve belirgin klinik semptomların sınırlı olduğu görülmektedir. PUFA indeksine göre de olguların büyük çoğunluğunda pulpal tutulum, fistül veya apse gibi ileri klinik komplikasyonlara rastlanmamıştır. Bu durum, çalışmanın çiğneme fonksiyonu ve buna bağlı kas adaptasyonlarını, klinik semptomların belirgin olmadığı bir hasta profili üzerinden değerlendirmesine yol açmıştır. Dolayısıyla, daha ileri evre ve klinik olarak semptomatik çürüğe sahip olgularda çiğneme kaslarının morfolojik ve mekanik özelliklerinin farklı adaptasyonlar gösterebileceği göz ardı edilmemelidir.

Gelecekte yapılacak çalışmaların daha geniş örneklem gruplarında, farklı yaş aralıklarını ve çürük şiddeti spektrumunu kapsayacak şekilde planlanması, elde edilen bulguların genellenebilirliğini artırabilir. USG temelli kas kalınlığı, elastisite ve RGB

analizlerinin MRG, EMG veya diğer ileri görüntüleme yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi, bu parametrelerin klinik geçerliliğini ve doğruluğunu daha güçlü biçimde ortaya koyacaktır. Daha uzun takip sürelerinin dahil edildiği çalışmalar, restoratif tedavi sonrası çiğneme kaslarında gözlenen değişimlerin geçici adaptasyon mu yoksa kalıcı bir yeniden yapılanma mı olduğunu aydınlatabilir. Ayrıca standartlaştırılmış ölçüm protokollerinin geliştirilmesi ve pediatrik popülasyona özgü referans aralıklarının belirlenmesi, USG temelli yöntemlerin klinik uygulamalardaki kullanımını güçlendirecektir. Gelecekte fonksiyonel ölçümler (örneğin çiğneme performansı veya kas aktivitesi) ile USG bulgularının birlikte değerlendirilmesi, dental tedavilerin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Tüm bu bulgular ışığında, çalışmamız diş çürüklerinin sadece diş sert dokularını değil çiğneme kas gelişimini de etkileyebildiğini; çürük dişlerin restorasyonunun ise uygun oklüzal destek ve ağrısız çiğneme fonksiyonunu yeniden sağlayarak çiğneme kaslarında iyileşme/normalizasyon eğilimi oluşturabileceğini göstermektedir. USG'nin non-invaziv, tekrarlanabilir ve çocuk hastalar tarafından iyi tolere edilen bir yöntem olması, çiğneme kaslarının gelişim ve adaptasyonunun izlenmesinde önemli bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır. Gelecekte daha geniş örneklemli, farklı yaş gruplarını içeren, USG ve elastografiyi objektif çiğneme performansı testleri ve ısırma kuvveti ölçümleri ile birleştiren çalışmalar, diş çürüğü–restorasyon–kas gelişimi ilişkisini daha kapsamlı biçimde aydınlatmaya katkı sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında tek taraflı çürük lezyonu bulunan 25 çocuk hastada, diş çürüğü ve restorasyonunun masseter, temporalis ve anterior digastik kas fonksiyonları üzerindeki olası etkilerinin belirlenmesi amacıyla ilgili kasların USG kalınlık ölçümleri ile masseter kasının elastografi tabanlı RGB renk analizi (kırmızı, yeşil ve mavi alan) restorasyon öncesi, restorasyondan sonra 3. ay ve 6. ayda değerlendirilmiş ve şu sonuçlara varılmıştır:

1. 6–12 yaş aralığında tek taraflı diş çürüğü bulunan çocuklarda restoratif tedavi öncesi (T0), tedaviden 3 ay sonra (T1) ve 6 ay sonra (T2) yapılan USG değerlendirmeleri sonucunda, masseter ve temporalis kaslarının kontraksiyon ve dinlenme kalınlıkları ile anterior digastrik kasın dinlenme kalınlıklarının hem çürük bulunan hem de çürük bulunmayan tarafta zaman içerisinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermediği belirlenmiştir.
2. Masseter kasına ait elastisite ölçümleri değerlendirildiğinde, çürük bulunan tarafta kontraksiyon ve dinlenme durumlarında ölçülen kırmızı, yeşil ve mavi alan elastisite parametrelerinin (%) tamamı için T0, T1 ve T2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.
3. Masseter kasına ait elastisite ölçümleri değerlendirildiğinde, çürük bulunmayan tarafta kasa ait bazı elastisite parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptanmıştır. İlgili tarafta;

- Kontraksiyon durumunda ölçülen yeşil elastisite değerlerinin (%) T0 zaman noktasında T1 ve T2 zaman noktalarına göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Kontraksiyon durumunda ölçülen mavi elastisite değerlerinin (%) T0 zaman noktasında T1 ve T2 zaman noktalarına göre anlamlı düzeyde daha düşük olduğu belirlenmiştir.
- Dinlenme durumunda ölçülen kırmızı elastisite değerlerinin (%) T1 ölçümünde T0 ve T2 ölçümlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum kısa dönemde elastisitenin arttığını göstermektedir.

4. Korelasyon analizleri sonucunda, yaş, DMFT ve dmft değerleri ile masseter, temporalis ve anterior digastrik kas kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Yalnızca, yaş ile çürük bulunmayan tarafta masseter kasının dinlenme durumunda ölçülen kırmızı alan elastisite değeri (%) arasında pozitif yönde, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki belirlenmiştir.

Çiğneme kaslarının değerlendirilmesine ilişkin elde edilen bu bulgular, pediatrik hastalarda kas adaptasyonunun kısa dönemde çoğunlukla morfolojik kalınlık değişiminden ziyade biyomekanik özellikler düzeyinde ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, benzer çalışmalarda yalnızca USG ile kalınlık ölçümlerinin değil, elastisite temelli değerlendirme yöntemlerinin de birlikte kullanılması, kas dokusundaki fonksiyonel değişimlerin daha hassas biçimde ortaya konmasına katkı sağlayacaktır. Özellikle büyüme ve gelişim sürecinin devam ettiği çocuk popülasyonunda, daha uzun takip sürelerine sahip longitudinal çalışmaların planlanması, zamana bağlı adaptasyon süreçlerinin daha net anlaşılmasına olanak tanıyabilir. Bunun yanı sıra, elastografi bulgularının çiğneme performansı, kas aktivitesi veya ısırma kuvveti gibi fonksiyonel ölçümlerle birlikte ele alınması, çiğneme sisteminin yalnızca yapısal değil fonksiyonel bütünlüğünün de değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Pediatrik hastalarda güvenli, non-invaziv ve tekrarlanabilir bir yöntem olan USG'nin, uygun protokollerle klinik takip süreçlerine dahil edilmesi, çiğneme kaslarının gelişim ve adaptasyonunun izlenmesinde pratik bir araç olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, elastografi ve RGB tabanlı analizler için pediatrik yaş grubuna özgü referans değerlerin tanımlanması, bu tür ölçümlerin yorumlanmasında ve farklı çalışmalar arasında karşılaştırılabilirliğin sağlanmasında yararlı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, et al. Dental caries. Nat Rev Dis Primers**.** 2017;3:17030.
2. Pitts NB, Twetman S, Fisher J, Marsh PD. Understanding dental caries as a non-communicable disease. Br Dent J.2021;231(12):749-53.
3. Paro AD, Hossain M, Webster TJ, Su M. Monte Carlo and analytic simulations in nanoparticle-enhanced radiation therapy. Int J Nanomedicine. 2016;11:4735-41.
4. World Health Organization. *Global oral health status report: Towards universal health coverage for oral health by 2030.* Geneva: World Health Organization; 2022. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484
5. Rezende RL, Bonjardim LR, Neves EL, Santos LC, Nunes PS, Garcez CA, et al. Oral health, temporomandibular disorder, and masticatory performance in patients with Charcot-Marie-Tooth type 2. ScientificWorldJournal.2013;2013:425651.
6. Pawar P, Puranik MP, Shanbhag N. Relationship between oral health status and oral health-related quality of life among patients with temporomandibular disorders in Bengaluru city: a cross-sectional comparative study. J Indian Assoc Public Health Dent. 2022;20(3):287-92.
7. Bramantoro T, Irmalia WR, Santoso CMA, Mohd Nor NA, Utomo H, Ramadhani A, et al. The effect of caries on the chewing ability of children: a scoping review. Eur J Dent. 2023;17(4):1012-9.
8. Zou J, Meng M, Law C, Rao Y, Li H, Zheng J. Common dental diseases in children and malocclusion. Int J Oral Sci. 2018;10(1):7.
9. Souto-Souza D, Soares MEC, Primo-Miranda EF, Pereira LJ, Ramos-Jorge ML, Ramos-Jorge J. The influence of malocclusion, sucking habits and dental caries in the masticatory function of preschool children. Braz Oral Res.2020;34:e59.
10. Rogulski M, Pałac M, Wolny T, Linek P. Assessment of reliability, agreement, and accuracy of masseter muscle ultrasound thickness measurement using a new standardized protocol. Diagnostics (Basel). 2024;14(16):1771.
11. Koruyucu AN, Aşantoğrol F. Determination of masseter and temporal muscle thickness by ultrasound and muscle hardness by shear wave elastography in healthy adults as reference values. Dentomaxillofac Radiol.2024;53(2):137-52.

12. Blicharz G, Rymarczyk M, Rogulski M, Linek P. Methods of masseter and temporal muscle thickness and elasticity measurements by ultrasound imaging: a literature review. Curr Med Imaging. 2021;17(6):707-13.
13. Patil DJ, Rathore RK, Patel A. Ultrasound elastography in temporomandibular disorders: a narrative review. Cureus. 2024;16(9):e70004.
14. Patil S, Alkahtani A, Bhandi S, Mashyakhy M, Alvarez M, Alroomy R, et al. Ultrasound imaging versus radiographs in differentiating periapical lesions: a systematic review. Diagnostics (Basel). 2021;11(7):1208.
15. Ng TCH, Luo BW, Lam WYH, Baysan A, Chu CH, Yu OY. Updates on caries risk assessment—a literature review. Dent J (Basel). 2024;12(10):312.
16. Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, et al. Terminology of dental caries and dental caries management: consensus report of a workshop organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. Caries Res. 2020;54(1):7-14.
17. Zero DT, Zandona AF, Vail MM, Spolnik KJ. Dental caries and pulpal disease. Dent Clin North Am.2011;55(1):29-46.
18. Iafisco M, Degli Esposti L, Ramirez-Rodriguez GB, Carella F, Gomez-Morales J, Ionescu AC, et al. Fluoride-doped amorphous calcium phosphate nanoparticles as a promising biomimetic material for dental remineralization. Sci Rep. 2018;8(1):17016.
19. Zhang J, Wang Y. Meta-analysis of prevalence and filling rate of dental caries in preschool children in China. West China J Stomatol. 2023;41(5):573-81.
20. Xu Z, Zeng L, Liang Y, Zhu G, Zhang Z, Xia J, et al. Cross-sectional survey on dental caries among preschool children in Guangzhou city in 2022. BMJ Open. 2025;15(3):e097334.
21. Maklennan A, Borg-Bartolo R, Wierichs RJ, et al. A systematic review and meta-analysis on early-childhood-caries global data. BMC Oral Health. 2024;24:835.
22. Folayan MO, de Barros Coelho EMR, Feldens CA, et al. A scoping review on early childhood caries and inequalities using the Sustainable Development Goal 10 framework**.** BMC Oral Health. 2025;25:219.
23. Kazeminia M, Abdi A, Shohaimi S, Jalali R, Vaisi-Raygani A, Salari N, et al. Dental caries in primary and permanent teeth in children's worldwide, 1995 to 2019: a systematic review and meta-analysis. Head Face Med.2020;16(1):22.

24. Chen J, Duangthip D, Gao SS, Huang F, Anthonappa R, Oliveira BH, et al. Oral health policies to tackle the burden of early childhood caries: a review of 14 countries/regions. Front Oral Health. 2021;2:670154.

25. Orhan AI, Alkan A, Orhan K, Tezel A, Karaoglanoglu S, Oztas D. Dental caries and associated factors among Turkish children and adults: findings from the 3rd National Oral Health Survey. Community Dent Oral Epidemiol.2024;52(4):499-508.

26. Şengül F, Urvasızoğlu G, Derelioğlu S, Seddik T, Çelikel P, Baş A. Early childhood caries in 4- to 5-year-old children in Erzurum, Turkey. Front Public Health. 2021;9:725501.

27. Onur SG, Kargul B. Assessment of potential risk factors associated with early childhood caries in a subpopulation of children from Thrace region of Turkey. Folia Med (Plovdiv). 2021;63(4):546-56.

28. Baltacı E, Özveren N, Batur Kara S. Social and behavioural risk factors of early childhood caries among children aged 4–47 months: a cross-sectional study. Eurasian J Fam Med. 2022;11(4):209-16.

29. Zhu F, Chen Y, Yu Y, Xie Y, Zhu H, Wang H. Caries prevalence of the first permanent molars in 6–8 years old children. PLoS One. 2021;16(1):e0245345.

30. Basha S, Swamy HS. Dental caries experience, tooth surface distribution and associated factors in 6- and 13-year-old school children from Davangere, India. J Clin Exp Dent. 2012;4(4):e210-6.

31. American Academy of Pediatric Dentistry. Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. In: *The reference manual of pediatric dentistry.* Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry; 2024. p. 306-12.

32. Kirthiga M, Murugan M, Saikia A, Kirubakaran R. Risk factors for early childhood caries: a systematic review and meta-analysis of case control and cohort studies. Pediatr Dent. 2019;41(2):95-112.

33. Thitisakyothin P, Chanrat S, Srisatjaluk RL, et al. Quantitative analysis of *Streptococcus mutans*, *Bifidobacterium*, and *Scardovia wiggsiae* in occlusal biofilm and their association with VOPI and ICDAS. Eur Arch Paediatr Dent.2025;26(1):271-81.

34. Yousaf M, Aslam T, Saeed S, Sarfraz A, Sarfraz Z, Cherrez-Ojeda I. Individual, family, and socioeconomic contributors to dental caries in children from

low- and middle-income countries. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(12):7114.

35. Folayan MO, El Tantawi M, Aly NM, Al-Batayneh OB, Schroth RJ, Castillo JL, et al. Association between early childhood caries and poverty in low- and middle-income countries. BMC Oral Health. 2020;20(1):8.

36. Blanco-Victorio DJ, López-Luján NA, Bernaola-Silva W, et al. Sociodemographic and clinical factors associated with early childhood caries in Peruvian pre-schoolers. BMC Oral Health. 2025;25:125.

37. Nath S, Sethi S, Bastos JL, Constante HM, Mejia G, Haag D, et al. The global prevalence and severity of dental caries among racially minoritized children: a systematic review and meta-analysis. Caries Res. 2023;57(4):485-508.

38. Uribe SE, Innes N, Maldupa I. The global prevalence of early childhood caries: a systematic review with meta-analysis using the WHO diagnostic criteria. Int J Paediatr Dent. 2021;31(6):817-30.

39. Alshayeb L, Dashash M. Prevalence and clinical risk factors of dental caries in Syrian children: a cross-sectional study. Sci Rep. 2025;15:10721.

40. Bourgeois DM, Llodra JC. Global burden of dental condition among children in nine countries participating in an international oral health promotion programme, 2012–2013. Int Dent J. 2014;64 Suppl 2:27-34.

41. Broadbent JM, Thomson WM. Problems with the DMF index pertinent to dental caries data analysis. Community Dent Oral Epidemiol. 2005;33(6):400-9.

42. Budisak P, Brizuela M. Dental caries classification systems. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Nov 12. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK597361/

43. Zemene MA, Dessie AM, Anley DT, Ahunie MA, Gebeyehu NA, Adella GA, et al. Dental caries and mean values of DMFT among children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2024;24(1):241.

44. Gudipaneni RK, Alkuwaykibi AS, Ganji KK, Alhumaid J, Almotairi M, Almutairi T. Assessment of caries diagnostic thresholds of DMFT, ICDAS II and CAST in the estimation of caries prevalence rate in first permanent molars. BMC Oral Health. 2022;22(1):133.

45. Rocha Cruz AZ, Nakagoshi Cepeda MAA, Lopez-Martinez F, Muñuzuri Arana HL, Adams Ocampo JC, Arreguin Ceniceros FG, et al. A comparison of DMFT, ICDAS II and CAST. Int J Appl Dent Sci. 2023;9(3):231-5.

46. Schuller AA, Holst D. Oral status indicators DMFT and FS-T: reflections on index selection. Eur J Oral Sci.2001;109(3):155-9.
47. Holtfreter B, Berg MH, Kocher T, Schiffner U, Hoffmann T, Micheelis W. Change in FS-T index in adults in the German national oral health surveys between 1989 and 2005. Community Dent Oral Epidemiol. 2013;41(3):251-60.
48. Namal N, Vehid S, Sheiham A. Ranking countries by dental status using the DMFT and FS-T indices**.** Int Dent J.2005;55(6):373-6.
49. Rathore B, Sagarkar A, Krishanappa P. Comparative performance assessment of composite indicators for DMFT, DMFS, FS-T and T-Health indices among a 35–44-year-old urban population**.** J Global Oral Health. 2019;2(1):9-15.
50. Bratthall D. Introducing the Significant Caries Index together with a proposal for a new global oral health goal for 12-year-olds. Int Dent J. 2000;50(6):378-84.
51. Campus G, Sacco G, Cagetti MG, et al. Changing trend of caries from 1989 to 2004 among 12-year-old Sardinian children. BMC Public Health. 2007;7:28.
52. Andegiorgish AK, Weldemariam BW, Kifle MM, Mebrahtu FG, Zewde HK, Tewelde MG, et al. Prevalence of dental caries and associated factors among 12-year-old students in Eritrea. BMC Oral Health. 2017;17(1):169.
53. Ditmyer M, Dounis G, Mobley C, Schwarz E. Inequalities of caries experience in Nevada youth expressed by DMFT index vs. Significant Caries Index over time. BMC Oral Health. 2011;11:12.
54. Armfield JM, Spencer AJ, Slade GD. Changing inequalities in the distribution of caries associated with improving child oral health in Australia. J Public Health Dent. 2009;69(2):125-34.
55. Antunes JL, Narvai PC, Nugent ZJ. Measuring inequalities in the distribution of dental caries. Community Dent Oral Epidemiol**.** 2004;32(1):41-8.
56. Campus G, Cocco F, Ottolenghi L, Cagetti MG. Comparison of ICDAS, CAST, Nyvad's criteria, and WHO-DMFT for caries detection in a sample of Italian schoolchildren**.** Int J Environ Res Public Health. 2019;16(21):4120.
57. Nyvad B, Baelum V. Nyvad criteria for caries lesion activity and severity assessment: a validated approach for clinical management and research. Caries Res. 2018;52(5):397-405.
58. Cheng L, Zhang L, Yue L, Ling J, Fan M, Yang D, et al. Expert consensus on dental caries management. Int J Oral Sci.2022;14(1):17.

59. Séllos MC, Soviero VM. Reliability of the Nyvad criteria for caries assessment in primary teeth. European Journal of Oral Sciences. 2011;119(3):225-231.
60. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, Pitts NB. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. Community Dentistry and Oral Epidemiology. 2007;35(3):170-178.
61. Pitts NB, Ekstrand KR; ICDAS Foundation. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS): methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. Community Dentistry and Oral Epidemiology. 2013;41(1):e41-e52.
62. Ekstrand KR, Gimenez T, Ferreira FR, Mendes FM, Braga MM. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): a systematic review. Caries Research. 2018;52(5):406-419.
63. Byju M, Mala K, Natarajan S, Thomas MS, Parolia A. Comparing the effectiveness of an e-learning module at different levels of magnification for detecting occlusal caries in permanent teeth using the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an ex vivo study. BDJ Open. 2025;11(1):43.
64. Bordoni NE, Salgado PA, Squassi AF. Comparison between indexes for diagnosis and guidance for treatment of dental caries. Acta Odontologica Latinoamericana. 2021;34(3):289-297.
65. Minuesa-García E, Iranzo-Cortés JE, Almerich-Torres T, Bellot-Arcís C, Montiel-Company JM, Almerich-Silla JM. Diagnostic validity in occlusal caries detection of ICDAS II, DIAGNOdent, radiography and a combination of the three methods: an in vitro study. Journal of Clinical Medicine. 2022;11(10):2937.
66. ElSalhy M, Alsumait A, Behzadi S, Lai H, Almerich-Silla JM, Piovesan C, et al. A proposed community caries index of treatment need derived from the International Caries Detection and Assessment System. Community Dentistry and Oral Epidemiology. 2022;50(6):522-528.
67. Tellez M, Lim S. ICDAS is widely used as standardized and reliable caries detection criteria, but its reporting varies widely. Journal of Evidence-Based Dental Practice. 2020;20(1):101409.
68. Khallaf YS, Hafez S, Shaalan OO. Evaluation of ICCMS versus CAMBRA caries risk assessment models acquisition on treatment plan in young adult population:

a randomized clinical trial. Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry. 2021;13:293-304.

69. Ismail AI, Lim S, Sohn W. A transition scoring system of caries increment with adjustment of reversals in longitudinal study: evaluation using primary tooth surface data. Community Dentistry and Oral Epidemiology. 2011;39(1):61-68.

70. AbdELkader A, Hafez Ibrahim S, Elsayed Hassanein O. Reliability of impedance spectroscopy versus digital radiograph and ICDAS-II in occlusal caries detection: a prospective clinical trial. Scientific Reports. 2024;14(1):16553.

71. Bahadır HS, Çelik Ç. The effect of Turkish dental practitioners' perceptions and experience of ICDAS II on caries treatment decisions. Journal of Oral Health and Oral Epidemiology. 2022;11(4):215-221.

72. Monse B, Heinrich-Weltzien R, Benzian H, Holmgren C, van Palenstein Helderman W. PUFA: an index of clinical consequences of untreated dental caries. Community Dentistry and Oral Epidemiology. 2010;38(1):77-82.

73. Teh LA, Abdullah D, Liew AKC, Soo E. Evaluation of Pulpal Involvement, Ulceration, Fistula, and Abscess Index and Periapical Index in screening for endodontic disease: reliability and accuracy. Journal of Endodontics. 2020;46(6):748-755.

74. Baginska J, Stokowska W. Pulpal involvement-roots-sepsis index: a new method for describing the clinical consequences of untreated dental caries. Med Princ Pract. 2013;22(6):555-560.

75. Holmgren C, van Palenstein Helderman W, Monse B, Heinrich-Weltzien R, Benzian H. Modifications to the PUFA index: are they justified at this stage? Med Princ Pract. 2014;23(3):292-293.

76. Ramazani N, Rezaei S. Evaluation of the prevalence of clinical consequences of untreated dental caries using PUFA/pufa index in a group of Iranian children. Iran J Pediatr. 2016;27(1):e5016.

77. Kamran R, Farooq W, Faisal MR, Jahangir F. Clinical consequences of untreated dental caries assessed using PUFA index and its covariates in children residing in orphanages of Pakistan. BMC Oral Health. 2017;17(1):108.

78. Bhadila GY, Farsi NJ, Aljishi H, Telmisani D, Bagher SM. Clinical effects of dental caries on the quality of life of paediatric patients aged 8-10 years: utilisation of the PUFA index. Oral Health Prev Dent. 2023;21:113-120.

79. Gören BD, Derelioğlu ŞŞ, Yılmaz S. Assessing the clinical consequences of untreated caries in 8- to 10-year-old children with PUFA index. J Adv Oral Res. 2022;13(1):105-112.
80. Frencken JE, de Amorim RG, Faber J, Leal SC. The Caries Assessment Spectrum and Treatment (CAST) index: rationale and development. Int Dent J. 2011;61(3):117-123.
81. de Souza AL, Leal SC, Bronkhorst EM, Frencken JE. Assessing caries status according to the CAST instrument and WHO criterion in epidemiological studies. BMC Oral Health. 2014;14:119.
82. Vemagiri CT, Uloopi KS, Chandrappa V, Ch A, Pavitra J, Chowdary BP. Comparison of Caries Assessment Spectrum and Treatment Needs Index with def index in measuring dental caries among 2-6-year-old schoolchildren: a descriptive cross-sectional survey. J Indian Assoc Public Health Dent. 2021;19(2):104-108.
83. Marandi M, Babaei A, Momeni Z. Association of maternal oral health literacy with dental caries status of 6-9-year-old children according to the Caries Assessment Spectrum and Treatment (CAST) index. BMC Oral Health. 2025;25:538.
84. Babaei A, Pakdaman A, Hessari H, et al. Oral health of 6-7-year-old children according to the Caries Assessment Spectrum and Treatment (CAST) index. BMC Oral Health. 2019;19:20.
85. Mehta A. Assessment of dental caries experience of an adult population using caries assessment spectrum and treatment index. SRM J Res Dent Sci. 2017;8(1):21-24.
86. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Masticatory system: anatomy and function (Appendix D). In: Yost O, Liverman CT, English R, et al., eds. Temporomandibular Disorders: Priorities for Research and Care. Washington (DC): National Academies Press; 2020.
87. Bordoni B, Varacallo MA. Anatomy, Head and Neck, Temporomandibular Joint. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
88. Shaffer SM, Brismée JM, Sizer PS, Courtney CA. Temporomandibular disorders. Part 1: anatomy and examination/diagnosis. J Man Manip Ther. 2014;22(1):2-12.
89. Wilkie G, Al-Ani Z. Temporomandibular joint anatomy, function and clinical relevance. Br Dent J. 2022;233(7):539-546.

90. Basit H. Anatomy, Head and Neck, Mastication Muscles. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
91. Akita K, Sakaguchi-Kuma T, Fukino K, Ono T. Masticatory muscles and branches of mandibular nerve: positional relationships between various muscle bundles and their innervating branches. Anat Rec (Hoboken). 2019;302(4):609-619.
92. Iturriaga V, Bornhardt T, Velasquez N. Temporomandibular joint: review of anatomy and clinical implications. Dent Clin North Am. 2023;67(2):199-209.
93. Alomar X, Medrano J, Cabratosa J, Clavero JA, Lorente M, Serra I, Monill JM, Salvador A. Anatomy of the temporomandibular joint. Semin Ultrasound CT MR. 2007;28(3):170-183.
94. Koolstra JH. Dynamics of the human masticatory system. Crit Rev Oral Biol Med. 2002;13(4):366-376.
95. Koolstra JH, van Eijden TMGJ. Dynamics of the human masticatory muscles during a jaw open-close movement. J Biomech. 1997;30(9):883-889.
96. Buvinic S, Balanta-Melo J, Kupczik K, Vásquez W, Beato C, Toro-Ibacache V. Muscle-bone crosstalk in the masticatory system: from biomechanical to molecular interactions. Front Endocrinol (Lausanne). 2021;11:606947.
97. McKay GS, Yemm R, Cadden SW. The structure and function of the temporomandibular joint. Br Dent J. 1992;173(4):127-132.
98. Corcoran NM, Goldman EM. Anatomy, head and neck, masseter muscle. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
99. Procópio Pinheiro R, Gaubeur MA, Itezerote AM, Saleh SO, Hojaij F, Andrade M, Jacomo AL, Akamatsu FE. Anatomical study of the innervation of the masseter muscle and its correlation with myofascial trigger points. J Pain Res. 2020;13:3217-3226.
100. Widmer CG, English AW, Morris-Wiman J. Developmental and functional considerations of masseter muscle partitioning. Arch Oral Biol. 2007;52(4):305-308.
101. Yu SK, Kim TH, Yang KY, Bae CJ, Kim HJ. Morphology of the temporalis muscle focusing on the tendinous attachment onto the coronoid process. Anat Cell Biol. 2021;54(3):308-314.
102. Ziccardi VB, Mu L, Schneider RE, Sanders I. Innervation pattern of the temporalis muscle. J Craniofac Surg. 1998;9(2):185-189.

103. Angst L, Koolstra JH, Wiedemeier D, Van Sluijs RM, Pulfer AM, Gallo LM, Colombo V. Masticatory muscles activation and TMJ space during asymmetrically loaded jaw closing. Ann Biomed Eng. 2024;52(4):877-887.
104. Chen H, Whittle T, Gal JA, Murray GM, Klineberg IJ. The medial pterygoid muscle: a stabiliser of horizontal jaw movement. J Oral Rehabil. 2017;44(10):779-790.
105. Rusu MC, Toader C, Tudose RC, Grigoriţă LO. Debate on the morphological variability of the lateral pterygoid muscle. Medicina (Kaunas). 2024;60(12):1913.
106. Osborn JW. Biomechanical implications of lateral pterygoid contribution to biting and jaw opening in humans. Arch Oral Biol. 1995;40(12):1099-1108.
107. Ghatak RN, Helwany M, Ginglen JG. Anatomy, head and neck, mandibular nerve. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
108. Murray GM, Bhutada M, Peck CC, Phanachet I, Sae-Lee D, Whittle T. The human lateral pterygoid muscle. Arch Oral Biol. 2007;52(4):377-380.
109. Khan YS, Fakoya AO, Bordoni B. Anatomy, head and neck: suprahyoid muscle. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
110. Bhat NP, Sumalatha S, Shetty A, Prabhath S. A clinical perspective on the anatomical study of digastric muscle. Anat Cell Biol. 2023;56(4):441-447.
111. Kawai K, Koizumi M, Honma S, Tokiyoshi A, Kodama K. Derivation of the anterior belly of the digastric muscle receiving twigs from the mylohyoid and facial nerves. Ann Anat. 2003;185(1):85-90.
112. Tranchito EN, Bordoni B. Anatomy, head and neck, digastric muscle. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
113. Asami Y, Kawai K, Kanoh T, Koizumi M, Honma S, Tokiyoshi A, Kodama K. Double innervation of the anterior belly of the digastric muscle. Anat Sci Int. 2006;81(2):130-133.
114. Widmalm SE, Lillie JH, Ash MM Jr. Anatomical and electromyographic studies of the digastric muscle. J Oral Rehabil. 1988;15(1):3-21.
115. Kim SD, Loukas M. Anatomy and variations of digastric muscle. Anat Cell Biol. 2019;52(1):1-11.
116. Shah A, Cunha B. Anatomy, head and neck: anterior cervical region. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
117. Öz UD, Ciğer PD. Çiğneme fonksiyonları ve maloklüzyon. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2013;23(3):436-440.

118. Daboul A, Schwahn C, Bülow R, Kiliaridis S, Kocher T, Klinke T, Mundt T, Mourad S, Völzke H, Habes M, Biffar R. Influence of age and tooth loss on masticatory muscles characteristics. J Nutr Health Aging. 2018;22(7):829-836.
119. Lee KL, Sung JY, Kim SB, Kim HJ. Adaptations of bite force and masseter muscle thickness to high-intensity physical training. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2025;17(1):177.
120. Koç D, Doğan A, Bek B. Bite force and influential factors on bite force measurements. Eur J Dent. 2010;4(2):223-232.
121. Braun S, Hnat WP, Freudenthaler JW, Marcotte MR, Hönigle K, Johnson BE. A study of maximum bite force during growth and development. Angle Orthod. 1996;66(4):261-264.
122. Patil R, Khubchandani M, Kanani H, Yeluri R, Dangore-Khasbage S. Bite force determinants in paediatric patients. Cureus. 2024;16(5):e60630.
123. Calderon PdosS, Kogawa EM, Lauris JR, Conti PC. Influence of gender and bruxism on human maximum bite force. J Appl Oral Sci. 2006;14(6):448-453.
124. Koc D, Dogan A, Bek B. Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review. Eur J Dent. 2010;4(2):223-232.
125. Palinkas M, Nassar MS, Cecílio FA, Siéssere S, Semprini M, Machado-de-Sousa JP, Hallak JE, Regalo SC. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. Arch Oral Biol. 2010;55(10):797-802.
126. Koç D, Doğan A, Bek B. Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. J Appl Oral Sci. 2011;19(3):274-279.
127. Gonzalez Y, Iwasaki LR, McCall WD Jr, Ohrbach R, Lozier E, Nickel JC. Reliability of electromyographic activity vs. bite-force from human masticatory muscles. Eur J Oral Sci. 2011;119(3):219-224.
128. Chang PH, Chen YJ, Chang KV, Wu WT, Özçakar L. Ultrasound measurements of superficial and deep masticatory muscles in various postures: reliability and influencers. Sci Rep. 2020;10(1):14357.
129. Alkaya B, Duyan Yüksel H, Evlice B, Özcan M, Türer OU, İşler SÇ, Haytaç MC. Ultrasound analysis of the masseter and anterior temporalis muscles in edentulous patients rehabilitated with full-arch fixed implant-supported prostheses. Clin Oral Investig. 2024;28(5):288.
130. Bogdanov VL. Relationship between bite force and electromyographic activity of the temporal and masseter muscles. Medinform. 2023;10(1):1645-1652.

131. Paphangkorakit J, Chaichit R, Khummool K, Nopphaisit S, Saengsai A. Effect of biting speed and jaw separation on force used to incise food. J Oral Rehabil. 2020;47(6):731-735.
132. Nandini K, Paulindraraj S, Ramkumar H, Dakshinamurthy S, Gnanabagyan T, Solomon N. Evaluation of molar bite force in carious and non-carious primary dentition among 4 to 6 year old children. J Oral Res. 2022;11(3):1-8.
133. Consolação Soares ME, Ramos-Jorge ML, de Alencar BM, Marques LS, Pereira LJ, Ramos-Jorge J. Factors associated with masticatory performance among preschool children. Clin Oral Investig. 2017;21(1):159-166.
134. Tsai H. Bite force and dental status. J Clin Pediatr Dent. 2004;28(2):139-142.
135. Gudipaneni RK, Alam MK, Patil SR, Karobari MI. Measurement of the maximum occlusal bite force and its relation to the caries spectrum of first permanent molars. J Clin Pediatr Dent. 2020;44(6):423-428.
136. Kaya MS, Akyüz S, Güçlü B, Diraçoğlu D, Yarat A. Masticatory parameters of children with and without clinically diagnosed caries in permanent dentition. Eur J Paediatr Dent. 2017;18(2):116-120.
137. Georgiakaki I, Tortopidis D, Koliakos N, Garefis P. Masseter muscle thickness and electromyographic activity in healthy dentate subjects. J Oral Rehabil. 2007;34(9):631-636.
138. Linas N, Peyron MA, Eschevins C, Hennequin M, Nicolas E, Collado V. Natural food mastication capability in preschool children according to their oral condition. J Texture Stud. 2020;51(5):755-765.
139. Tortopidis D, Lyons MF, Baxendale RH, Gilmour WH. The variability of bite force measurement between sessions, in different positions within the dental arch. J Oral Rehabil. 1998;25(9):681-686.
140. Khong JSY, Goh AT, Sim YF, Lai BWP, Forde CG, Hong CHL. Masticatory function after comprehensive dental treatment in children with severe early childhood caries. Int J Paediatr Dent. 2022;32(3):295-303.
141. Subramaniam P, Girish Babu KL. Effect of restoring carious teeth on occlusal bite force in children. J Clin Pediatr Dent. 2016;40(4):297-300.
142. Collado V, Pichot H, Delfosse C, Eschevins C, Nicolas E, Hennequin M. Impact of early childhood caries and its treatment under general anesthesia on orofacial function and quality of life. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2017;22(3):e333-e341.

143. Günaçar DN, Erbek Ş, Aydınoğlu S, Köse TE. Evaluation of the relationship between tooth decay and trabecular bone structure in pediatric patients using fractal analysis. Eur Oral Res. 2022;0(0):0-0.
144. Chairunnisa R, Harahap R. The increasing risk of temporomandibular disorder and articular eminence inclination due to tooth loss. Padjadjaran J Dent. 2022;34(2):154.
145. Leal TR, Lima LCM, Perazzo MF, Neves ETB, Paiva SM, Serra-Negra JM, Granville-Garcia AF. Influence of sports practice, sleep disorders, and habits on probable sleep bruxism in children. Oral Dis. 2021;29(1):211-219.
146. Nalamliang N, Thongudomporn U. Effects of class II intermaxillary elastics on masticatory muscle activity and masticatory performance. J Oral Rehabil. 2022;50(2):131-139.
147. Teplova A, Emelina GV, Suvorova M. Study of changes in the dental system during repetitive physical loading. Archiv Euromedica. 2022;12(1):124-126.
148. Ikuta M, Iida T, Hayakawa H, Komiyama O. Comparison of first jaw motor performance between bite task at anterior and posterior teeth. Int J Oral Med Sci. 2018;18(1):15-21.
149. Verma TP, Kumathalli KI, Jain V, Kumar R. Bite force recording devices: a review. J Clin Diagn Res. 2017;11(9):ZE01-ZE05.
150. Agrawal A, Kumar V, Pillai AR. Contribution of masticatory muscle pattern to craniofacial morphology. Natl J Maxillofac Surg. 2023;14(2):213-220.
151. Szyszka-Sommerfeld L, Lipski M, Woźniak K. Surface electromyography in diagnosis of muscle function in congenital maxillofacial abnormalities. J Healthc Eng. 2020;2020:8846920.
152. Szyszka-Sommerfeld L, Sycińska-Dziarnowska M, Spagnuolo G, Woźniak K. Surface electromyography in assessment of masticatory muscle activity in pain-related TMDs. Front Neurol. 2023;14:1184036.
153. Sato R, Kodama S, Okawa J, Murakami K, Ono T, Hori K. Tongue and jaw movement assessed by 3D motion capture during gum chewing. Front Physiol. 2024;15:1409005.
154. Verma TP, Kumathalli KI, Jain V, Kumar R. Bite force recording devices: a review. J Clin Diagn Res. 2017;11(9):ZE01-ZE05.
155. Agarwal P, Kambala SR, Dubey SR, Bhoyar A, Doshi K. Application of strain elastography in dentistry: a systematic review. Cureus. 2024;16(10):e70693.

156. Sasajima Y, Ooi K, Terakami T, Jokaji R, Okita H, Nakade Y, Kawashiri S. Evaluation of strain values for masseter muscle activity of dentofacial deformities using ultrasound elastography. J Clin Med. 2025;14(21):7769.
157. Olchowy A, Wieckiewicz M, Winocur E, Dominiak M, Dekkers I, Łasecki M, Olchowy C. Great potential of ultrasound elastography for the assessment of the masseter muscle in patients with temporomandibular disorders: a systematic review. Dentomaxillofac Radiol. 2020;49(8):20200024.
158. Obuchowicz R, Obuchowicz B, Nurzynska K, Urbanik A, Pihut M. Population analysis of masseter muscle tension using shear wave ultrasonography across different disease states. J Clin Med. 2024;13(17):5259.
159. Gaszynska E, Kopacz K, Fronczek-Wojciechowska M, Padula G, Szatko F. Electromyographic activity of masticatory muscles in elderly women: a pilot study. Clin Interv Aging. 2017;12:111-116.
160. Throckmorton GS, Buschang BH, Hayasaki H, Phelan T. The effects of chewing rates on mandibular kinematics. J Oral Rehabil. 2001;28(4):328-334.
161. Komino M, Shiga H. Changes in mandibular movement during chewing of different hardness foods. Odontology. 2017;105(4):418-425.
162. Cerda C, Lezcano MF, Marinelli F, Alarcón J, Fuentes R. Determination of mandibular position and mouth opening in healthy patients and patients with articular and/or muscular pathology: a pilot study with 3D electromagnetic articulography and surface electromyography. J Clin Med. 2023;12(14):4822.
163. Bueno PM, Kiemle Trindade PA, Medeiros LH, Silva MM, Scomparin L, Garcia-Usó M, Trindade-Suedam IK. Bite force assessment before and after orthognathic surgery in individuals with repaired cleft lip and palate. J Oral Biol Craniofac Res. 2021;11(2):138-142.
164. Tartaglia GM, Elbarbary M, Bianchi R, Mian F, Lucchi P, Sforza C. The application of ultrasound imaging in dentistry: a literature review. Annali di Stomatologia. 2021;12(1):11-19.
165. Reda R, Zanza A, Cicconetti A, Bhandi S, Miccoli G, Gambarini G, Di Nardo D. Ultrasound imaging in dentistry: a literature overview. J Imaging. 2021;7(11):238.
166. Jonsson MV, Baldini C. Major salivary gland ultrasonography in the diagnosis of Sjögren's syndrome. Rheum Dis Clin North Am. 2016;42(3):501-517.
167. Prince CN, Annapurna CS, Sivaraj S, Ali IM. Ultrasound imaging in the diagnosis of periapical lesions. J Pharm Bioallied Sci. 2012;4(Suppl 2):S369-S372.

168. Su N, van Wijk AJ, Visscher CM, Lobbezoo F, van der Heijden GJMG. Diagnostic value of ultrasonography for the detection of disc displacements in the temporomandibular joint: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2018;22(7):2599-2614.
169. Izzetti R, Vitali S, Aringhieri G, Oranges T, Dini V, Nisi M, Graziani F, Gabriele M, Caramella D. Discovering a new anatomy: exploration of oral mucosa with ultra-high frequency ultrasound. Dentomaxillofac Radiol. 2020;49(2):20190318.
170. Patini R, Gallenzi P, Lione R, Cozza P, Cordaro M. Ultrasonographic evaluation of the effects of orthodontic or functional orthopaedic treatment on masseter muscles: a systematic review and meta-analysis. Medicina (Kaunas). 2019;55(6):256.
171. Tzoumpas M, Mohr B, Kurtulus-Waschulewski I, Wahl G. The use of high-frequency ultrasound in the measurement of thickness of the maxillary attached gingiva. Int J Prosthodont. 2015;28(4):374-382.
172. Bohner L, Habor D, Tortamano P, Radermacher K, Wolfart S, Marotti J. Assessment of buccal bone surrounding dental implants using a high-frequency ultrasound scanner. Ultrasound Med Biol. 2019;45(6):1427-1434.
173. Cotti E, Musu D, Goddi A, Dettori C, Campisi G, Shemesh H. Ultrasound examination to visualize and trace sinus tracts of endodontic origin. J Endod. 2019;45(10):1184-1191.
174. Akturk ES, Eren H, Gorurgoz C, Orhan K, Karasu HA, Akat B, Memikoglu TUT. Electromyographic, ultrasonographic, and ultrasound elastographic evaluation of the masseter muscle in class III patients before and after orthognathic surgery. J Craniofac Surg. 2020;31(7):2049-2053.
175. Liu C, Qin J, Xing D, et al. Ultrasonic measurement of lingual artery and its application for midline glossectomy. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2020;129(9):856-862.
176. Kim J, Shin TJ, Kong HJ, Hwang JY, Hyun HK. High-frequency ultrasound imaging for examination of early dental caries. J Dent Res. 2019;98(4):363-367.
177. Tartaglia GM, Elbarbary M, Bianchi R, Mian F, Lucchi P, Sforza C. A study on reproducible locations for evaluating masseter muscle function with ultrasonography. J Imaging. 2021;7(11):238.

178. Palinkas M, Nassar MS, Cecílio FA, Siéssere S, Regalo SCH, Machado-de-Sousa JP, Semprini M. Age and gender influence on masseter muscle thickness in adults. Braz Oral Res. 2010;24(1):63-67.
179. Bérzin F, Nagae MY, Volpato MC. Ultrasonographic evaluation of masseter muscle in young and adult women. J Oral Rehabil. 2008;35(7):531-538.
180. Räisänen L, Knutsson K, Näpänkangas R, Päkkilä J. Ultrasonographic thickness of masseter muscle in subjects with and without temporomandibular disorders. J Oral Maxillofac Res. 2014;5(2):e5.
181. Tabeian H, Arzani M, Soltani M, Pourzare A, Khaleghi A, Paknahad M. Ultrasonographic thickness of the masseter muscle in young adults with unilateral chewing. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2015;9(2):97-101.
182. Tatlı EC, Arslan ZB. Probable bruxism effects on masseter muscle thickness in children: ultrasonographic evaluation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2023;135(3):456-461.
183. Arıkan H, Çitaker S, Uçok C. Psychometric properties of the Fonseca Anamnestic Index (FAI) for temporomandibular disorders: Turkish version, responsiveness, reliability, and validity study. Disabil Rehabil. 2024;46(7):1408-1415.
184. Chang PH, Chen YJ, Chang KV, Wu WT, Özçakar L. Ultrasound measurements of superficial and deep masticatory muscles in various postures: reliability and influencers. Sci Rep. 2020;10(1):14357.
185. Serra MD, Duarte JA, Amorim CF. The use of ultrasound in the investigation of the muscles of mastication. Ultrasound Med Biol. 2008;34(12):1875-1884.
186. Sarto F, Spörri J, Fitze DP, et al. Implementing ultrasound imaging for the assessment of muscle and tendon properties in elite sports: practical aspects, methodological considerations and future directions. Sports Med. 2021;51:1151-1170.
187. Lori S, Lolli F, Molesti E, Bastianelli M, Gabbanini S, Saia V, Trapani S, Marinoni M. Muscle-ultrasound evaluation in healthy pediatric subjects: age-related normative data. Muscle Nerve. 2018;58(2):245-250.
188. Raadsheer MC, van Eijden TMGJ, van Spronsen PH, van Ginkel FC, Kiliaridis S, Prahl-Andersen B. A comparison of human masseter muscle thickness measured by ultrasonography and magnetic resonance imaging. Arch Oral Biol. 1994;39(12):1079-1084.

189. Kiliaridis S, Kälebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. J Dent Res. 1991;70(9):1262-1265.
190. Göller Bulut D, Özcan G, Avcı F. Ultrasonographic evaluation of mandibular elevator muscles to assess effects of attrition-type tooth wear on masticatory function. Cumhuriyet Dent J. 2018;21(4):290-297.
191. Močnik M, Marčun Varda N. Ultrasound elastography in children. Children (Basel). 2023;10(8):1296.
192. Brandenburg JE, Eby SF, Song P, Zhao H, Brault JS, Chen S, An KN. Ultrasound elastography: the new frontier in direct measurement of muscle stiffness. Arch Phys Med Rehabil. 2014;95(11):2207-2219.
193. Scholten RR, Pillen S, Verrips A, Zwarts MJ. Quantitative ultrasonography of skeletal muscles in children: normal values. Muscle Nerve. 2003;27(6):693-698.
194. Jan YK, Hung IY, Cheung WC. Texture analysis in musculoskeletal ultrasonography: a systematic review. Diagnostics (Basel). 2025;15(5):524.
195. Olchowy C, Olchowy A, Pawluś A, Więckiewicz M, Sconfienza LM. Stiffness of the masseter muscle in children: establishing reference values in the pediatric population using shear-wave elastography. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(18):9619.
196. Sigrist RMS, Liau J, Kaffas AE, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. Theranostics. 2017;7(5):1303-1329.
197. Takashima M, Arai Y, Kawamura A, Hayashi T, Takagi R. Quantitative evaluation of masseter muscle stiffness in patients with temporomandibular disorders using shear wave elastography. J Prosthodont Res. 2017;61(4):432-438.
198. Fabiszewska E, Pasicz K, Grabska I, Skrzyński W, Ślusarczyk-Kacprzyk W, Bulski W. Evaluation of imaging parameters of ultrasound scanners: baseline for future testing. Pol J Radiol. 2017;82:773-782.
199. Qin K, Chen W, Qi H, Wang T, Wang Y, Zhang H, Teng J. Value of grayscale histogram analysis based on ultrasound images in diagnosing sarcopenia. Quant Imaging Med Surg. 2025;15(9):7885-7895.
200. Lee YH, Chun YH, Bae H, Lee J. Comparison of ultrasonography-based masticatory muscle thickness between temporomandibular disorders bruxers and temporomandibular disorders non-bruxers. Sci Rep. 2024;14:6923.

201. Tatlı EC, Arslan ZB. Probable bruxism effects on masseter muscle thickness in children: ultrasonographic evaluation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2023;135(3):456-461.

202. Mayil M, Keser G, Demir A, Pekiner FN. Assessment of masseter muscle appearance and thickness in edentulous and dentate patients by ultrasonography. Open Dent J. 2018;12:723-734.

203. Sathasivasubramanian S, Venkatasai PM, Divyambika CV, Mandava R, Jeffrey R, Jabeen NA. Masseter muscle thickness in unilateral partial edentulism: an ultrasonographic study. J Clin Imaging Sci. 2017;7:44.

204. Uzun S, Barut ZIO, Eren B, et al. Quantitative analysis of masseter muscle by ultrasonography according to different occlusion types using Eichner classification in Turkish subpopulation. BMC Oral Health. 2025;25:613.

205. Kiliaridis S, Georgiakaki I, Katsaros C. Masseter muscle thickness and maxillary dental arch width. Eur J Orthod. 2003;25(3):259-263.

206. Kaya S, Avci B. The effect of dental occlusion on masseter muscle thickness in adolescents: an ultrasonographic evaluation. Oral Radiol. 2025;41(4):577-586.

207. Eren H, Bağış N, Bıyıklıoğlu B. Clinical and ultrasonographic evaluation of masticatory muscles in young subjects with and without bruxism. Meandros Med Dent J. 2021;22(1):1-9.

208. Bogdanov V. Type of correlation between bite force and EMG activity of the temporalis and masseter muscles during maximal and submaximal clenching. Folia Med (Plovdiv). 2023;65(6):975-985.

209. Erdil D, Bagis N, Eren H, Camgoz M, Orhan K. The evaluation of the relationship between changes in masseter muscle thickness and tooth clenching habits of bruxism patients treated with botulinum toxin A. J Med Ultrasound. 2022;31(1):22-28.

210. Muftuoğlu O, Aktürk ES, Eren H, Gurorgoz C, Karasu HA, Akat B, Memikoğlu TUT. Long-term evaluation of masseter muscle activity, dimensions, and elasticity after orthognathic surgery in skeletal class III patients. Clin Oral Investig. 2023;27(3):3855-3861.

211. Vidiasratri AR, Siregar FR, Alfian MF, Widita E, Hanindriyo L, Takehara S, Ogawa H. Examining the correlation between dental caries and chewing proficiency in pediatric populations: a cross-sectional observational study utilizing color-changeable chewing gum. J Int Oral Health. 2025;17(4):293-303.

212. Öztürk M, Çalışkan E, Habibi HA. Shear wave elastography of temporomandibular joint disc and masseter muscle stiffness in healthy children and adolescents: a preliminary study. Oral Radiol. 2021;37(4):618-624.
213. Arıkan B, Dedeoğlu N, Keskinrüzgar A. Ultrasonographic evaluation of the masseter muscle in patients with temporomandibular joint degeneration. Imaging Sci Dent. 2023;53(4):355-363.
214. Andrade AS, Gavião MBD, Derossi M, Gameiro GH. Electromyographic activity and thickness of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. Clin Anat. 2009;22(2):200-206.
215. Pereira LJ, Duarte Gavião MB, Bonjardim LR, Castelo PM, Andrade AS. Ultrasonography and electromyography of masticatory muscles in a group of adolescents with signs and symptoms of TMD. J Clin Pediatr Dent. 2006;30(4):314-319.
216. Papagiannopoulos D, Georgiakaki I, Charalampidou M, Haidich AB, Antonarakis GS, Kiliaridis S. The association of malocclusions with masseter muscle thickness based on ultrasonography measurements: a retrospective cohort study. Eur J Orthod. 2025;47(5):cjaf084.
217. Ispir NG, Toraman M. The relationship of masseter muscle thickness with face morphology and parafunctional habits: an ultrasound study. Dentomaxillofac Radiol. 2022;51(8):20220166.
218. Aslan EM, Artaş A. Ultrasonographic assessment of masseter and anterior temporal muscle thickness and internal structure in young adult patients with bruxism. J Clin Ultrasound. 2025;53(2):286-293.
219. Alkaya B, Duyan Yüksel H, Evlice B, Özcan M, Türer OU, İşler SÇ, Haytaç MC. Ultrasound analysis of the masseter and anterior temporalis muscles in edentulous patients rehabilitated with full-arch fixed implant-supported prostheses. Clin Oral Investig. 2024;28(5):288.
220. Ünsal G, Göksel S, Çakır Karabaş H, Ertürk AF, Özcan İ, Evli C, Önder M, Orhan K. Variations and thicknesses of anterior belly of the digastric muscle: an ultrasonographic study. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2024;281(1):411-418.
221. Fuma R, Ohkubo M, Miura K, Sugiyama T, Ishida R. Evaluation of the effect of training on the anterior belly of the digastric muscle using ultrasound elastography. J Oral Rehabil. 2025;52(10):1715-1723.

8. EKLER

EK-1: Etik Kurul Onay Formu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Diş Çürüğü ve Restorasyonun Masseter Kas Gelişimi Üzerine Etkisinin Ultrasonografik Görüntüleme ile Değerlendirilmesi
ETİK KURUL BAŞVURU NUMARASI	2023-168

ETİK KURUL BİLGİLERİ		
	ETİK KURULUN ADI	ÇANAKKALE 18 MART ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	ÇANAKKALE 18 MART ÜNİVERSİTESİ
	TELEFON	[redacted]
	FAKS	
	E-POSTA	[redacted]

BAŞVURU BİLGİLERİ					
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	DR. ÖĞR. ÜYESİ BERKANT SEZER			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	DİŞ HEKİMLİĞİ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	ÇANAKKALE			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
		İlaç dışı klinik araştırma	☐		
		Diğer ise belirtiniz			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DİĞER ENDİRİLEN BEL.	Belge Adı		Açıklama	

Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. C
İmza:

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Diş Çürüğü ve Restorasyonun Masseter Kas Gelişimi Üzerine Etkisinin Ultrasonografik Görüntüleme ile Değerlendirilmesi
ETİK KURUL BAŞVURU NUMARASI	2023-168

	SİGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐	
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☐	
KARAR BİLGİLERİ	**Karar No:2023/14-12**	**Tarih: 08/11/2023**	
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. 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
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	**PROF.DR. COŞKUN SILAN**

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
PROF.DR. COŞKUN SILAN	FARMAKOLOJİ	ÇOMÜ	E☒	K☐	E☐	H☐	E☐	H☐	
PROF.DR. AYŞE NUR ÖKTEN	ÇOCUK ENDOKRİNOLOJİ	EMEKLİ	E☐	K☒	E☐	H☐	E☐	H☐	
DOÇ.DR. EYÜP BURAK SANCAK	ÜROLOJİ	ÇOMÜ	E☒	K☐	E☐	H☐	E☐	H☐	
DR.. ÖĞR. ÜYESİ HÜSEYİN AVNİ ERDOĞAN	FİZYOLOJİ	ÇOMÜ	E☒	K☐	E☐	H☐	E☐	H☐	
DR.ÖĞR.ÜYESİ BUKET GÜNGÖR	FARMAKOLOJİ	ÇOMÜ	E☐	K☒	E☐	H☐	E☐	H☐	
DR. ÖĞR. ÜYESİ PINAR MUTLU	GÖĞÜS HASTALIKLARI	ÇOMÜ	E☐	K☒	E☐	H☐	E☐	H☐	
DOÇ.DR. İBRAHİM EREN PEK	KADIN DOĞUM	ÇOMÜ	E☒	K☐	E☐	H☐	E☐	H☐	
DR.ÖĞR.ÜYESİ DUYGU ŞIDDIKOĞLU	BİYOİSTATİSTİK	ÇOMÜ	E☐	K☒	E☐	H☐	E☐	H☐	
DR.ÖĞR.ÜYESİ HABİBE ÖZTÜRK	DİŞ HEKİMİ	ÇOMÜ	E☐	K☒	E☐	H☐	E☐	H☐	
AV. EMRAH COŞKUN	HUKUK	SERBEST	E☒	K☐	E☐	H☐	E☐	H☐	
ASLI AKGÜL	SİVİL ÜYE	ÇTSO	E☐	K☒	E☐	H☐	E☐	H☐	

Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Coşku
İmza:

EK-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Onam Formu (Çocuk)

OKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUK HASTALAR İÇİN

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırma Projesinin Adı: DİŞ ÇÜRÜĞÜ VE RESTORASYONUNUN MASSETER KAS GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ULTRASONOGRAFİK GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Sorumlu Araştırmacının Adı:
Doç.Dr. Berkant Sezer, Dt. Mesude Demiroğlu

Diğer Araştırmacıların Adı:
Prof.Dr. Hakan Eren

Sevgili ……..,

Benim adım Dt. Mesude Demiroğlu. Senin şu andaki şikâyetin olan dişlerindeki çürükler ile ilgili bir çalışma yapıyoruz. Amacımız, bu çürüklerin tedavisi öncesinde ve sonrasında çiğneme sırasında yanağındaki kasların nasıl çalıştığını incelemek ve senin gibi bu duruma sahip olan çocukların tedavilerini daha iyi anlayabilmektir.

Bu çalışmaya ben Dt. Mesude Demiroğlu ve bazı başka doktorlar katılacaktır. Eğer sen de bu çalışmaya katılmak istersen, sana diş tedavin sırasında yapılan işlemlerin dışında herhangi bir işlem yapılmayacaktır.

Sadece, çürük dişlerin temizlenecek ve temizlenen yerlere hamur gibi dolgu malzemesi ile tedavin yapılacak, ardından yanağına biraz krem sürülecek ve küçük bir aletle yanağının fotoğrafı çekilecektir. Ardından iki kez seni tekrar çağıracağız ve bu sefer sadece yanağına krem sürüp küçük bir aletle yanağının fotoğrafı çekeceğiz.

Bu çalışma hakkında anne ve babana da bilgi vereceğiz ve senin bu çalışmaya katılman için onların da iznini alacağız. Sen de bu konuyu anne ve/veya baban ile konuşabilirsin. Aklına şimdi gelen ya da daha sonra aklına takılan soruları bana sorabilirsin.

Bu çalışmaya katılmayı kabul ediyorsan, lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanı at. Daha sonra bu formun bir kopyası sana ve ailene verilecektir.

ÇOCUĞUN

Adı Soyadı:
……

İmza:
……

Tarih:
…… / …… / ……

ARAŞTIRMACI

Bu formda yer alan bilgiler, çocuğun anlayabileceği düzeyde açıklanmıştır. Çocuğun soruları yanıtlanmış ve gönüllü katılım esas alınmıştır.

Adı Soyadı:

Dt. Mesude Demiroğlu

İmza:
……

Tarih:
…… / …… / ……

EK-3: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Onam Formu (Veli)

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU					
Doküman:	**Form-11**	**Revizyon No:**	**02**	**Revizyon Tarihi:**	**23 / 01 / 2012**

1. **Çalışmanın adı**: Diş Çürüğü ve Restorasyonun Masseter Kas Gelişimi Üzerine Etkisinin Ultrasonografik Görüntüleme ile Değerlendirilmesi

2. **Araştırmacıların adları, kurumları ve iletişim numaraları**:
   Dr. Öğr. Üyesi Berkant Sezer – Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı – [redacted]
   Doç. Dr. Hakan Eren – Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı – [redacted]

3. **Araştırmanın amacı ve kısa özeti:** Bu araştırma, çocuklarda diş çürüğü ve bu diş çürüğü için yapılan dolgunun, çocuğun temel çiğneme kasının (masseter kas) gelişimi üzerine etkisini ultrasonografik görüntüleme ile değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu amaçla, ağız içinde tek tarafta diş çürüğü bulunan ve bu sebeple ilgili tarafta çiğneme fonksiyonunu yeterince yerine getiremeyen ebeveyni/vasisi olduğunuz çocuğunuzun hem sağ hem de sol yarım çenede çiğneme kası (masseter kas) kalınlığı dolgu yapımından önce ultrasonografik görüntüleme ile değerlendirilecek, ardından çocuğunuzun tüm dental tedavileri yapılacak ve işlemlerin tamamlandığı seans ile kontrol randevularına geleceğiniz 3. ve 6. aylarda benzer kas değerlendirmesi tekrardan yapılacaktır. Bu biçimde, bilimsel anlamda, diş çürüğü ve yapılan tedavinin hem sağ hem de sol yarım çenelerde çiğneme kası kalınlığı üzerine etkisi değerlendirilecektir.

4. **Bu araştırma için neden siz seçildiniz?** Planlanan araştırmaya dahil edilme kriterleri uyarınca, birinci büyük azı dişlerinin kapanış ilişkisi standart (sınıf 1 oklüzyon) olan, herhangi bir kas-iskelet sistemi hastalığı veya kasları etkileyen sistemik bir hastalığı olmayan, tek taraflı diş çürüğü varlığı sebebiyle ilgili tarafta çiğneme fonksiyonunu yeterince sağlayamayan, diş sıkma/gıcırdatma şikâyeti olmayan ve çiğneme ekleminde problem olmayan 8-12 yaş aralığındaki çocukların çalışmaya dahil edilmesi planlanmaktadır. Bu sebeplerle ebeveyni/vasisi bulunduğunuz çocuğunuzun ilgili kriterlere uygun olması dolayısıyla çalışmaya davet edilmiş bulunmaktasınız.

5. **Araştırmaya katılmak / bir kez katıldıktan sonra sonuna kadar devam etmek zorunda mıyım?** Etik kurallar, hasta hakları ve bireysel özgürlükler gereğince kesinlikle araştırmaya katılmak zorunda değilsiniz. Ayrıca araştırmaya katılmayı kabul etseniz dahil, araştırma süresince herhangi bir zamanda herhangi bir sebeple veya sebep göstermeksizin araştırmadan ayrılabilirsiniz.

6. **Katılmayı kabul edersem bana ne yapılacak?** Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, ebeveyni/vasisi bulunduğunuz çocuğunuza herhangi bir ücret ödemesi yapmayacak şekilde yapılacak dolgularından önceki seansta radyasyon içermeyen bir görüntüleme yöntemi olan ultrasonografik görüntüleme ile sağ ve sol çiğneme kaslarının kalınlığı ölçülecek, benzer ölçümler dolguların yapımının tamamlandığı seans ve rutin kontrollere geleceğiniz 3. ve 6. ayda da yapılacaktır.

7. **Araştırmaya katılmak size bir zarar verecek mi? Sizin için olumsuz yönleri/riskleri olacak mı?** Araştırmaya katılmanız size ve/veya ebeveyni/vasisi olduğunuz çocuğunuza hehrangi bir zarar vermeyecektir. Dolgu işlemi, ihtiyacınız olduğundan dolayı kliniğimize başvurmanız sebebiyle rutin olarak yapılan bir işlemdir. Ayrıca, ultrasonografik görüntüleme herhangi bir radyasyon içermediğinden bireylere zarar vermeyen bir uygulamadır.

8. **Araştırmaya katılmanın size olası yararları nelerdir? Araştırmaya katılmak size bir fayda/üstünlük sağlayacak mı?** Araştırmaya katılmanız size ve/veya ebeveyni/vasisi olduğunuz çocuğunuz ek bir fayda/üstünlük sağlamayacaktır. Dolgu işlemi, çocuğunuzun ihtiyacı olduğundan yapılacak bir uygulamadır. Sizden bunun dışında dolgu tedavisi öncesi, hemen sonrası ve 3. ve 6. ay kontrol seanslarında ultrasonografik görüntülemeye dair onay talep edilmektedir.

9. **Araştırma için masrafım olacak mı? Araştırmanın benim için maddi bedeli var mı?** Araştırma için sizden bir maddi bedel talep edilmemektedir. Tüm masraflar çalışmayı yürüten araştırmacılar tarafından karşılanacaktır.

10. **Kimlik bilgilerim ve elde edilen verilerin gizliliği nasıl sağlanacak?** Ebeveyni/vasisi olduğunuz çocuğunuzun Türkiye Cumhuriyeti kimlik numarası, isim-soyisim gibi kişisel verileri kullanılmayacaktır. Bunun yerine her hastaya, o hastayı tanımalayacak biçimde rastgele bir numara verilecektir. İlgili numara yalnızca araştırmacılar tarafından bilinecektir. Bu bilgiler dışındaki cinsiyet, dolgu ihtiyacı, yapılan tedaviler, değerlendirme sonuçları gibi veriler not edilecek, bilimsel araştırma ihtiyacı doğrultusunda analiz edilerek bilimsel yayın sürecine geçilecektir. Tüm bu süreçler boyunca da sizin ve/veya ebeveyni/vasisi olduğunuz çocuğunuza dair hiçbir kişisel veri paylaşılmayacaktır. Not edilen veriler ise kilitli dolaplarda hastane bünyesinde saklanacak, çalışma sonuçları analiz edilerek yayınlandıktan sonra imha edilecektir.

11. **Araştırma sonunda bana bilgi verilecek mi?** Araştırma sonucunda, araştırmanın bulguları doğrultusunda elde edilen sonuçlar sizinle paylaşılacaktır.

12. **Araştırma sonuçlarına ne olacak?** Araştırma sonuçları bilimsel çalışma etik ilkeleri doğrultusunda analiz edilecek, bilimsel bir dergide yayınlanmak üzerine yayına hazırlanacaktır.

13. **Daha ayrıntılı bilgi için,** Dr. Öğr. Üyesi Berkant Sezer'e [redacted]r e-posta adresinden veya 0([redacted] telefon numarasından ulaşabilirsiniz.

14. **Teşekkür:** Araştırmamıza katıldığınız ve bilime destek sunduğunuz için teşekkür ederiz.

BU BİLGİLENDİRME FORMU SİZDE KALACAKTIR. ARAŞTIRMAYA KATILMAK İSTERSENİZ AŞAĞIDA YER ALAN ONAM FORMUNU İMZALAMANIZ GEREKMEKTEDİR.

ONAM FORMU (D^2)

Araştırmanın Adı: Diş Çürüğü ve Restorasyonun Masseter Kas Gelişimi Üzerine Etkisinin Ultrasonografik Görüntüleme ile Değerlendirilmesi

	Evet	Hayır
Hasta Bilgilendirme Formunu okudunuz mu?	☐	☐
Araştırma projesi size sözlü olarak da anlatıldı mı?	☐	☐
Size araştırmayla ilgili soru sorma, tartışma fırsatı tanındı mı?	☐	☐
Sorduğunuz tüm sorulara tatmin edici yanıtlar alabildiniz mi?	☐	☐
Araştırma hakkında yeterli bilgi aldınız mı?	☐	☐
Herhangi bir zamanda herhangi bir nedenle ya da neden göstermeksizin araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğunuzu anladınız mı?	☐	☐
Araştırma sonuçlarının uygun bir yolla yayınlanacağına katılıyor musunuz?	☐	☐
Yukarıdaki soruların yanıtları size kim tarafından açıklandı? *Lütfen ismini yazınız.*		

İmza:

Adı / Soyadı:

Tarih:

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
FORM E- HASTANIN GÖRÜNTÜ VE SES KAYITLARININ KULLANILMASI İÇİN İZİN FORMU

Hastanın adı: …….

Bu belge ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda tanı ve/veya tedavim sırasında elde edilen tıbbi işleme ya da hastalığıma ait fotoğraf veya benzeri herhangi bir görüntümün, gerektiğinde ses kaydımın alınmasına izin veriyorum.

Bu tür tıbbi kayıtlarım, **kimlik bilgilerim gizli tutulmak koşuluyla** iznimin alındığı tarihten sonra **sadece eğitimsel ya da kullanılabilir.**

Yukarıdaki iznimi onaylıyorum.

Hasta velisi/vasisinin imzası:

İzni talep eden hekimin imzası: Doç. Dr. Hakan Eren (Ana

İzin Tarihi:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Mesude	**Uyruğu**	T.C.
Soyadı	Demiroğlu	**Tel no**	[redacted]
Doğum tarihi		**e-posta**	[redacted]mail.com

Eğitim Bilgileri

	Mezun olduğu kurum	**Mezuniyet yılı**
Lise	80. Yıl Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2015
Lisans/Yüksek Lisans	Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2022
Uzmanlık	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi - Pedodonti	Devam ediyor.

İş Deneyimi

Görevi	**Kurum**	**Süre (yıl-yıl)**
Araştırma Görevlisi	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi - Pedodonti	2023 – Devam ediyor.

Yabancı Dilleri	**Sınav türü**	**Puanı**
İngilizce	2021 Yükseköğretim Kurumları Yabancı Dil Sınavı/2 (YÖKDİL)	50

Yayınlar ve Bildiriler:

- **Demiroğlu M,** Sezer B. Conservative Endodontics in a Permanent Central Incisor with a Horizontal Root Fracture. 32nd İzmir Dental Association International Scientific Congress and Exhibition & 1st Aegean Region Dental Associations Scientific Congress and Exhibition, İzmir, Türkiye, 20 - 23 Kasım 2025
- **Demiroğlu M,** Sezer B. Prematür temasa bağlı devital immatür premolar dişte rejeneratif endodontik yaklaşım. Çocuk Diş Hekimleri Derneği 1. Bilimsel Kongresi, İstanbul, Türkiye, 23 - 25 Mayıs 2025
- Sezer B, **Demiroğlu M,** Çarıkçıoğlu B. Evaluation of color stability and compatibility of 'omnichromatic' universal resin-based composite. 29th International Congress of Turkish Society of Paediatric Dentistry, Ankara, Türkiye, 12 - 15 Ekim 2023
- Gökdeniz K, Ay Şimşek İ, Öztürk H, **Demiroğlu M,** Çarıkçıoğlu B, Sezer B. Evaluation of the relationship between the efficiency of removable appliance with Z-springs and dental parameters in single-tooth anterior crossbite. 29th International Congress of Turkish Society of Paediatric Dentistry, Ankara, Türkiye, 12 - 15 Ekim 2023