



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**TEMPOROMANDİBULAR EKLEM
DÜZENSİZLİKLERİN TEDAVİSİNDE FARKLI
ENERJİ YOĞUNLUKLARINDA DÜŞÜK
ENERJİ SEVİYELİ LAZER
BİYOSTİMÜLASYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR RETROSPEKTİF
ÇALIŞMA**

Emil MAHAMMADLI

UZMANLIK TEZİ

Doç. Dr. Onur YILMAZ

TRABZON-2024



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**TEMPOROMANDİBULAR EKLEM
DÜZENSİZLİKLERİN TEDAVİSİNDE FARKLI
ENERJİ YOĞUNLUKLARINDA DÜŞÜK
ENERJİ SEVİYELİ LAZER
BİYOSTİMÜLASYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR RETROSPEKTİF
ÇALIŞMA**

Emil MAHAMMADLI
ORCID: 0000-0001-9673-8461

UZMANLIK TEZİ

Doç. Dr. Onur YILMAZ
ORCID: 0000-0002-0460-7649

TRABZON-2024

BEYAN

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

29.10.2024

Emil MAHAMMADLI

İthaf

Bu uzmanlık tezimi, benim bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve her zaman yanımda olan sevgili aileme, eşime ve canım kızıma ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, bilgi ve birikimlerini bana aktarmasından mutluluk duyduğum sevgili hocam ve tez danışmanım sayın Doç Dr. Onur YILMAZ'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca üzerimde emeği geçen, mesleki bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Yavuz Tolga KORKMAZ'a, Prof. Dr. Cem ÜNGÖR'e, Doç. Dr. Efe Can SİVRİKAYA'ya,

Uzmanlık eğitimime başladığım günden bugüne üzerimde çok emeği olan, desteğini ve iyi niyetini asla esirgemeyen değerli kıdemlilerim Onur YILMAZ'a, Javid İHTİYAROV'a, Sezai ÇİFTÇİ'ye, Yüksel ÇAKMAK'a, Sercan YILMAZ'a, Hüseyin YALÇINKAYA'ya, Nejdet KOÇAK'a, Sefa Merve ARIKAN'a, Bayram SÜLEYMANLI'ya, Gültekin ONAT'a, Can ERDAYANDI'ya, Gökçe Elif ERDAYANDI'ya, Fatih GİRGİN'e, Cavad Bahtiyarlı'ya, Hale ATEŞ'e, Ayşenur SAKAL'a

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum eş kıdemlim Emre ULUBAY'a; değerli asistan arkadaşlarım, Helin Merve ÖZALP'e, Ayşe BAYRAKTAR'a, Nazlı Gizem AK'a, Ahmet YAY'a, ve diğer asistan arkadaşlarıma,

Birlikte çalışmaktan zevk aldığım, her zaman derdimizle dertlenen bizlere gerçek bir arkadaş olan bölümümüz çalışanlarına,

Hayatım boyunca aldığım kararlarda yanımda olan, beni her zaman destekleyen, bugünlere gelmemi sağlayan, benim için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan annem Aybeniz SADIGOVA'ya, babam Oktay SADIGOV'a,

Beni her zaman destekleyen, saygısını hep hissettiğim kardeşim Orhan MAHAMMADLI'ye,

Hayatıma güneş gibi doğan sevgili eşim Aynur AHMADOVA'ya ve canımın içi biricik kızım Ayan MAHAMMADLI'ye

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Arş. Gör. Emil MAHAMMADLI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK SAYFASI

BEYAN

ONAY

İthaf

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER

vi

TABLolar DİZİNİ

x

ŞEKİLLER DİZİNİ

xi

KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ

xii

ÖZET

xiii

SUMMARY

xv

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1

2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. Temporomandibular Eklem Embriyolojisi

3

2.2. Temporomandibular Eklem Anatomisi ve Fizyolojisi

4

2.2.1. Temporomandibular Eklem Sert Dokuları

4

2.2.1.1. Glenoid Fossa ve Artiküler Eminens

4

2.2.1.2. Mandibular Kondil

5

2.2.2. Temporomandibular Eklem Yumuşak Dokuları

5

2.2.2.1. Eklem Kapsülü

5

2.2.2.2. Sinoviyal Membran ve Sinoviyal Sıvı

6

2.2.2.3. Eklem Diski

6

2.2.2.4. Retrodiskal Dokular

7

2.2.2.5. Temporomandibular Eklem Ligamentleri

8

2.2.2.5.1. Fonksiyonel Ligamentler

8

2.2.2.5.1.1. Kapsüler Ligament

8

2.2.2.5.1.2. Temporomandibular Ligament

8

2.2.2.5.1.3. Kollateral Ligament

8

2.2.2.5.2. Yardımcı Ligamentler

9

2.2.2.5.2.1. Sfenomandibular Ligament

9

2.2.2.5.2.2. Stilomandibular Ligament	9
2.2.2.6. Artiküler Kıkırdak	9
2.2.3. Temporomandibular Eklem Vaskülarizasyonu ve İnervasyonu	10
2.2.4. Çiğneme Kasları	11
2.2.4.1. Masseter Kas	11
2.2.4.2. Temporal Kas	11
2.2.4.3. Medial Pterigoid Kas	12
2.2.4.4. Lateral Pterigoid Kas	12
2.2.5. Suprahyoid Kaslar	13
2.2.6. Temporomandibular Eklem Hareketlerinin Fizyolojisi	13
2.3. Temporomandibular Eklem Düzensizlikleri	14
2.4. Temporomandibular Eklem Düzensizliklerinin Sınıflandırılması	15
2.4.1. Kondil – Disk Kompleksinde Düzensizlik	18
2.4.1.1. Redüksiyonlu Disk Deplasmanı	18
2.4.1.2. Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı	19
2.4.2. Mastikatör Muskuler Patolojiler	20
2.4.2.1. Koruyucu Kas Kontraksiyonu	20
2.4.2.2. Lokal Kas Ağrısı	21
2.4.2.3. Miyofasial Tetik Nokta Ağrısı	21
2.4.2.4. Miyospazm (Tonik Kontraksiyon Miyalji)	22
2.4.2.5. Kronik Miyozit	22
2.4.3. Enflamasyonlu Eklem Hastalıkları	23
2.4.3.1. Sinovit	23
2.4.3.2. Kapsülit	24
2.4.3.3. Artrit	24
2.4.3.4. Retrodiskit	25
2.5. Temporomandibular Eklem Disfonksiyonlarının Semptomları	25
2.5.1. Ağrı	25
2.5.1.1. Temporomandibular Eklemde Ağrı	25
2.5.1.2. Çiğneme Kaslarında Ağrı	26
2.5.2. Temporomandibular Eklem Sesleri	26
2.5.3. Mandibular Fonksiyon Değişiklikleri	27
2.5.3.1. Lateral Deviasyon	27

2.5.3.2. Defleksiyon	27
2.6. TME İnternal Düzensizliklerinin Etiyolojisi	27
2.7. TME Düzensizliklerinin Teşhis Yöntemleri	29
2.7.1. Anamnez	29
2.7.2. Fizik Muayene	30
2.7.3. Radyolojik Muayene	31
2.7.3.1. Panoramik Radyografiler	31
2.7.3.2. Artrografi	31
2.7.3.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	31
2.7.3.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	32
2.7.3.5. Kemik Sintigrafisi	32
2.8. Eklem İçi Hastalıkların Tedavi Yöntemleri	32
2.8.1. Oklüzal Splint	33
2.8.2. Farmakolojik Tedavi	33
2.8.3. Fizik Tedavi Yöntemleri	33
2.8.4. Düşük Doz Lazer Tedavisi	34
2.9. Lazerin Tarihçesi	34
2.10. Lazer Işığının Özellikleri	34
2.11. Lazerin Fiziği	35
2.12. Lazer ve Doku arasındaki Etkileşimler	36
2.13. Lazer Sistemlerinin Kategorilere Ayrılması	36
2.14. Ağız, Diş ve Çene Cerrahisinde Kullanılan Lazerler	37
2.14.1. Argon Lazerleri	37
2.14.2. Karbondioksit (CO2) Lazer	37
2.14.3. Diyod Lazer	37
2.14.4. ND: YAG Lazer (Neodymium – doped: Yttrium – AliminumGarnet)	38
2.14.5. Erbiyum Türü Lazerler	38
2.15. Düşük Enerji Seviyeli Lazer Uygulaması ve Dozajı	39
2.16. Düşük Enerji Seviyeli Lazerin Biyostimülasyon Etkileri ve Etki Mekanizmaları	39
2.17. Düşük Enerji Seviyeli Lazerin Klinik Uygulamaları	40
2.18. Düşük Enerji Seviyeli Lazer Işığının Etkileri	40
2.19. Düşük Enerjili Lazerlerin Temporomandibular Rahatsızlıklarda Kullanımı	42

3. MATERYAL METOT	43
3.1. Hastaların Seçimi	43
3.2. Hasta Gruplarının Oluşturulması	43
3.3. Değerlendirilen Klinik Parametreler	44
3.3.1. Hastaların TME Fonksiyonları Sırasında Duydukları Ağrının Şiddeti	44
3.3.2. Hastanın Meydana Getirdiği Ağrısız Maksimum Ağız Açıklığı	45
3.3.3. Hastanın Hekim Yardımıyla ve Yardımı Olmadan Meydana Getirdiği Maksimum Ağız Açıklığı	45
3.3.4. Çenenin Sağ, Sol Lateral ve Protrüzyon Hareketinin Miktarı	45
3.3.5. Temporomandibular Eklem Bölgesindeki Sesin ve Tinnitusun değerlendirilmesi	45
3.4. Düşük Enerji Seviyeli Lazer Tedavisinin Uygulanması	45
3.5. İstatistiksel İnceleme	46
4. BULGULAR	47
4.1. Hastalara ait bilgiler	47
4.2. Klinik Bulguların Değerlendirilmesi	49
5. TARTIŞMA	56
6. SONUÇ	69
7. KAYNAKLAR	70

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No		Sayfa
Tablo 1.	Çalışmaya katılan hastaların cinsiyet ve tedavi dağılımı	47
Tablo 2.	Redüksiyonlu disk deplasmanı grubundaki alt grupların numerik demografik verilerinin karşılaştırılması	48
Tablo 3.	Miyalji grubundaki alt grupların numerik demografik verilerinin karşılaştırılması	48
Tablo 4.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda çene fonksiyonları sırasında meydana gelen ağrı şiddetinin uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi	50
Tablo 5.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda maksimum ağrısız ağız açıklığının (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi	50
Tablo 6.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda hekim yardımı olmadan meydana gelen maksimum ağız açıklığının (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi	51
Tablo 7.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda hekim yardımıyla meydana gelen maksimum ağız açıklığının (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi	51
Tablo 8.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda alt çenenin sağ lateral hareketinin (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi	52
Tablo 9.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda alt çenenin sol lateral hareketinin (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi	52
Tablo 10.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda alt çenenin protrüzyon hareketinin (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi	53
Tablo 11.	Redüksiyonlu disk deplasmanı grubunda klinik verilerin alt gruplar arası karşılaştırılması	54
Tablo 12.	Miyalji grubunda klinik verilerin alt gruplar arası karşılaştırılması	54
Tablo 13.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda klik sesinin uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi (Hasta sayısı)	55
Tablo 14.	Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda tinnitusun uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi (Hasta sayısı)	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.	Çalışmaya Katılan Hastaların Parafonksiyonel Alışkanlık Dağılımı	49



KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

ALP	Alkalen Fosfataz
ATPaz	Adenozin Trifosfataz
COX-2	Siklooksijenaz-2
DESL	Düşük Enerji Seviyeli Lazer
Ga-Al-As	Galyum Alüminyum Arsenid
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MAAA	Maksimum Ağrısız Ağız Açıklığı
MAA	Maksimum Ağız Açıklığı
ND: YAG Lazer	Neodymium – doped: Yttrium AliminumGarnet
TME	Temporomandibular Eklem
VAS	Vizüel Analog Skala
VEGF	Vaslüler Endotelyal Growth Factor
YMAA	Yardımlı Maksimum Ağız Açıklığı

Simgeler

cm ²	Santimetre kare
J	Joule
mW	Miliwatt
nm	Nanometre
Sn	Saniye
µm	Mikrometre
W	Watt

ÖZET

Temporomandibular Eklem Düzensizliklerin Tedavisinde Farklı Enerji Yoğunluklarında Düşük Enerji Seviyeli Lazer Biyostimülasyonunun Değerlendirilmesi: Bir Retrospektif Çalışma

Giriş ve Amaç: Temporomandibular eklem (TME), dış kulak yolunun hemen önünde, temporal kemiğin glenoid fossası ile mandibula kondilinin birleşmesiyle oluşan bir diartrodial eklemdir. Histolojik olarak, vücudun diğer eklem yüzeylerinden farklı olarak hyalin kıkırdak yerine fibrokartilaj ile kaplıdır. TME'ye gelen kuvvetlerin dengesiz dağılımı, hastaların parafonksiyonel alışkanlıkları olması gibi durumlarda eklem rahatsızlıkları ortaya çıkmaktadır. Hastalarda TME bölgesinde gelişen şikayetlere çoğu zaman masseter ve temporal kaslarda gelişen ağrı, hassasiyet, hipertrofi gibi durumlar eşlik etmektedir. Kaslarda gelişen belirtiler hafif seyredebilmekle beraber hastaların günlük yaşamlarını kısıtlamaya kadar ulaşabilmektedir. Semptomları hafifletmek için ilaç tedavisi, parafonksiyonel alışkanlıkların bırakılması, ağız içi apareylerin kullanılması gibi tedaviler uygulanmaktadır.

Ancak şikayetlerin ileri seviyede olduğu durumlarda eklem ve kas bölgesine düşük enerji seviyeli lazer (DESL) biyostimülasyonu uygulaması yapılabilmektedir. DESL biyostimülasyonu kaslarda kasılma gücünü düşürerek belirtileri azaltmakta ve etkili bir tedavi yöntemi olduğu literatürde belirtilmektedir. DESL'in, ağrının hafifletilmesi, yara iyileşmesinin teşvik edilmesi, kollajen oluşumunun hızlandırılması, antienflamatuar etkilerin sağlanması veya diğer biyolojik süreçlerin modifiye edilmesinde biyostimülasyon etkisinden faydalanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı temporomandibular düzensizliğin tedavisinde düşük enerjili lazerlerin uygulamasında en yüksek başarı sağlayan enerji yoğunluğunu değerlendirmek ve standart bir protokol oluşturulmasına katkı sağlamaktır.

Materyal ve Metot: Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür. Çalışmaya, temporomandibular eklem düzensizlik (TMD) şikayetiyle başvuran ve sonrasında DESL tedavisi uygulanmış hastaların kayıtlı dosyaları geriye dönük olarak incelenerek yapılmıştır. Hastalar miyalji, redüksiyonlu disk deplasmanı ve takip grubu olarak ayrılmıştır. Çalışmamızda düşük seviyeli lazer tedavisi için Ga-Al-As diyot lazer (EzLase 940, Biolase Technology, Inc. 4 Cromwell Irvine, USA) miyalji grubunda Grup IIa'ya

(940 nm, 1.5 W, 90 J, pulsatif), Grup Iİb'ya (940 nm, 3 W, 180J, pulsatif) ve reduksiyonlu disk deplasmanı grubunda Grup Ia'ya (940 nm, 1.5 W, 90J pulsatif), Grup Ib'ya (940 nm, 3 W, 180J, pulsatif) uygulanmıştır. Tedavisi tamamlanıncaya kadar haftada 3 kez olmak üzere 9 seans yapılmıştır. Hastaların yaş, cinsiyet, boy, kilo, tedavi öncesi ve sonrası 1. ve 6. ay klinik verileri kaydedilmiştir. Değerlendirilen klinik parametreler; hastaların hastaların çene fonksiyonları sırasında duydukları ağrı şiddeti, ağrısız maksimum ağız açıklığı, hekim yardımıyla ve yardım olmadan meydana gelen maksimum ağız açıklığı, çenenin sağ ve sol lateral hareketleri, çenenin protrüzyon hareketi, klik sesi ve tinnitusdur. Tüm hastalar uygulanan tedavilerin ardından altı ay takip edilmiştir. Tedavi sonuçları açısından çalışmamızda her bir gruptaki hastalar tedavi sonuçları yönünden karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Sonuç: Çalışma sonuçlarına göre DESL'in hem reduksiyonlu disk deplasmanı hem de miyalji grubunun tüm alt gruplarında ağrıyı azaltmada, çene hareketlerinin iyileştirilmesinde, eklem seslerinin tedavisinde etkili yöntem olduğu belirlenmiştir. Miyalji Grup Iİb'de, hekim yardımıyla ve yardım olmadan meydana gelen maksimum ağız açıklığında tüm takip zamanlarında anlamlı fark görülmemiştir. Miyalji Grup Iİb ve kontrol grubu karşılaştırıldığında hekim yardımıyla gerçekleşen maksimum ağız açıklığında, Miyalji Grup Iİa ve kontrol grubu karşılaştırıldığında çenenin sağ lateral hareketinde anlamlı fark görülmüştür. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve Miyalji alt gruplarının kendi aralarında ve kontrol grupları ile karşılaştırma yapıldığında ağrının azalmasında ve diğer klinik parametrelerde anlamlı fark görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Düşük Enerji Seviyeli Lazer, Temporomandibular Eklem, Redüksiyonlu Disk Deplasmanı, Miyalji

SUMMARY

Evaluation Of Low Energy Level Laser Biostimulation At Different Energy Densities In The Treatment Of Temporomandibular Joint Irregularities: A Retrospective Study

Introduction and Objective: The temporomandibular joint (TMJ) is a diarthrodial joint formed by the glenoid fossa of the temporal bone and the mandibular condyle, located just anterior to the external auditory canal. Histologically, it differs from other articular surfaces in the body by being covered with fibrocartilage rather than hyaline cartilage. Joint disorders occur in cases such as unbalanced distribution of forces to the TMJ and parafunctional habits of patients. Patients' complaints in the TMJ region are often accompanied by pain, tenderness and hypertrophy in the masseter and temporal muscles. Although the symptoms developing in the muscles may be mild, they can reach to the restriction of patients' daily lives. In order to alleviate the symptoms, treatments such as drug therapy, cessation of parafunctional habits and use of intraoral appliances are applied.

However, in cases of severe complaints, low level energy laser (LLEL) biostimulation can be applied to the joint and muscle area. LLEL biostimulation reduces symptoms by reducing the force of contraction in the muscles and is reported to be an effective treatment method in the literature. The biostimulation effect of LLEL is used to reduce pain, stimulate wound healing, accelerate collagen development, anti-inflammatory effect or change other biological events.

The aim of this study was to evaluate the energy density that provides the highest success in the application of low-energy lasers in the treatment of temporomandibular irregularity and to contribute to the establishment of a standard protocol.

Materials and Methods: This study was conducted at Karadeniz Technical University, Faculty of Dentistry, Department of Oral, Dental and Maxillofacial Surgery. The study was conducted by retrospectively analysing the files of patients who presented with temporomandibular joint disorder (TMD) and underwent LLEL treatment. Patients were divided into myalgia, disc displacement with reduction and follow-up groups. In our study, Ga-Al-As diode laser (EzLase 940, Biolase Technology, Inc. 4 Cromwell Irvine, USA) for low-level laser treatment was applied to subgroup IIa (940 nm, 1.5 W, 90 J, pulsative), subgroup IIb (940 nm, 3 W, 180J, pulsative) and subgroup Ia (940 nm, 1.5 W, 90J, pulsative) and subgroup Ib (940 nm, 3 W, 180J, pulsative) in the myalgia group and disc

displacement with reduction group, respectively. Until the treatment was completed, 9 sessions were performed 3 times a week. Age, gender, height, weight, clinical data of the patients before and 1 and 6 months after treatment were recorded. The clinical parameters evaluated were the intensity of pain felt by the patients during jaw functions, maximum mouth opening without pain, maximum mouth opening with and without physician assistance, right and left lateral movements of the jaw, protrusion movement of the jaw, clicking sound and tinnitus. All patients were followed up for six months after the treatments. In terms of treatment results, patients in each group were compared and evaluated in terms of treatment results in our study.

Conclusion: According to the results of the study, DESL was found to be an effective method in reducing pain, improving jaw movements, and treating joint sounds in all subgroups of both reduced disc displacement and myalgia group. In myalgia subgroup IIa, there was no significant difference in the maximum mouth opening with and without physician assistance at all follow-up times. A significant difference was observed in the maximum mouth opening with the help of a physician when myalgia subgroup IIb and the control group were compared, and in the right lateral movement of the jaw when myalgia subgroup IIa and the control group were compared. There was no significant difference in pain reduction and other clinical parameters between the reduction disc displacement and myalgia subgroups and between the control groups.

Keywords: Low Energy Level Laser, Temporomandibular Joint, Reduced Disc Displacement, Myalgia

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Temporomandibular eklem (TME), stomatognatik sistemin bir parçası olup, insan anatomisinin en karmaşık eklemidir. Dış kulak yolunun hemen önünde bulunan, temporal kemiğin glenoid fossası ile mandibula kondilinin birleşmesiyle oluşan bir diartrodial eklemidir. Histolojik açıdan, vücuttaki diğer eklem yüzeylerinden farklı olarak hyalin kıkırdak yerine fibrokartilaj ile örtülüdür. TME'ye gelen kuvvetlerin dengesiz dağılması, hastaların parafonksiyonel alışkanlıkları olması gibi durumlarda eklem rahatsızlıkları ortaya çıkmaktadır. Hastalarda TME bölgesinde gelişen şikayetlere çoğu zaman masseter ve temporal kaslarda gelişen ağrı, hassasiyet, hipertrofi gibi durumlar eşlik etmektedir. Kaslarda gelişen bu şikayetler genellikle hastaların diş sıkma alışkanlığı, diş eksiklerinin olması, beslenme alışkanlılarındaki problemler gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (1,2,3)

Kaslarda gelişen belirtiler hafif seyredebilmekle beraber hastaların günlük yaşamlarını kısıtlamaya kadar ulaşabilmektedir. Semptomları hafifletmek için ilaç tedavisi, yanlış alışkanlıkların bırakılması, ağız içi apareylerin kullanılması gibi tedaviler uygulanmaktadır (4, 5). Ancak şikayetlerin ileri seviyede olduğu durumlarda eklem ve kas bölgesine düşük enerji seviyeli lazer biyostimülasyonu uygulaması yapılabilmektedir. Düşük enerji seviyeli lazer biyostimülasyonu kaslarda kasılma gücünü düşürerek belirtileri azaltmakta ve etkili bir tedavi yöntemi olduğu literatürde belirtilmektedir (6).

Düşük Enerji Seviyeli Lazer biyostimülasyonu (DESL), dokulara düşük seviyede enerji iletildiği için ısı, ses veya titreşim yaymaz. DESL biyostimülasyonunun hücresel düzeyde etkisine dair en yaygın kabul gören mekanizma, lazer enerjisinin hücre içi kromofor adlı fotoreseptörler tarafından absorbe edilerek metabolik enerjiye dönüştürülmesidir. DESL biyostimülasyonu, FDA tarafından onaylanmıştır ve ayrıca tıp ve diş hekimliğinde pek çok alanda kullanım endikasyonu bulunur.

Düşük enerji seviyeli lazerler, hücre protoplazmasındaki elektrolit alışverişini uyarak metabolik aktiviteyi hızlandırır. Bu süreçte artan ATP senteziyle birlikte oksijen kullanımı, vazodilatasyon etkisiyle yükselir (7, 8). Sitoplazmik enzimlerin nükleik asitlerle etkileşimi sonucu hücre mitozu tetiklenir. Lazer ışını ayrıca lenfosit ve granülositlerin kemotaksisini uyarak nekrotik doku artıklarını yaradan uzaklaştırır ve yaranın temizlenmesine katkı sağlar. Fibroblast aktivitesindeki belirgin artış, kollajen ve retikulum liflerinin üretiminde hızlanmaya yol açar. Laboratuvar ve klinik çalışmalar, temporomandibular rahatsızlıklarda lazer tedavisinin hücre metabolizması üzerinde

antifilojistik, antiödematöz ve stimülatif etkisinin olduğunu ve lazerin ikincil etkisinin ağrıyı azaltmak olduğunu ileri sürmektedir (9, 10).

Çalışmamızda TME redüksiyonlu disk deplasmanına ve miyaljiye sahip hastalarda DESL tedavisinin etkinliği klinik parametreler (hastaların çene fonksiyonları sırasında duydukları ağrı şiddeti, ağrısız maksimum ağız açıklığı, hekim yardımıyla ve yardım olmadan meydana gelen maksimum ağız açıklığı, çenenin sağ ve sol lateral ve protrüzyon hareketleri, klik sesi, tinnitus) üzerinden değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı temporomandibular düzensizliğin tedavisinde düşük enerjili lazerlerin uygulamasında en yüksek başarı sağlayan enerji yoğunluğunu değerlendirmek ve standart bir protokol oluşturulmasına katkı sağlamaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Temporomandibular Eklem Embriyolojisi

8 haftalık gebelikte, diğer çoğu eklem boşluğu başlangıç formunda mevcuttur; ancak temporomandibular eklem (TME) sadece embriyonik temporal kemik, kondil ve eklem diskinin kondensasyonları şeklinde görülebilir. Bu yapılar birinci faringeal arkusun türevleridir (11).

Faringeal arkuslar, somatik mezoderm ve nöral krest mezenkiminden oluşurlar. Somatik mezoderm arterlere ve kaslara katkıda bulunur. Nöral krest mezenkimi tipik olarak kemikli veya kıkırdaklı yapıları oluşturur. Normal TME'nin embriyonik gelişimini tanımlayan 3 aşama vardır: blastemik, kavitasyon ve olgunlaşma aşamaları. Yaklaşık olarak 7 ila 8 haftalık gebelikten itibaren blastemik aşama başlar (12).

Burada iki mezenkimal blastem oluşur. Temporal kemik ve mandibular kondil için temel görevi gören birinci branşiyal arktaki nöral krest hücrelerinden türetilirler. Glenoid fossa blasteması otik kapsülünden köken alır ve intramembranöz ossifikasyona uğrar. Bu aşamada kendini sıkıştırmaya başlayan ve gelecekteki eklem diskinin oluşturduğu iki blastema arasında yoğun bir mezenkim bandı mevcuttur (13). Kondiler blastema, endokondral kemik oluşumuna yol açan hücre proliferasyonu yoluyla temporal blastema yönünde gelişir. Aradaki mezenkim de sıkışarak, iki blastemanın daha yakın bir konumda olmasını sağlar. Kavitasyon aşamasında, iki blastema arasındaki sıkıştırılmış mezenkim, gelecekteki diskin üst ve alt sinovyal katmanlarına bölünen çok sayıda fibröz dokuya farklılaşır. Alt eklem boşluğu ilk olarak 9. haftada, üst eklem boşluğu 11. haftada gelişmeye başlar (12).

Kondil, 9. haftada fibröz hücrelerle kaplanan endokondral kemik oluşumu nedeniyle ikincil bir kıkırdak oluşturur. Kavitasyon aşamasında bukkal kas biyomekaniği hem kemik hem de kıkırdak gelişimini etkilemeye başlar (11).

Olgunlaşma aşaması 12. gebelik haftasından doğuma kadar olan süredir. Eklem kapsülü, 17. haftada belirgin bir şekilde görünür hale gelir.

Hücrel ve sinovyal dokular 26. haftada daha da farklılaşır (12). Bu aşamada glenoid fossa ve kondilin gelişimi çevredeki damar büyümesinden ve kas basınç kuvvetlerinden etkilenir. Bu faktörler TME'nin son morfolojisini etkiler. Doğumda TME diğer sinovyal eklemlerle karşılaştırıldığında nispeten az gelişmiştir.

2.2. Temporomandibular Eklem Anatomisi ve Fizyolojisi

Temporomandibular eklem, temporal kemiğin skuamöz kısmında yer alan glenoid fossası ve artiküler eminens ile mandibula kondili tarafından oluşturulan diartrodial bir eklemdir (14).

Eklem disk tarafından iki bölüme ayrılır. Eklem alt bölümü, rotasyon (menteşe) hareketine izin vererek ginglimoid hareketi gerçekleştirirken, üst bölümü ise translasyon (kayma) hareketine izin vererek artroidal hareketi tamamlar. Bu sebeple, ginglimoartroidal eklem olarak da bilinir (15).

Translasyon, diski ve kondili artiküler eminensin arka eğimi boyunca öne ve aşağıya getirir. Açılış hareketi o kadar kapsamlıdır ki, normalde maksiller ve mandibular kesici dişler arasındaki açıklık üç parmağı (40 ila 60 mm) kolayca barındırır. Bir parmak kulağın tragusunun hemen önüne yerleştirilirse, mandibular kondilin öne ve aşağı kayması hissedilebilir. Hareket eden kondilin arkasındaki yumuşak dokular hafifçe içeri çöker ve çene açılması sırasında genellikle sık bir oluk görünür hale gelir. Mandibular kondilin hareketi ayrıca eksternal akustik meatusun kıkırdak kısmının genişliğini de az miktarda etkiler. Dış kulak yoluna bir parmak sokulduğunda mandibular kondilin lateral kutbunun meatusun kıkırdak ön duvarında belirginleştiği ve ağız açıldığında bu pasajın genişlediği kolayca hissedilebilir.

Histolojik olarak, diğer eklem yüzeylerinden farklı olarak, TME hyalin değil fibrokartilaj ile kaplıdır. TME, eklem diski olarak bilinen yumuşak dokunun yanı sıra retrodiskal dokular, eklem kapsülü ve eklem ligamentlerini de içerir (16).

2.2.1. Temporomandibular Eklem Sert Dokuları

2.2.1.1. Glenoid Fossa ve Artiküler Eminens

Glenoid fossa, mandibular kondilin yerleştiği konkav bir alandır. Fossanın uzun eksen eğik bir mediolateral yönelimlidir. Artiküler eminens, yandan bakıldığında konveks bir yüzey gösterir. Her ikisi de temporal kemiğin skuamöz parçasına aittir (17).

Artiküler eminens, yandan bakıldığında konveks bir yapıya sahip olsa da, önden ve arkadan konkav bir yüzeye sahiptir, bu nedenle bir eğere benzetilir. Bu konkavite, kondil-disk kompleksinin ağız açıldığında geldiği ön konumdan ağız kapatılırken geri kaymasına yardımcı olur. Artiküler eminensin posterior eğimi, fonksiyonel hareketler sırasında kondili desteklemek için artiküler fibröz kıkırdakla kaplanmıştır (18).

Glenoid fossa içerisinde bazı fissürler bulunur. Skuamotimpanik fissür, glenoid fossanın arka bölgesinden posterosuperior yönde uzanır. Temporosfenoid fissür, glenoid fossa'nın medial bölgesinden mediosuperior yönde uzanır. Petrotimpanik fissür, posterosuperior olarak glenoid fossa'nın medial bölgesinden orta kulağa doğru uzanır.

Temporal kemiğin en büyük eklem yaptığı alan glenoid fossa olmasına rağmen, tavanı oldukça incedir ve bu da aşırı kondiler yüklemeye engel olur. Böylece, gelen kuvvetler artiküler eminensin arka kenarına doğru yönlendirilir. Glenoid fossanın eklem hareketlerine dahil olmayan üst ve arka kısımları, damar açısından zengin ince fibröz bağ dokusuyla örtülüdür (19).

2.2.1.2. Mandibular Kondil

Mandibulanın temporomandibular eklemi oluşturan kısmı kondil olarak adlandırılır. Aksiyal düzlemde, kondil elips şeklinde olup mediolateral boyutu yaklaşık olarak 18 ila 23 mm iken, anteroposterior boyutu yaklaşık olarak 8 ila 10 mm'dir. Koronal düzlemde normal bir kondil şekli konveks, düz, köşeli veya yuvarlak olabilir (13).

Kondilin mediolateral uzun ekseninin iç dönme açısı (lateral kutbu medial kutbun önünde) yaklaşık olarak 20 ila 25 derecedir. İç dönme açısı, genellikle küçük kondillere sahip bireylerde daha da artar. Mandibular kondil, işlev sırasında anteroinferior yönde hareket eder. Bu esnada sağ ve sol kondiller arasında karşılıklı ancak zorunlu olarak simetrik olmayan bir kinematik etkileşim vardır. Sağ ve sol kondiller genellikle birbirleriyle 145° ile 160° derece arasında bir açı oluşturur (20). Kondilin anteromedial yüzeyi hafif konkavdır ve fovea pterigoidea olarak adlandırılır. Lateral pterygoid kasın alt karın kısmı buraya bağlanır (21).

2.2.2. Temporomandibular Eklem Yumuşak Dokuları

2.2.2.1. Eklem Kapsülü

Eklem stabilitesi ve koruması, eklem kapsülü ve çevresindeki ligamanlar tarafından desteklenir. Kapsül, damardan zengin, sinir lifleri bulunan fibroelastik bir yapıda olup çenenin inferior yer değiştirmesini sınırlar. Geniş üst kısmı, anteriorda tuberculum articulare'yi ve posteriorda fissura petrotympanica'yı kapsayacak şekilde glenoid fossayı çevreler. Dar alt kısmı ise collum mandibulaya bağlanır (22). Önde kapsül ile eklem diskini birbirinden ayırmak zordur ve bu bölgede lateral pterigoid kas, kapsülü ön-orta yönde geçerek disk ve kondile bağlanır.

Ön tarafta, kapsül üzerinde lateral pterygoid tendonunun geçtiği bir açıklık bulunur. Kapsüldeki bu nispeten zayıf alan, eklem içi dokuların olası herniasyonuna zemin hazırlar ve bu durum, diskin öne doğru yer değiştirmesine kısmen olanak tanır.

Artiküler kapsülün önemli bir görevi, uzaydaki pozisyonu ve hareketlerin kinetiği ile ilgili propriyoseptif duyu almasını sağlamaktır. Proprioseptif duyu, vücudumuzun pozisyonu ve hareketleri hakkında beynimize gerekli bilgileri ileten duyu sistemidir (23).

Kapsülün posterior kısmının damarsal beslenmesi temporal ve maksiller arterlerden gelirken; anterior kısmı ise masseterik arterin dalları tarafından beslenir (24).

2.2.2.2. Sinoviyal Membran ve Sinoviyal Sıvı

Kapsülün iç yüzeyini saran sinoviyal membran, üst ve alt eklem boşluklarını örterek sinoviyal sıvı üretimini sağlar. Sinoviyal sıvı, süzölmüş plazma olarak kabul edilir ve yüksek oranda hyaluronik asit içerir. Eklem yüzeylerindeki lubrikasyon, sinoviyal sıvının çene hareketleri sırasında bir bölgeden diğerine yer değiştirmesiyle sağlanır. Sağlıklı bir bireyde, hyaluronik asit, protein ve glukozaminoglikanlardan oluşan sinoviyal sıvının miktarı genellikle ortalama 1,2 ml'dir. Alt kavitede ise yaklaşık olarak 0,9 ml'dir. Sinoviyal sıvının viskozitesi yüksek olduğundan aspire edilmesi zordur (25). Sinoviyal sıvı, eklem artiküler yüzeyleri vasküler olmadığı için, sinoviyal sıvı bu dokuların metabolik ihtiyaçlarını karşılar.

Kapsülü kaplayan sinoviyal membran, basınç taşıyan fibrokartilaj hariç tüm eklem içi yüzeyleri kaplar. Alt ve üst bölmeler, eklem boşluğunun marjinal oluklarında sıvı dolu kıvrımlar (sulkuslar) oluşturur. Bu nedenle, üst ve alt bölmelerin arka ve ön uçlarında bulunan dört kapsül veya sinoviyal sulkus vardır. Bu sulkuslar, sinoviyal membranın esnek olmasını gerektiren translasyonel hareketler sırasında şekil değiştirir.

2.2.2.3. Eklem Diski

TME diski bikonkav şekillidir, 2 mm kalınlığında ön bant, 3 mm kalınlığında arka bant ve 1 mm kalınlığında orta bantta incedir ve hareketli kondil ile kinematik olarak stabil fossa/eminens arasında uyum sağlayan mezenşim kaynaklı fibröz bir yapıdır. Ön ve arka bantlar ağırlıklı olarak transversal çalışan liflere sahipken, ince ara bölge anteroposterior yönelimli liflere sahiptir. Arkada, bilaminer bölge gevşek bağ dokusuyla ayrılmış iki lif katmanından oluşur. Üst katman veya temporal lamina elastinden oluşur ve eklem gerçek arka sınırı olan postglenoid çıkıntıya, medial olarak uzanan sırtına bağlıdır. Esnerken

diskin kaymasını önler. Liflerin alt katmanı veya alt lamina, eklem boşluğunun en alt sınırında kapsül ve kondiler boynunun arkasıyla kaynaşmak için kondilin arkasına doğru kıvrılır. Diskin kondil üzerinde aşırı dönmesini önler. Disk, bazen üçüncü bir eklem komponenti olarak kabul edilir. Disk viskoelastik tip özelliklere sahiptir ve temel olarak kollajen, elastin, proteoglikanlar, glikozaminoglikanlar ve sudan (%66-80) oluşur (26).

Disk, kondilin üst ve anterior yüzeyinin üzerinde bulunur. Kondil, mandibulanın küçük dikey açılma hareketleri sırasında intermediate bölgenin alt yüzeyine doğru döner, ancak daha geniş açıklıkla disk ve kondil, karşılıklı olarak koordine edilen bir yol boyunca hareket eder.

Kondil ile kayan disk arasındaki mekanizma, disk morfolojisi ve intraartiküler basınç ile ilişkilidir. Disk normal yapısını koruduğunda, kondilin artiküler yüzeyi disk in ince orta kısmında yer alır. İntraartiküler basınç arttığında, disk boşluk daralır ve kondil bu orta kısma daha sağlam şekilde oturur. Kayma hareketi sırasında, disk şekli ve intraartiküler basıncın etkisiyle kondil orta kısımda tutulur ve disk kondille birlikte ileriye doğru kaymaya zorlanır. Ancak, disk morfolojisi önemli ölçüde bozulduğunda, disk bağları eklem fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilir. Bu durum, eklem biyomekaniğinde bozulmalara yol açarak disfonksiyon belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olur.

Disk, medial ve lateral kondil kutuplarının altına kollateral ligamanlarla bağlanır. Medial ve lateral kollateral ligamanların bağlantı noktaları, disk bağlantı noktaları etrafında ön-arka yönde dönerek “kova sapı” tipi bir hareket yapmasını sağlar. Geniş açıklıkta disk, kondil bağlantıları tarafından sürüklendiği için ön-arka yönde hareket eder, ancak “kova sapı” hareketleri nedeniyle kondilin biraz gerisinde kalır. Diskin temel görevlerinden biri, yük noktalarında kayganlığı sağlamak ve kayma hareketindeki sürtünmeyi azaltmaktır (27).

2.2.2.4. Retrodiskal Dokular

Retrodiskal doku, oldukça zengin bir yapıya sahip olup damarlar ve sinirler içerir ve bu dokunun posterior bölgesine artiküler disk bağlanır. Retrodiskal yapının anatomik yapısından dolayı, bu alana bilaminer bölge adı verilmektedir. Üst retrodiskal lamina, elastik liflerden oluşur, ön tarafta artiküler diske ve arka tarafta timpanik plaka ile birleşir. Fazla translasyon hareketlerinde disk deplasmanını önler. Alt retrodiskal lamina ise disk'in arka alt yüzeyine ve kondilin arka artiküler yüzeyine yapışır. Bu şekilde, disk kondil üzerinde aşırı rotasyonunu da önler (28).

Retrodiskal bağların gevşek yapısı, diskin öne doğru kaymasında gereken esnekliği sağlar. Retrodiskal dokular alt çene fazla açıldığında 6-9 mm kadar gerilerek uzarlar (29).

Parafonksiyonel alışkanlıklar ve travma gibi dış etkenler ile yaşlanma gibi iç etkenler, retrodiskal dokuların viskoelastisitesini etkileyebilir ve histolojik yapılarında değişikliklere neden olabilir. Sürekli olarak fizyolojik sınırları aşan basınç, uyum sağlanamadığı durumlarda inferior lamina üzerinde inflamasyon, aşırı gerilme ve hatta perforasyona yol açabilir.

2.2.2.5. Temporomandibular Eklem Ligamentleri

Eklem ligamentleri, eklem hareketlerini doğrudan etkilemezler ancak aşırı hareketleri pasif bir şekilde sınırlarlar. Bu ligamentler, çeşitli uzunluklardaki kollajen doku liflerinden meydana gelir. Temporomandibular eklem ligamentleri, fonksiyonel ve yardımcı ligamentler olmak üzere iki gruba ayrılır. Fonksiyonel ligamentler arasında kapsüler ligament, temporomandibular ligament ve kollateral ligament bulunur. Yardımcı ligamentler ise sfenomandibular ligament ve stilomandibular ligamenttir (30).

2.2.2.5.1. Fonksiyonel Ligamentler

2.2.2.5.1.1. Kapsüler Ligament

Temporomandibular eklem, tamamen kapsüler ligamentlerle çevrelenmiştir. Bu ligamentler, yukarıda temporal kemiğin glenoid fossa ve eminens bölgelerine yapışırken, aşağıda kondilin boynuna bağlanır. Medial, lateral ve inferior yönden gelen kuvvetlere karşı direnç gösterirler. En önemli görevleri ise sinoviyal sıvının devamlılığını sağlamaktır (19).

2.2.2.5.1.2. Temporomandibular Ligament

Temporomandibular ligament, kondil-disk kompleksinin hareketlerini kontrol eden iki parçadan oluşur: yüzeysel ve derin lifler. Yüzeysel lifler, kondilin öne hareketini sınırlarken, derin lifler retrodiskal dokulara doğru geriye hareketi kısıtlar, böylece retrodiskal dokunun yaralanmasını önler ve kondilin lateral yönde yer değiştirmesini engeller (31).

2.2.2.5.1.3. Kollateral Ligament

Bu ligament, eklemde stabilite sağlayan önemli yapıların başında gelir. Artiküler diskin lateral ve medial kısımlarını kondile bağlar ve bu nedenle bazen diskal ligament

olarak da adlandırılır. Bu ligament, disk ile kondil arasındaki uyumlu hareketi sağlar ve diskin kondilden ayrılmasını önler. Ayrıca, eklemdaki rotasyon hareketlerini de düzenler (18).

2.2.2.5.2. Yardımcı Ligamentler

2.2.2.5.2.1. Sfenomandibular Ligament

Sfenomandibular ligament, sphenoid kemiğin spinasından başlayıp mandibulanın lingula kısmına kadar uzanır. Bu ligament, petrotympanic fissüre ve orta kulaktaki malleus'a doğru fibröz bir devamlılık gösterir. Ancak, mandibular hareket üzerindeki etkisi henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Temel görevi, ağız açılıp kapanırken mandibular kanaldan çıkan damar ve sinirlere fazla baskı gelmesini önlemektir (24).

2.2.2.5.2.2. Stilomandibular Ligament

Stilomandibular ligament, styloid process'ten ramusun arka kenarına ve angulusa uzanır. Bu ligament, ağız kapalıyken veya açıkken gevşektir. Sadece mandibulanın maksimum protrüzyonunda gerilir, yani aşırı protrüzyon hareketini önler (32).

2.2.2.6. Artiküler Kıkırdak

Fossa ve kondilin eklem yüzeyi dört ayrı tabakadan oluşur. En üstte yer alan tabaka, eklem boşluğuna komşu olan artiküler tabakadır. Hiyalin kıkırdak yerine yoğun fibröz bağ dokusundan oluşmaktadır. Kollajen lifler, demetler halinde artiküler yüzeye paralel şekilde uzanarak zorlayıcı kuvvetlere karşı yüksek dayanıklılık gösterir. Fibröz bağ dokusunun hiyalin kıkırdağa göre bazı avantajları vardır; yaşlanmaya karşı daha dirençlidir ve onarım kapasitesi daha yüksektir. Bu faktörler, TME'nin fonksiyonu ve disfonksiyonu açısından oldukça önem taşır.

İkinci tabaka, proliferatif tabaka olarak adlandırılır ve farklılaşmamış mezenşimal dokudan oluşur. Artiküler yüzeydeki fonksiyonel yüklenmelere karşı bu tabaka, artiküler kıkırdağın proliferasyonu ile yanıt verir. Üçüncü tabaka ise fibrokartilajenöz tabakadır ve sıkıştırıcı ile lateral kuvvetlere karşı direnç gösterir. Dördüncü ve en alt tabaka, kalsifiye kıkırdak tabakasıdır. Bu tabaka, artiküler kıkırdak boyunca bulunan kondrositler ve kondroblastlardan meydana gelir. Bu alandaki kondrositler hipertrofiye uğrayarak ölür, sitoplazmaları boşalır ve medüller kavitede kemik hücrelerine dönüşürler.

Artiküler kıkırdak, kondrositler ve hücrelerarası matriksten oluşur. Kondrositler, kollajen, proteoglikan, glikoprotein ve enzimler üretir. Hyaluronik asit zinciriyle birleşen proteoglikanlar, büyük bir protein matriksi oluşturacak şekilde kümelenir. Bu yapı hidrofiliktir ve kollajen ağı boyunca sarmal yapıda bulunur. Proteoglikan kümeleri, su ile bağlanma eğilimi gösterdiğinde matriks genişler ve kollajen fibrilleri gerilerek proteoglikan kümelerinin basınç altında şişmesini önler. Bu sayede hücrelerarası sıvı, eklem üzerindeki yükü dengelemeye katkıda bulunur. Eklem kıkırdağı, büyük ölçüde sinovyal sıvının difüzyonu ile beslenir (18).

2.2.3. Temporomandibular Eklem Vaskülarizasyonu ve İnervasyonu

Temporomandibular eklem (TME) damar yapısı, eksternal karotis arterin dallarından gelir. TME'yi besleyen temel damarlar şunlardır:

1. Superficial temporal arter: Eklem kapsülüne ve çevresine kan sağlar.
2. Maxiller arter: TME'yi besleyen en önemli arterlerden biridir ve özellikle derin yapılar için kan akışını destekler.
3. Aurikulotemporal arter: Eklem kapsülüne ve kondile besleyici dallar gönderir.
4. Derin auriküler arter: Direkt olarak eklem sinovyal membranına ve kapsüle kan verir.

Bu damarlar, temporomandibular eklem sağlıklı fonksiyonunu sürdürmesi ve onarım süreçlerinin düzgün işlemesi için gerekli olan kan dolaşımını sağlar (17).

Temporomandibular eklem (TME) sinir yapısı, eklem duyu ve motor fonksiyonlarını kontrol eden sinirlerden oluşur. TME'yi innerve eden ana sinirler, trigeminal sinirin (n. trigeminus) üçüncü dalı olan mandibular sinirden (n. mandibularis) kaynaklanır. Bu yapı, ağrı, basınç ve hareket algılamasında önemli rol oynar.

Başlıca sinirler şunlardır:

1. Aurikulotemporal sinir: TME'nin ana duyu siniridir. Eklem kapsülüne ve çevresine duyu dalları gönderir ve ağrı, basınç gibi duyu bilgileri taşır.
2. Masseterik sinir: Masseter kasını innerve eder ve TME'ye küçük duyu dalları gönderir.

3. Derin temporal sinirler: Temporal kası innerve eder ve eklem bazı bölgelerine küçük dallar gönderir.

Bu sinir yapısı, eklem duysal işlevlerini ve ağrı algısını sağlamada kritik öneme sahiptir. TME'nin normal işlevi ve patolojik durumlarında bu sinirlerin rolü büyüktür (17).

2.2.4. Çiğneme Kasları

Çiğneme kasları, dört ana kas çiftinden oluşur. M. pterygoideus medialis, m. temporalis ve m. masseter, çeneyi kapatırken rol oynarlar. Öte yandan, lateral pterigoid kası çenenin açılmasını sağlar. Çenenin açılmasına yardımcı olan diğer unsurlar arasında ise suprahoid ve infrahyoid kaslar ile yerçekimi etkisi de bulunmaktadır (33).

2.2.4.1. Masseter Kas

Bu kalın dörtgen şeklindeki kas, pars superficialis ve pars profunda olmak üzere iki bölümden oluşur. Kas lifleri, arcus zygomaticus'un inferior kenarından ve zigomatik kemikten başlar, aşağı doğru uzanarak ramus mandibula'nın dış yüzeyindeki tuberositas masseterica'da sonlanır.

Yüzeyel bölüm, mandibulanın öne doğru çıkmasına yardımcı olurken, derin bölüm mandibulanın geriye doğru hareketine yardımcı olur. Ayrıca, yüzeyel masseter kası karşı taraftaki, derin masseter ise aynı taraftaki hareketlerde aktiftir. Masseter kası çiğneme esnasında mandibulayı yukarı kaldırır. Bazı yazarlar ayrıca kasın mandibular angulusu sardığını ve böylece liflerinin bir kısmının medial pterygoid kasla bağlantılı olduğunu ve böylece çeneyi yükseltmeye yardımcı olan kaslı bir askı oluşturduğunu bildirmektedir; ancak bu özellik tüm araştırma çalışmalarında evrensel olarak not edilmemiştir. N. trigeminusun bir dalı olan n. massetericus tarafından innerve edilir (28).

2.2.4.2. Temporal Kas

Temporal kas, temporal fossadan başlayıp yelpaze şeklinde uzanır. Üç bölümden oluşan temporal kasın orta ve arka kısımları sırasıyla koronoid çıkıntının tepesi ve onun arka eğimi boyunca mandibular çentiğin en derin noktasına bağlanır. Anterior kısmının daha yüzeysel lifleri koronoid çıkıntının tepesi, koronoid çıkıntının ön yüzeyi ve mandibular ramus boyunca yerleşir. Anterior temporalis kasının daha derin lifleri mandibular ramusun medial ön yüzeyi boyunca bağlanır (28).

Yelpaze şeklindeki morfolojisi, çekme yönünün mekanik olarak aktif olan kısımlara bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini gösterir. Temporal kasın anterior kısmının kasılması çeneyi kapatır. Orta ve posterior kısımları ise çeneyi kapatırken geriye doğru hareket etmeyi sağlar.

Temporalis kası, mandibular sinirin ön bölümünün derin temporal dalları tarafından innerve edilir.

2.2.4.3. Medial Pterigoid Kas

Ramus mandibula'nın medial yüzünde yer alan bu kas, masseter'den daha küçük olmasına rağmen güçlü bir dikdörtgen kastır. Sphenoid kemiğin proc. pterygoidei lamina lateralis'inin iç yüzünden başlayan kas lifleri aşağıya, arkaya ve dışa doğru uzanarak, angulus mandibulanın medial yüzündeki tuberositas pterygoidea'da sonlanır.

Bir tendondan (kafatası ile bağlantılı) çıkan ve diğerinde (mandibula ile bağlantılı) sonlanan kas lifleri, kasın genel yönelimine göre açılı olarak düzenlenmiştir. Bu, medial pterygoid kas liflerine örgülü bir görünüm kazandırır ve büyük kuvvetler üretme kabiliyetini artırır.

Medial pterygoid kas, masseter ve temporal kaslarıyla birlikte çeneyi kapatmada rol oynar. Ancak, mandibulaya lateral bir kuvvet uygulayan masseter'in aksine, medial pterygoid mandibulaya medial bir kuvvet uygular. Aynı zamanda protrüzyon hareketlerinde de etkilidir. Bu kasın tek taraflı kasılması durumunda mediotrüzyon gerçekleşir (33).

Medial pterygoide giden sinir, mandibular sinirin ön ve arka gövdelerine ayrılmasından hemen önce buradan kaynaklanır. Tensor timpani ve tensor veli palatini kaslarını da innerve eden medial pterygoid sinir, medial pterygoid kasına üst arka sınırından ulaşır.

2.2.4.4. Lateral Pterigoid Kas

Ağzın açılmasından başlıca sorumlu kas lateral pterygoid kastır. Bu kas, iki ayrı kısımdan oluşur. Büyük olan alt kısım, sfenoid kemiğin lateral pterygoid laminasının dış yüzeyinden orijin alır ve kondilin önündeki pterygoid foveaya yapışır.

Çenenin açılması sırasında aktif olarak çalışan alt kısım, çenenin öne doğru hareketi ve karşı tarafa doğru hareketlerinden sorumludur. Üst kısım ise sfenoid kemiğin büyük kanadının infratemporal yüzeyinden orijin alır ve kapsülün ön tarafına, dolayısıyla da bu

kapsülle birlikte olan discus articularis'e yapışır. Bu kısmın kasılmasıyla disk anteromediale doğru çekilir veya posterolateral hareketleri kısıtlanır (34).

Superior lateral pterygoid kasın eklem diski ile olan bağlantısı, disk deplasmanlarında rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Bu kasın kasılması ile disk, anteromediale doğru çekilebilir ya da diskin posterolateral hareketi sınırlanabilir. Lateral pterygoid kasın üst bölümü, yalnızca eklem diskiyle değil, aynı zamanda mandibula kondiline de tutunur. Bu durum, diskin medial ve lateral bölgelerde kondile bağlı olduğu göz önüne alındığında, kasın diski kondilden bağımsız hareket ettiremeyeceği düşüncesini desteklemektedir. Ancak bu kasın disk deplasmanları üzerindeki etkisi halen tartışma konusudur.

N. mandibularis'in (n. trigeminusun bir dalı) dalı olan n. pterygoideus lateralis tarafından innerve edilir.

2.2.5. Suprahyoid Kaslar

Suprahyoid kaslar, lateral pterygoid kasla birlikte çeneyi açmaya yardımcı olur. Suprahyoid kas sistemi; digastrik, mylohyoid, geniohyoid ve stylohyoid kaslardan oluşur.

Stylohyoid ve geniohyoid kaslar hyoid kemiğe tutunarak mandibulanın depresyonuna yardımcı olur. Mylohyoid ise ağız tabanını eleve eder (35).

2.2.6. Temporomandibular Eklem Hareketlerinin Fizyolojisi

TME'de iki temel hareket türü bulunur: rotasyon ve translasyon. Ağız açılma hareketinin başlangıcı rotasyon ile başlar ve bunu translasyon hareketi izler. Kondilin açılma sırasında gerçekleştirdiği rotasyon, diskin sürekli olarak kondilin posterior kısmına yerleşmesini sağlar. Translasyon hareketinde disk pasif olarak öne doğru taşınır. Bu hareket, üst eklem bileşenleri olan temporal fossa ve diskin etkileşimiyle gerçekleşir.

Tüm fonksiyonlar sırasında, kondil, disk ve artiküler eminensin pozisyonları, özellikle supramandibular grup çiğneme kaslarının aktivitesiyle belirlenir. Temporomandibular eklem ligamentleri, eklemi hareket ettirmez, ancak aşırı yüklenme sonucunda gerilip uzayabilirler. Çene açılma hareketi, lateral pterygoid kaslar tarafından başlatılır ve digastrik, geniohyoid ve mylohyoid kaslar tarafından mandibulanın aşağı çekilmesiyle devam eder; bu sırada hyoid kemik, infrahyoid kaslar tarafından sabitlenmiş konumda kalır. Çenenin kapanması, temporal kas, masseter kası, medial pterygoid kas ve lateral pterygoid kasın üst başı tarafından gerçekleştirilir. Lateral pterygoid kasın inferior

karnı, çenenin kapanışı sırasında etkin değildir. Kondil, kaslar tarafından posteriora çekilirken, diğer yapılar diskin posterior hareketini yönlendirir ve kapanma hareketinin sonunda diskin anteriora gelmesini engeller. Ardından mandibulanın depresyonu ve retraksiyonu sonucunda yükselme hareketi gerçekleşir (28).

Retrüzyon, çeneyi serbest dinlenme pozisyonundan daha geride bir konuma getirme hareketidir ve bu hareket, masseter kasının derin karnı ile temporal kas tarafından gerçekleştirilir. Protrüzyon ise lateral pterygoid kasın kasılmasıyla ortaya çıkar ve bu hareket, diskin kondilin artiküler eminensinin önüne ve aşağısına doğru kaymasına neden olur.

2.3. Temporomandibular Eklem Düzensizlikleri

Temporomandibular eklem düzensizlikleri hakkında ilk tıbbi açıklamalar 19. yüzyılda yapılmıştır. 1934 yılında, Amerikalı diş hekimi Dr. James B. Costen, eklemdeki düzensizliklerin çeşitli semptomlara neden olduğunu fark etmiş ve bu durumu Costen sendromu olarak tanımlamıştır. Bu semptomlar baş ağrısı, sinüs ağrısı, kulak ağrısı ve çınlaması, kulak tıkanıklığı hissi, dil yanması, metalik tat ve duyma bozukluğudur. Costen, özellikle maloklüzyonun bu semptomlara katkıda bulunduğunu öne sürmüştür.

Temporomandibular eklem (TME) bozuklukları, ekstrakapsüler ve kapsül içi bozukluklar olarak iki ana kategoride incelenir. İnflamatuar ve nosiseptif mediatörlerin sinovyal sıvıda bulunması, semptomatik TME bozukluğuna sahip hastaların yaklaşık %80'inde kapsül içi TME bozukluklarının varlığını göstermektedir (36).

Oral sağlık açısından önemli olan TME bozuklukları, yetişkin popülasyonunun yaklaşık %20 ila %30'u arasında yaygın olarak görülür. Ancak, TME disfonksiyonu tıbbi uygulamalarda en yanlış teşhis ve tedavi edilen hastalıklardan biridir. Bu durumlar yaşamı tehdit etmese de, yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyebilir.

Etiyolojisi karmaşık ve çok faktörlü olan TME rahatsızlıklarının etiyolojik faktörleri arasında oklüzal durum, travma, duygusal stres, başlangıçta derin ağrı ve parafonksiyonel aktiviteler yer alır. Bu faktörlerin önemi, hastadan hastaya farklılık gösterebilir. TME rahatsızlıkları genellikle ağrı, ağız açıklığında kısıtlılık, mandibular deviasyon, eklem sesleri ve baş ağrısı gibi belirtilerden bir veya daha fazlası ile kendini gösterir; bu semptomlar da yaşam kalitesini önemli ölçüde etkiler (37).

2.4. Temporomandibular Eklem Düzensizliklerinin Sınıflandırılması

Temporomandibular düzensizlikler (TMD) hakkında uzun yıllar boyunca çeşitli sınıflamalar yapılmıştır. Bell tarafından geliştirilen sınıflama, Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından bazı değişikliklerle düzenlenmiş ve Okeson tarafından da modifiye edilmiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bu sınıflama, TMD'yi dört ana başlık altında toplar: çiğneme kası rahatsızlıkları, temporomandibular eklem düzensizlikleri, kronik mandibular hipomobilité ve gelişimsel rahatsızlıklar (38).

Temporomandibular eklem (TME) internal düzensizliklerinin en yaygın sınıflaması, Wilkes tarafından 1989 yılında yapılmıştır. Bu sınıflamada Wilkes, internal düzensizlikleri şiddetine göre evrelere ayırmıştır. İnternal düzensizliğin hangi evrede olduğunu belirlemek için klinik ve radyografik bulgular birlikte değerlendirilir. Bu evreleme, teşhis ve tedavi planlamasında önemli bir rol oynar (39).

Günümüzde temporomandibular eklem (TME) için en sık kullanılan sınıflama Wilkes tarafından geliştirilmiştir. Bu sınıflama, klinik ve radyolojik bulguları kullanarak eklem düzensizliklerini asemptomatik durumdan kronik hareket kısıtlılığına kadar çeşitli evrelere ayırır. İnternal düzensizliğin hangi evrede olduğunu belirlemek için klinik ve radyografik bulgular birlikte değerlendirilir. Bu evreleme, teşhis ve tedavi planlamasında önemli bir rol oynar. Evre I ve II düzensizlikler genellikle semptomları çok hafif olduğundan dolayı tedavi gerektirmezler. Ancak evre III, IV ve V düzensizliklerinde, hastalara TME tedavisi uygulanması önerilir (50).

Evre I (Erken Dönem)

Hastada ağrı, çene hareketlerinde kısıtlanma veya herhangi bir semptom bulgusu yok. Radyografik görüntülemelerde temporomandibular eklem diskinin hafif öne deplasmanı görülüyor, ancak anatomik konturunda bozulma bulunmuyor.

Evre II (Erken/Ara Dönem)

Zaman zaman ağrı, eklemde hassasiyet, artan klik sesleri, eklemde kilitlenme ve geçici sublüksasyonların başladığı belirtiliyor. Radyografik görüntülemelerde temporomandibular eklem diskinin anteriora doğru deplasmanı, disk üzerinde posterior kenarda kalınlaşma ve diskte anatomik deformite başlangıcı gözlemleniyor.

Evre III (Ara Dönem)

Ağrının sıklığı, eklemde hassasiyet, eklemlerde kilitlenme, çene hareketlerinde kısıtlanma ve çene hareketleri sırasında ağrı gibi belirtiler mevcut. Radyografik görüntülemelerde temporomandibular eklem diskinin anteriora deplasmanı, diskte deformite ve posterior kenarında kalınlaşma görülüyor. Ancak sert dokularda belirgin değişiklikler gözlenmiyor.

Evre IV (Ara/Geç Dönem)

Kronik veya periyodik ağrıların, baş ağrılarının ve ağız açıklığında kısıtlılığın bulunduğu belirtiliyor. Radyografik görüntülemelerde dejeneratif remodeling bulguları, sert dokuda değişiklikler, diskin öne doğru deplasmanı ve deformitesinde artış gözleniyor.

Evre V (Geç Dönem)

Çene hareketlerinde zorlanma, kronik kısıtlılık, ağrı ve krepatasyon gibi belirtiler mevcuttur. Radyografik görüntülemelerde temporomandibular eklem disk ve sert dokularda anatomik deformiteler, osteofit deformiteleri ve subkortikal kist formasyonu gözleniyor.

Peck ve arkadaşları tarafından 2014 yılında kapsamlı olarak gerçekleştirilen son sınıflama, anahatlarıyla aşağıdaki gibidir (37).

I. Temporomandibular Eklem Bozuklukları

1. Eklem ağrısı

- Artrit
- Artralji

2. Eklem Düzensizlikleri

A) Disk Düzensizlikleri

- Redüksiyonlu Disk Deplasmanı
- Aralıklı Kilitlenmeli Redüksiyonlu Disk Deplasmanı
- Ağız Açıklığı Kısıtlı Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı
- Ağız Açıklığı Kısıtlı Olmayan Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı

B) Disk Düzensizlikleri Hariç Hipomobilité Bozuklukları

- Adezyonlar/Adherens

- Ankiloz

a) Osseöz

b) Fibröz

C) Hipermobilité Düzensizlikleri

- Dislokasyonlar

a) Sublüksasyon

b) Lüksasyon

3. Eklem Hastalıkları

- Dejeneratif Eklem Hastalığı

a) Osteoartrozis

b) Osteoartrit

- Sistemik artritler

- Kondilizis/İdiyopatik Kondil Rezorpsiyonu

- Osteokondritis Dissekans

- Osteonekroz

- Neoplazm

- Sinoviyal Kondromatozis

4. Kırıklar

5. Konjenital- gelişimsel düzensizlikler

- Aplazi

- Hipoplazi

- Hiperplazi

II. Çiğneme kasları düzensizlikleri

III. Baş ağrısı

- TMD'ye Bağlı Baş Ağrısı

IV. İlgili yapılar

- Koronoid Hiperplazisi

2.4.1. Kondil – Disk Kompleksinde Düzensizlik

Genel nüfusun %30-50'sinde temporomandibular eklem kliği bulunsa da, ağrı ve kilitlenme ile ilişkili olan hastaların tamamında bu kliğe rastlanmayabilir. Temporomandibular eklem hastalığının en yaygın şekli olan kondil-disk kompleksindeki düzensizlikler, eklem hareketlerinde geçici takılma hissi, klik sesi ve kilitlenmelere neden olur. Hasta başvurularında genellikle preauriküler ağrı, klik sesi, baş ağrısı, kulak ağrısı, kulak çınlaması ve boyun ağrısı gibi şikayetler belirtilmektedir (40).

2.4.1.1. Redüksiyonlu Disk Deplasmanı

Ağız kapalı pozisyonda, disk posterior bandı tüm sagittal kesitlerde kondil başının önünde yer alır. Ancak ağız açıldığında, disk kondil ile yeniden normal anatomik ilişki kurmak üzere, yani anteriora doğru hareket eder. Bu durumda, kondil diskin posterior kısmını atlayarak normal anatomik pozisyona geçer. Redüksiyonlu disk deplasmanları durumunda, ağız açıp kaparken "clicking" olarak adlandırılan sesler duyulabilir. Kondil disk'in posterior kısmında olduğundan, ağız açma sırasında kondil ve disk normal olmayan bir şekilde öne doğru hareket eder ve bu hareket sonucunda "clicking" sesi meydana gelir. Ağız kapatma sırasında ise disk tekrar anteriora doğru yer değiştirir ve burada ikinci bir "reciprocal click" sesi duyulabilir (41).

Eriksson ve arkadaşları, eklem seslerinin olmamasının dejeneratif eklem hastalığını veya disk deplasmanını dışlamadığını, özellikle redüksiyonsuz anterior disk deplasmanlı ve remodelling gösteren eklemlerde sesin olmadığını bulmuşlardır (42).

Honda ve arkadaşları, redüksiyonsuz disk deplasmanında kondil yüzeylerindeki kemik değişiklikleri ile manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulguları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ayrıca, kondil yüzeyindeki kemik değişikliklerinin disk ve kondilin hareketi üzerindeki etkilerini ve bu değişikliklerin patolojik eklem seslerine yol açıp açmadığını incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, radyografik olarak patolojik kemik değişikliklerine sahip temporomandibular eklem (TME) vakalarında, adaptif kemik değişiklikleri gösteren eklemlere göre, diskin pozisyonunun çene açılırken kondile göre hareketinin yetersiz olduğu bulunmuştur. Ancak, çenenin kapanması sırasında disk pozisyonu açısından patolojik kemik değişiklikleri gösteren ve adaptif eklemler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, TME vibrasyon analizlerinde eklem seslerinin daha sık patolojik kemik değişiklikleriyle birlikte olduğu tespit edilmiştir (43).

Manfredini ve arkadaşlarının çalışmasında, disk pozisyonlarının manyetik rezonans görüntüleme (MRG) teşhisleri ile temporomandibular eklem (TME) klik sesleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, TME'nde klik seslerinin varlığı, disk pozisyonunun MRG teşhisinin doğruluğu için güvenilir bir belirleyici olmadığını göstermiştir. Ayrıca, MRG teşhislerinde redüksiyonsuz disk deplasmanının eklem sesleri ile daha pozitif ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (44).

2.4.1.2. Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı

Ağız açık ya da kapalı durumdayken kondil ve disk arasında uyumsuzluk olduğu ve disk'in kondil başının önünde konumlandığı görülüyor. Bu durum redüksiyonlu disk deplasmanından farklıdır çünkü retrodiskal laminanın elastikiyeti bozulmuş durumda. Bu nedenle, ağız açıldığında kondil ile disk arasında normal anatomik ilişki sağlanamaz. Etiyolojik olarak genellikle önceden var olan redüksiyonlu disk deplasmanı bulunur. Ağız açıklığı azalmıştır ve hastada ağrı hissedilebilir; ancak her zaman olmayabilir. Ayrıca, hastanın çenelerde kilitlenme ve klik sesinin kilitlenmeden önce mevcut olduğuna dair anamnezi de alınabilir (41).

Şener ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, redüksiyonlu ve redüksiyonsuz anterior disk deplasmanlarının manyetik rezonans görüntüleme (MRG) özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- Dejeneratif değişiklikler ve efüzyon, redüksiyonlu veya redüksiyonsuz disk deplasmanının özgül işaretleri değildir. Ancak, bu patolojik durumların şiddeti internal derangement tipi ile ilişkili olabilir.
- Medial veya lateral disk deplasmanları ve osteonekroz, redüksiyonsuz anterior disk deplasmanında daha sık rastlanan durumlar olarak belirlenmiştir. Bu durumlar, internal derangementin daha ileri ve karmaşık evrelerinin bir göstergesi olarak düşünülebilir.

Ayrıca, dejeneratif değişiklikler ve efüzyonun yalnızca internal derangementin tipiyle değil, aynı zamanda diş sıkma, bruksizm, travma gibi parafonksiyonlar ve sistemik artrit gibi farklı durumlarla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (45).

Kurita ve arkadaşları, yetişkin kadınlarda temporomandibular eklem (TME) internal deranjman ile ilişkili horizontal kondil boyutundaki değişimi araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- Disk deplasmanı ile horizontal kondil boyutu arasında bir ilişki bulunmuştur.
- İlerlemiş internal deranjmanda, kondilin mediolateral boyutunda küçülme gözlemlenmiştir.

Bu bulgular, TME'de internal deranjementinin ilerlemesi ile birlikte kondil anatomisinin değişebileceğini ve bu değişikliklerin horizontal kondil boyutunda küçülmeye yol açabileceğini göstermektedir (46).

Orhan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, 252 semptomatik hastadan toplanan klinik veriler ve 504 manyetik rezonans görüntüsü ile Türk populasyonunda temporomandibular eklem (TME) disk deplasmanlarının sınıflandırılması, sıklığı ve disk morfolojisinin değerlendirilmesini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- Disk deplasmanının en yaygın şekli redüksiyonsuz anterior disk deplasmanıdır. Yaş grupları bazında, kısmi anterior disk deplasmanı 26-50 yaş aralığındaki kişilerde belirgin şekilde daha nadir görülmüştür.
- Spesifik bir disk pozisyonunun prevalansı ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
- Dejeneratif eklem hastalıkları, özellikle redüksiyonsuz anterior disk deplasmanı olan hastalarda belirgin şekilde daha sık görülmektedir.

Bu bulgular, Türk populasyonunda TME disk deplasmanlarının yaygınlığını ve ilişkili faktörleri anlamamıza yardımcı olmaktadır (47).

2.4.2. Mastikatör Muskuler Patolojiler

2.4.2.1. Koruyucu Kas Kontraksiyonu

Yaralanma veya yaralanma tehdidi durumunda, santral sinir sistemi normal kas aktivitesini değiştirerek tehdit altındaki bölgeyi korumaya yönelik bir cevap verir. Bu durum, koruyucu kontraksiyon olarak adlandırılır. Ağrı varlığında, yaralı bölgeyi korumak için antagonist kas grupları kasılır. Mastikatör sisteminde, kas kontraksiyonu olan hastalarda ağız açma sırasında ağzı kapatan kaslarda artmış aktivite görülür. Ağız kapanması zamanında da ağzı açan kaslarda bir aktivite artışı meydana gelir. Bu antagonist kas aktivasyonunun, normal bir koruyucu veya güvenlik mekanizması olduğu düşünülür. Koruyucu kontraksiyon patolojik bir durum değildir, ancak uzun süre devam ettiğinde miyaljik semptomlara neden olabilir (48).

2.4.2.2. Lokal Kas Ağrısı

Primer, noninflamatuvar ve miyojenik bir ağrı bozukluğudur. Genellikle uzamış kontraksiyona karşı kas yapısının ilk yanıtı olarak ortaya çıkar. Kontraksiyon, santral sinir sistemi tarafından indüklenen bir kas cevabı olmasına rağmen, lokal kas ağrısı kas dokusunun çevresindeki değişikliklerle karakterize edilen bir durumdur. Bu değişiklikler, bradikinin, P maddesi gibi ağrı oluşturan maddelerin salınımıyla meydana gelir.

İlk değişiklik genellikle bitkinlik hissidir. Kasın fazla kullanılmasının lokal kas ağrısına sebep olduğu durumlarda ağrının başlamasında gecikmeler olabilir. Bu tür lokal kas ağrısı genellikle egzersiz sonrası kas ağrısı olarak da bilinir.

Klinisyenler bu tür komplikasyonlara karşı dikkatli olmalıdır. Örneğin, bir kas travması lokal kas ağrısına neden olabilir. Bu ağrı, koruyucu kontraksiyona yol açabilir ve bu durum da kas ağrısını artırarak bir döngü başlatabilir. Bu süreçte, kas ağrısı ve koruyucu kontraksiyon birbirini besleyebilir ve tedavi planlamasında bu döngünün kırılması önemli olabilir (48).

2.4.2.3. Miyofasial Tetik Nokta Ağrısı

Kaslarda ve fasyalarda oluşan tetik noktalarından kaynaklanan ağrı, genellikle kas spazmı, hassasiyet, eklem hareketlerinde kısıtlılık, yorgunluk, tutukluk ve bazen de otonomik disfonksiyon gibi belirtilerle kendini gösterir. Bu durumun etiyojisi tam olarak bilinmemekle birlikte, kaslara ani yüklenme sonucu oluşan akut yaralanmalar veya tekrarlayan mikrotravmaların neden olduğu kronik hasarlar, genetik faktörler, yorgunluk ve stres en önemli nedenler arasında yer almaktadır.

Bruksizm gibi nedenlerle oluşan aşırı kuvvetler sonucu dişlerde kırıklar, periodontal destek kaybı, aşınmalar gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Bu durumlar, klinikte önemli sağlık sorunlarına ve tedavi gereksinimlerine işaret edebilir.

Miyofasial ağrı sendromu, hastaların genellikle tetik noktalardan kaynaklanan ağrı ile başvurduğu bir durumdur. Tetik noktalar, palpasyon esnasında lokal seyirme yanıtı gösteren hassas noktalardır. Bu noktalar, tek bir kasta sınırlı olabileceği gibi, aynı anda birden fazla kası da etkileyebilirler.

Hastaların ağrıya ek olarak yaşayabileceği diğer belirtiler arasında mandibular hareketlerde kısıtlanma, deviasyon, klik sesi, çene dislokasyonu, yüz asimetrisi, yutma

güçlüğü, konuşma zorluğu, baş dönmesi, kulak çınlaması ve işitme güçlüğü bulunabilir (40).

2.4.2.4. Miyospazm (Tonik Kontraksiyon Miyalji)

Merkezi sinir sisteminin neden olduğu tonik kas kontraksiyonu, yıllar boyunca dental uzmanlar tarafından miyojenik ağrının ana kaynağı olarak kabul edilmiştir. Ancak son araştırmalar, kas ağrısı ve miyospazmlar konusunda yeni bir bakış açısı sunmuştur. Spazm veya tonik kontraksiyondaki kasların, EMG aktivitesinin göreceli olarak daha yüksek seviyelerde olacağı düşünülmüştür. Ancak yapılan çalışmalar, ağrılı kasların EMG aktivitesinin anlamlı derecede arttığı varsayımını desteklememiştir.

Çiğneme kaslarında miyospazm nadiren görülse de, oluştuğunda klinik özellikleri nedeniyle kolayca tanımlanabilir.

Miyospazmların tam olarak neden olduğu hala tam olarak belirlenememiştir. Ancak miyospazmların oluşumunda birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle lokal kas şartları, miyospazmların ortaya çıkmasında önemli rol oynar. Bu şartlar arasında kasın yorgunluğu ve lokal elektrolit dengesindeki değişiklikler bulunur. Ayrıca derin ağrı uyarıları da miyospazmların şiddetlenmesine katkıda bulunabilir.

Miyospazmlar, oluşan yapısal bozukluklarla kolayca tanımlanabilir. Spazm oluşan kaslar kontrakte olduğunda, çene pozisyonunda belirgin değişiklikler meydana gelebilir. Bu pozisyon değişiklikleri, akut maloklüzyona yol açabilir. Miyospazmların palpasyonu sırasında kaslar genellikle çok katıdır ve bu durum karakteristik bir özelliktir (48).

2.4.2.5. Kronik Miyozit

Kronik ve ağırlıklı olarak merkezi sinir sistemi kaynaklı sürekli kas ağrısı hastalığıdır. Ancak bu durum, klasik enflamasyon belirtileri olan kızarıklık ve şişlik ile karakterize edilmez. Kronik miyozit, kas dokusunda bulunan merkezi sinir sistemi kaynaklı nosiseptörlerden (nörolojik enflamasyon) kaynaklanır.

Kronik miyozitin en yaygın nedeni, uzun süreli lokal kas ağrıları veya miyofasiyal ağrıdır. Başka bir deyişle, bir hastanın miyojenik ağrılardan ne kadar uzun süre şikayetçi olduğu, kronik santral mediat miyalji olasılığını artırır. Bu durum, ağrının o anki yoğunluğundan ziyade kas ağrısının sürekli devam etmesiyle daha yakından ilişkilidir. Çoğu kas ağrısı hastalığı, ağrının olmadığı dönemlerle karakterize edilen episodik tarzda

seyreder. Uzun süreli ve sürekli kas ağrısı dönemlerinin kronik santral mediat miyaljiye yol açabileceği söylenebilir (48).

Bazen, bakteriyel veya viral bir enfeksiyon gerçek bir enfeksiyöz miyozit oluşturarak kasa yayılabilir. Bu durum nadir görülse de, ortaya çıktığında mutlaka doğru bir şekilde tanımlanmalı ve tedavi edilmelidir. Kronik miyozitin klinik karakteristikleri arasında devamlı, acı verici miyojenik ağrı yer alır. Ağrı, istirahat halinde de mevcuttur ve fonksiyonla birlikte artar. Etkilenen kaslar palpasyona oldukça duyarlıdır ve yapısal disfonksiyon yaygındır. En yaygın klinik belirti, semptomların uzun süre devam etmesidir.

Kronik kas rahatsızlıkları, altı ay veya daha uzun süren ve rahatlama dönemleri olmaksızın devam eden ağrı şeklinde tanımlanır. Bu tür rahatsızlıkların semptom ve bulgularını sürdüren faktörler arasında, altta yatan nedenin devam etmesi, aynı etiyolojinin tekrarlanması, yanlış tedavi yöntemleri, emosyonel stresin devam etmesi, uyku bozuklukları ve depresyon gibi durumlar yer alabilir (48).

2.4.3. Enflamasyonlu Eklem Hastalıkları

2.4.3.1. Sinovit

Sinoviyal membranın iltihaplanması durumu söz konusudur. Artroskopik veya histopatolojik analizle kılcal damar artışı veya hiperemi ve T hücreleri veya monositler/makrofajlar gibi inflamatuvar hücrelerin infiltrasyonu gözlemlenir. Sinovyal sıvıda birkaç sitokin/kemokin tespit edilmiştir. TME hastalarının sinovyal sıvısındaki en temsili proinflamatuvar sitokinler IL-1beta ve TNF-alfa'dır. Ancak, bu sitokinlerle uyarılan sinovyal membranın inflamasyonun ilerlemesini nasıl teşvik ettiği belirsizliğini korumaktadır. Hastalar, kapsül içi ağrı hisseder ve bu ağrı genellikle eklem hareketleriyle daha da artar. İnflamatuvar ağrı, inflamatuvar hücreler tarafından salgılanan prostaglandinler, lökotrienler, bradikinin ve serotonin gibi inflamatuvar medyatörlerin üretimiyle başlatılabilir. Genel olarak, bu medyatörler inflamatuvar bölgelerde siklooksijenaz (COX)-1 ve COX-2 tarafından araşidonik asitten üretilir. Bu sinyalleme kaskadını bastırmak için, COX enzimlerini inhibe etmek ve böylece prostaglandin üretimini önlemek ve TMJ ağrısını bastırmak için steroid olmayan anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAID'ler) kullanılabilir. Travma, bu durumun en önemli etiyolojik faktörlerinden biridir (41).

2.4.3.2. Kapsülit

Kapsüler ligamentlerin iltihaplanması durumudur. Kapsüler ağrı, iltihaplı kapsül gerildiğinde (örn. kapsülün translasyonel hareketi ile) tetiklenir. Bu nedenle ağrı, mandibulanın protrüzyonu veya lateral ekskürsiyonu, kontralateral çiğneme ve geniş ağız açıklığı ile şiddetlenir. Kapsülit ayrıca doğrudan kondil üzerinde elle hissedilebilen hassasiyet veya ağrı ile karakterizedir ve eklem üzerinde küçük şişlik tespit edilebilir. Travmanın kapsülit oluşumuna katkıda bulunduğuna yaygın olarak inanılmaktadır. Oklüzyondaki değişiklikler, posterior desteğin kaybı, iatrojenik maloklüzyon, kötü ağız alışkanlıkları, mesleki koşullar (örneğin, telefon ahizesini omuz ve kulak arasında tutmak), bruksizm ve mikrotravma kas dengesizliğine neden olabilir ve temporomandibular eklemde daha fazla yüklenmesine yol açabilir.

Tedavi için hastaya verilen talimatlar arasında rutin olarak çenenin dinlendirilmesi, yumuşak diyet ve bir analjezik alınması yer alır (49).

2.4.3.3. Artrit

Eklemde artiküler yüzeylerinin iltihaplanması anlamına gelen artritler, kondil ve fossada yıkıcı bir durum olarak ortaya çıktığında osteoartrit adını alır. Artrit türleri arasında en yaygın olanı osteoartrittir ve dejeneratif eklem rahatsızlığı olarak da bilinir. Temporomandibular eklemde aşırı yüklemeler sonucu gelişir. Artiküler yüzeylerde rezorpsiyon meydana gelir. Hastalığın başlangıç aşamasında kıkırdakta bazı değişiklikler olur: su miktarı artar ve proteoglikan sayısı azalır. Ayrıca, kolajen ağı, biriken tip II kolajenin üretimini azaltması ve artan bozulması nedeniyle zayıflar. Kıkırdak apoptozunun yoğunlaşması nedeniyle işlevsel olarak aktif kondrosit popülasyonunda bir azalma da gözlenir. Yukarıda belirtilen değişiklikler, kıkırdak hem elastikiyetinde hem de basınç dayanımında bir azalmaya yol açar.

Dejeneratif süreçlere yanıt olarak, eklem kıkırdaklarının daha derin katmanlarındaki kondrositler çoğalır ve yeni kolajen ve proteoglikanlar üretir, böylece onarım süreçleri başlar. Hastalık ilerledikçe, kıkırdak yıkım süreçleri onarım süreçlerine üstün gelmeye başlar. Hastalığın başlangıç aşamasında ağrı hissedilmese de genellikle ağrılıdır. Ayrıca, krepitasyon sesi de duyulabilir.

Temporomandibular eklem osteoartriti tedavisinin birkaç yöntemi vardır ve bunlar tedavi karmaşıklığına göre üç ana kategoriden birine ayrılabilir: konservatif tedavi (hasta

eğitimi, analjezikler, splint tedavisi, fizyoterapi), daha az invaziv cerrahi prosedürler (eklem içi enjeksiyonlar, artrosentez, artroskopi) ve cerrahi prosedürler (minimal invaziv artroskopik prosedürler ve açık eklem cerrahileri) (31).

2.4.3.4. Retrodiskit

TME retrodiskal dokuları, zengin damar ve sinir ağına sahip olduğu için aşırı yüklenmelere karşı oldukça hassastır. Kondil bu dokulara baskı yaptığında, hızlı bir enflamatuar yanıt ve doku yıkımı meydana gelebilir. Retrodiskitte en yaygın neden travmadır.

TME'nin retrodiskal dokusunun inflamatuvar bir durumu olan akut retrodiskit, makrotravmadan sonraki olası semptomlardan biridir ve sıklıkla diskin yer değiştirmesiyle takip edilir. Akut retrodiskit genellikle TME bölgesinde şişlikle birlikte görülür ve bu da ipsilateral dişlerin maloklüzyonuna ve çiğneme sırasında şiddetli ağrıya neden olabilir. Genel olarak, makrotravmadan kaynaklanan TME ile bağlantılı semptomlar akut inflamasyon, ağrı ve diskin yer değiştirmesi ile karakterizedir.

Mikrotravmalar da retrodiskite neden olabilir. Diskin zayıfladığı ve ligamentlerin güçsüzleştii durumlarda da, kondil retrodiskal dokulara baskı yapmaya başlar (49).

2.5. Temporomandibular Eklem Disfonksiyonlarının Semptomları

2.5.1. Ağrı

2.5.1.1. Temporomandibular Eklemde Ağrı

Artralji olarak bilinen eklem ağrısı, sağlıklı bir eklemde meydana gelmez çünkü eklem yüzeylerinde sinir uçları (innervasyon) bulunmaz. Bu nedenle, artralji yalnızca eklemi çevreleyen yumuşak dokulardaki ağrı reseptörlerinden (noziseptörler) kaynaklanabilir. Üç periartiküler doku noziseptör içerir: diskal ligamanlar, kapsüler ligamanlar ve retrodiskal dokular. Ligamanların gerilmesi ya da retrodiskal dokulara baskı uygulanması durumunda, noziseptörler sinyaller göndererek ağrı hissi oluşturur. Bu sinyaller, mandibulayı hareket ettiren kasların baskılanmasına (inhibisyon) neden olur ve bu yüzden ağrı aniden hissedildiğinde mandibular hareket durur (noziseptif refleks). Kronik ağrıda ise hareketler kısıtlanır (koruyucu kasılma) (21).

2.5.1.2. Çiğneme Kaslarında Ağrı

Kaslarda hissedilen ağrıya miyalji denir. Miyaljinin şiddeti, kasın fonksiyonu ile ilişkilidir; bu nedenle hastalar, ağrının çene hareketlerini etkilediğinden şikayet ederler. Konuşma ve çiğneme sırasında ağrı yaşayan hastalarda dikkat edilmesi gereken, bu fonksiyonel hareketlerin genellikle sorunun ana kaynağı olmadığıdır. Bazı durumlarda, asıl etiyolojik faktörler parafonksiyonel hareket tipleridir.

TME disfonksiyonları, eklem ve kaslarda ağrıya yol açabilir. Ağrı, kasların aşırı çalışması sonucu sürekli kasılması veya patolojik derecede gerilmesiyle ortaya çıkar. Kasların aşırı yorulması, o an veya egzersiz sonrası saatlerce süren ağrılara neden olabileceği gibi, kullanımın ardından 24–48 saat sonra ortaya çıkan ağrılara da (gecikmiş ağrı) yol açabilir. Ani ağrılar, kasların aşırı kullanımıyla hücre metabolizma atıklarının birikmesi ve ağrı reseptörlerinin uyarılmasıyla ilişkilidir. Gecikmiş ağrılarının nedeni ise, bu maddelerin uzun süre kasta birikmesi sonucu hücrelerde meydana gelen dejenerasyondur (21).

2.5.2. Temporomandibular Eklem Sesleri

Temporomandibular eklem (TME) sesleri, çene eklemine fonksiyon bozukluklarını işaret eden önemli belirtilerden biridir. Bu sesler genellikle çiğneme, konuşma veya ağız açmakapama sırasında duyulur ve birkaç farklı tipte karşımıza çıkar:

- Klik sesleri

Eklem disfonksiyonunun sürdüğü ve eklem diskinin kronik olarak öne ve mediale doğru kaydığı vakalarda, diskal ligamentler daha fazla uzar. Diskin sürekli olarak önde kalması, diskin arka kısmının incelmeye ve retrodiskal laminanın daha da gerilmesine neden olur. Disk öne kaydıkça, kondil başı diskin arka sınırında yer alır. Disk morfolojisi ciddi şekilde bozulduğunda, çene eklemi kapalı pozisyona geçmeden hemen önce ikinci bir eklem sesi duyulabilir. Bu sese "resiprokal klik" denir (49).

- Krepitasyon Sesleri

Krepitasyon sesi, daha ileri seviyedeki eklem bozukluklarında, özellikle eklem yüzeylerinde aşınma veya dejeneratif değişiklikler olduğunda ortaya çıkar. Bu ses, eklem hareketi sırasında kemik yüzeylerinin birbirine sürtünmesinden kaynaklanır ve genellikle osteoartrit veya dejeneratif eklem hastalığı ile ilişkilidir. Krepitasyon sesi, eklemdaki kıkırdak dokunun yıkımı ve eklem sıvısının yetersizliği ile de ilişkilendirilebilir.

- **Kilitlenme Sesi**

Bazı hastalarda çeneyi açma ya da kapama sırasında ani bir "takılma" veya "kilitlenme" hissi oluşabilir. Bu durumda eklemde diskin anormal bir pozisyonda sıkışması söz konusudur. Bu kilitlenme anında bir ses duyulabilir, ancak bu genellikle diğer seslerden farklı olarak daha kısa ve ani bir sestir (49).

2.5.3. Mandibular Fonksiyon Değişiklikleri

2.5.3.1. Lateral Deviasyon

Mandibula açılırken bir tarafa kayabilir ve bu açılma sırasında çenenin lateral pozisyonu düzeltilebilir. Normalde, mandibulanın düz bir hat boyunca açılması beklenir. Ağız açma sırasında deviasyon varsa ve çene maksimum açılmadan önce tekrar orta çizgiye dönüyorsa, bu durum disk rahatsızlığı ile ilişkilidir. Deviasyon ve kısıtlı açılma varsa, redüksiyonsuz disk deplasmanı söz konusu olabilir. Deviasyon genellikle posttravmatik durumlar veya akut/kronik disfonksiyonlarla ilişkilidir. Osteoartrit, ağız açılırken etkilenen tarafa doğru bir deviasyon gözlenir. Anterior disk dislokasyonunda da ağız açılma ve protrüzyon hareketleri sırasında etkilenen tarafa doğru bir deviasyon olabilir. Ayrıca, masseter ve temporal kasların tek taraflı spazmı da etkilenen tarafa doğru bir deviasyona neden olabilir (27).

2.5.3.2. Defleksiyon

Çene açılırken bir tarafa doğru lateral deviasyon yapıp bu pozisyonu koruması, çene kapanırken kayarak sentrik oklüzyon pozisyonuna geçmesi anlamına gelir.

2.6. TME İnternal Düzensizliklerinin Etiyolojisi

Temporomandibular bozukluklarının kesin etiyolojisi hala bilinmemekle birlikte, genellikle birden fazla etkenin rol oynadığı multifaktöriyel bir rahatsızlık olarak kabul edilir. Yıllar boyunca çeşitli etiyolojik faktörler öne sürülmüştür. Bu faktörler arasında travma, emosyonel stres ve bu stresle ilişkili brüksizm (diş gıcırdatma), davranışsal bozukluklar, parafonksiyonel çene aktiviteleri ve oklüzal problemler bulunmaktadır (51).

Travma, temporomandibular bozuklukların önde gelen nedenlerinden biridir. Travmalar genellikle makrotravma ve mikrotravma olarak iki şekilde sınıflandırılır. Makrotravma, eklem üzerine ani bir kuvvetin etkisiyle oluşur ve eklem yapısında çeşitli

değişikliklere yol açabilir. Bu yapısal değişiklikler arasında en yaygın olanı, diskal ligamentlerin uzunluğunun artmasıdır (52).

Mikrotravma, eklem üzerinde sürekli ve düşük düzeyde maruz kalınan kuvvetlerdir. Bu tür travmalara, parafonksiyonel alışkanlıklar, anormal çene konumlanmasına sebep olan prematür kontaktlar, yüksek ve hatalı yapılmış protezler veya restorasyonlar dahildir. Artiküler yüzeyleri kaplayan yoğun fibröz bağ dokusu, genellikle bu kuvvetleri dayanabilir; ancak fonksiyonel sınırları aşan kuvvetler, dokuda geri dönüşü olmayan değişikliklere yol açabilir.

Günlük yaşamda görülen diş sıkma, diş gıcırdatma, dil ve yanak ısırma, parmak emme, farklı postural alışkanlıklar ve bazı mesleki alışkanlıklar (örneğin kalem, iğne ısırma) bu aktiviteler arasında yer alır. Bu alışkanlıklar, dişlerde aşınmaya ve anormal çene pozisyonuna bağlı olarak çiğneme kaslarında sorunlara yol açabilir, bu da çiğneme disfonksiyonlarına yol açabilir. Parafonksiyonel alışkanlıkların ilk ve en sık görülen belirtisi bruksizmdir. Bruksizm, özellikle uyku sırasında mandibulanın normal hareketlerinden farklı olarak dişlerin ritmik ve spazmatik olarak birbirleri üzerinde aşındırıcı hareketleridir ve disk düzensizliklerinde rol oynadığı düşünülmektedir.

Diş gıcırdatma ve sıkma hareketleri eklemde aşırı yüklemeye neden olabilir ve bu aşırı yükleme, kollagen, hyaluronik asit ve proteoglikanların yıkımına sebep olan zararlı oksidatif radikallerin üretimini uyarabilir. Normal bir çiğneme sırasında yaklaşık olarak 27 kg'lık bir ısırma kuvveti uygulanırken, maksimum istemli ısırma sırasında bu kuvvet 70 kg'a kadar çıkabilir. Bruksizm sırasında ise bu kuvvetler 440 kg'a kadar çıkabilir, bu da anatomik yapılar için zararlı büyüklüktedir (53).

Disk düzensizlikleri ile ilişkilendirilen bir faktör, kollajen metabolizmasındaki değişiklikler sonucu ortaya çıkan gevşek eklem laksitesidir. Bu durum, ağırlı disk deplasmanlı eklemler ile asemptomatik eklemler arasındaki kollajen kompozisyonundaki farklılıkları gösterir. Temporomandibular eklem disk deplasmanı olan hastalarda, diğer eklem bozukluğu olan veya asemptomatik kontrol grubuna kıyasla sistemik eklem laksitesi belirgin derecede yüksek bulunmuştur.

Ancak genel popülasyonda, disk düzensizliklerinin sıklığı ile eklem laksitesi arasında bir paralellik bulunmadığı da tespit edilmiştir. Bu durum, disk düzensizliklerinin kompleks ve çoklu etiyolojik faktörlere dayanmasıyla ilişkilendirilebilir, bu nedenle her bireyde benzer şekilde gelişmeyebilir (54).

Temporomandibular eklem (TME) disk düzensizliğinin etiyolojik faktörleri ne olursa olsun, intraartiküler sürtünmenin artması diskin rahat kayamayışını etkileyebilir. Bu durum, eklemdaki normal hareketliliğin bozulmasına ve dolayısıyla disk düzensizliklerinin ortaya çıkmasına katkıda bulunabilir (55).

Nitzan tarafından kavramsallaştırılan bu fikir, teorik olarak sürtünmenin artışının nedenleri arasında eklem içi sinovyal sıvının içeriğinin değişmesi ve eklem yüzeylerinin değişiklikleri yer alabilir. Sinovyal sıvı, eklem yüzeylerini kaygan tutar ve eklem beslenmesini sağlar. Bu sıvının bileşimi veya miktarındaki değişiklikler, sürtünme artışına ve dolayısıyla TME disk düzensizliklerine katkıda bulunabilir (56).

Hormonal faktörlerin mandibular kondilin remodeling sürecinde etkili olabileceği düşünülmektedir. TME (Temporomandibular Eklem) osteoartriti kadınlarda daha sık görülür. Son yıllarda yapılan çalışmalar, östrojenin dejeneratif TME hastalıklarının patogenezinde rol oynayabileceğine işaret etmektedir (57).

Yaş, TME'de predispozan bir faktördür. Yaşlanma süreciyle birlikte, artiküler diskteki kalsiyum miktarı artar ve dejenerasyonun sıklığı ile şiddeti de artış gösterir. Özellikle ileri yaşlarda ortaya çıkan osteoartrit, vücudun diğer eklemleri gibi TME üzerinde de etkili olabilir (58).

Psikolojik faktörler, TME düzensizliklerinde önemli bir etyolojik rol oynar. Duyusal stresin artmasıyla nöromüsküler denge olumsuz yönde etkilenir ve kas tonusu artabilir. Bu durumda, ilk etkilenen kas genellikle masseter kası olur. Depresyon ve anksiyete gibi durumlar, miyofasiyal ağrıyı artırarak TME rahatsızlıklarıyla ilişkili olabilir. Bu nedenle, psikolojik etkenler ile TME arasında karmaşık bir ilişki bulunmaktadır (59).

2.7. TME Düzensizliklerinin Teşhis Yöntemleri

2.7.1. Anamnez

Ağrı, yalnızca hasta tarafından hissedilip tarif edilebildiği için, hastanın ağrı ile ilgili anamnezinin dikkatlice alınması, fiziksel muayene kadar önemlidir. Anamnez, ana şikayetleri ve ilişkili semptomları içermelidir. Bunlar; ağrının şiddeti, sıklığı, ağrıyı artıran veya azaltan faktörler, ağrının başlangıç zamanı, geçmişte ve mevcutta görülen ilaç tedavileri, cerrahi müdahaleler ve diğer tedavi yöntemleridir. Hekim, hastayı dikkatle dinlemeli ve hastanın şikayetlerini, ağrının türünü, lokalizasyonunu, şiddetini ve semptomların süresini tanımlamasına olanak sağlamalıdır. Hastanın ana şikayeti, hekimin

doğru bir tanı koyabilmesi ve ayırıcı tanı yapabilmesi için oldukça önemlidir. Ayrıca, tanı koymak için hastanın sistemik, dental ve psikolojik geçmişi de göz önünde bulundurulmalıdır (51).

2.7.2. Fizik Muayene

Temporomandibular eklemin fiziksel muayenesi, genellikle üç ana yöntemle yapılır: inspeksiyon, palpasyon ve oskültasyon.

- **Inspeksiyon:** Eklemin görünümünün değerlendirilmesi. Çene hareketlerinin gözlemlenmesi, asimetri veya diğer anormalliklerin fark edilmesi sağlanır.
- **Palpasyon:** Eklemin ve çevresindeki kasların elle muayenesi. Eklemin üzerindeki hassasiyet, şişlik veya anormal sertliklerin değerlendirilmesi yapılır.
- **Oskültasyon:** Eklemin açılıp kapanması sırasında çıkan seslerin dinlenmesi. Kikleme, popping veya diğer anormal seslerin varlığı tespit edilir.

Ağız açılırken, lateral deviasyon, S deviasyonu ve düzensizlik gözlenmemeli, ağız açıklığının düz bir şekilde açılması beklenir. Maksimum lateral hareketler ölçülmeli ve eğer eşlik eden ağrı varsa not edilmelidir. Normal ağız açıklığı yaklaşık 40 mm olarak kabul edilir. Sağ ve sol yönlerdeki lateral hareketler 7-10 mm civarındadır. Normal protruziv hareketler ise ortalama 7-10 mm'dir.

TME'deki seslerin (klik veya krepitasyon) değerlendirilmesinde palpasyon genellikle yeterlidir, çünkü çoğu eklem sesi klinik olarak önemsiz olabilir. Eğer palpasyon ile sesler net bir şekilde hissedilemiyorsa, steteskop ile dinlenebilir. Krepitasyon ile birlikte ağrı olmaması, osteoartrit veya artiküler dokuların nonenflamatuvar dejenerasyonunu gösterebilir ve bu durum genellikle spesifik bir tedavi gerektirmez. TME'de klik sesleri yaygın olarak görülür ve çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir; genellikle ilerleyen süreçte sorun yaratmazlar. Ancak, bu seslere eklem ağrısı, hareket kısıtlılığı ve eklem hassasiyeti eşlik ediyorsa, müdahale edilmesi gerekebilir (51).

Çiğneme kaslarının ve baş-boyun kaslarının palpasyonu, patolojilerin teşhisinde önemli bir rol oynar. Ağrılı masseter ve temporal kaslar, hekimin bruksizm (diş gıcırdatma) olasılığını değerlendirmesine neden olabilir. Eksternal pterygoid kasın ağrısı, oklüzyondaki çatışmalardan kaynaklanan proprioseptif uyarılara karşı bir adaptasyon tepkisi olabilir. Miyofasiyal ağrı sendromunda ise masseter ve lateral pterygoid kaslar genellikle etkilenir.

2.7.3. Radyolojik Muayene

2.7.3.1. Panoramik Radyografiler

TME'nin panoramik radyografisi, genellikle kondil kırıkları, sendromlarla ilişkili eklem bulguları, tümörler, kistler, osteomyelit, hiperplazi, hipoplazi ve aplazi gibi kondilin ileri derecede dejeneratif değişimlerini ve birincil eklem sorunlarını tespit etmek için kullanılır.

Bazı panoramik radyografi cihazlarında özel temporomandibular eklem (TME) çekim programları bulunmaktadır. Bu cihazlar, eklemlerin de ağız kapalı ve açık pozisyonlarda tek bir film üzerinde görüntülenmesini sağlar. Bu tür radyografilere "ağız açık-kapalı TME grafisi" veya "lateral panoramik grafi" adı verilir.

2.7.3.2. Artrografi

Artrografi tekniğinde, radyoopak kontrast madde temporomandibular eklemün üst veya alt boşluklarına, ya da her iki boşluğa birlikte enjekte edilir. Daha sonra düz plan radyografiler veya tomografiler kullanılarak görüntü alınır. Bu yöntem, diskin formu, lokalizasyonu ve fonksiyonu hakkında bilgi sağlar. Ancak, diskin lateral ve rotasyonel deplasmanı hakkında güvenilir bilgi vermez. Disk adezyonları, disk perforasyonları, diskin bağları ve kapsül yırtıkları da bu teknikle görüntülenebilir.

2.7.3.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), temporomandibular eklem içi düzensizliklerin teşhisinde oldukça güvenilir bir yöntem olarak kabul edilir. MRG, temporomandibular eklem diskinin pozisyonunu ve morfolojisini belirlemede, posterior disk ataçmanında inflamatuvar ve ödematöz değişiklikleri gözlemlemede, sinovit ve eklem efüzyonunu tespit etmede, subkondral erozyon ve avasküler nekroz gibi durumları değerlendirmede ve tümör gibi çeşitli anomalilerin tanısında kullanılmaktadır.

MR görüntüleme, artmış yumuşak doku kontrastı sayesinde anatomik detayları oldukça iyi gösterebilir. Diğer görüntüleme yöntemlerine kıyasla, çok daha fazla anatomik yapıyı değerlendirme imkanı sağlar. Bu özellik özellikle kıkırdak, tendon, kas, ligament ve meniskal yapıların değerlendirilmesinde büyük önem taşır (43).

2.7.3.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı tomografi, kemik tümörleri, eklem gelişimsel anomalileri, ankiloz, travmaya bağlı kırıklar, neoplastik değişiklikler veya artroz gibi eklem kemik yapılarıyla ilgili her türlü patolojik durumun değerlendirilmesinde kullanılır. Bu yöntem özellikle kemiksel yapıların detaylı incelenmesinde çok yararlıdır.

Ancak, BT eklem diski ve bağları net bir şekilde gösteremez ve yumuşak doku hastalıklarının teşhisinde yetersiz kalabilir. Bu yüzden, eklem diski deplasmanını teşhis etmek için ana görüntüleme yöntemi olarak tercih edilmemelidir; bu durumda genellikle manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tercih edilir.

Bilgisayarlı tomografinin gelişimiyle birlikte dental volumetrik bilgisayarlı tomografi veya konik ışın tomografisi (CBCT), özellikle diş hekimliği alanında kullanılmak üzere ortaya çıkmıştır. CBCT, kondilin 3 boyutlu görüntüsünü birden fazla düzlemde bilgisayar ekranında göstererek değişik açılardan inceleme yapılmasını sağlar. Bu teknoloji sayesinde disk-kondil ilişkisi gibi detaylı yapılar incelenebilir (31).

2.7.3.5. Kemik Sintigrafisi

Kemik sintigrafisi, duyarlılığı yüksek ancak özgüllüğü düşük bir nükleer tıp görüntüleme tekniğidir ve tüm nükleer tıp uygulamalarının yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Bu teknik, anamnez, tutulum lokalizasyonu ve diğer laboratuvar bulguları ile birlikte kullanılarak özgüllüğünü artırabilir.

Kemik lezyonları, radyografik olarak görüntülenebilmesi için kemik dokuda yaklaşık %50 kayıp olduğunda fark edilebilir. Ancak kemik sintigrafisi, %1 gibi küçük kemik kayıplarını bile tespit edebilir. Bu nedenle osteomyelit, artritler, avasküler nekroz, stres veya travmatik kırıklar, tümörler, metabolik kemik hastalıkları gibi durumlarda lezyonların görüntülenmesinde değerli bir araçtır.

2.8. Eklem İçi Hastalıkların Tedavi Yöntemleri

Klinik incelemeler, temporomandibular bozuklukların tedavisinde çeşitli tedavi yöntemlerinin bir arada kullanılmasının, konservatif yaklaşımlar arasında daha başarılı sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. Hastalara şikayetlerinin nedenlerini, hastalıklarının gelişimini, planlanan tedavi yöntemlerini ve dikkat etmeleri gereken noktaları açıklamak büyük önem taşır. Tedavinin etkinliği, hastanın motivasyonuna, doktor ile işbirliğine ve tedavi planına ne kadar uyduğuna bağlıdır. Temporomandibular bozuklukların tedavisinde

genellikle hasta eğitimi, ilaç kullanımı, oklüzal splint uygulaması ve fizik tedavi gibi yöntemlerin bir arada kullanıldığı multidisipliner bir yaklaşım tercih edilmektedir (60).

2.8.1. Oklüzal Splint

Oklüzal splint, genellikle sert akrilikten yapılan ve üst veya alt çene dişlerinin oklüzal ve insizal yüzeylerini kaplayarak karşı çene dişleriyle temas eden, takılıp çıkarılabilen bir apeedir (50). Doğru tanı konması ve uygun şekilde kullanılan oklüzal splintlerle %70-90 arasında başarı sağlandığı bildirilmiştir.

2.8.2. Farmakolojik Tedavi

Temporomandibular rahatsızlıkların tedavisinde kullanılan ilaç tedavisi, analjezikler, nonsteroidal anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAİİ), antidepresanlar, antianksiyolitik ilaçlar ve kas gevşetici içermektedir. Analjezikler ve NSAİİ'ler genellikle ağrıyı hafifletmek ve inflamasyonu kontrol altında tutmak için kullanılır. Ancak, bu ilaçların gastrointestinal bozukluklara, kanama riskine, disfajiye ve alerjik reaksiyonlara neden olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, ilaç tedavisi seçilirken hastanın genel sağlık durumu ve olası yan etkiler dikkate alınmalıdır (61).

2.8.3. Fizik Tedavi Yöntemleri

Temporomandibular düzensizliklerin tedavisinde fizik tedavi, analjezik, antiinflamatuvar ve stimülatif amaçlarla kullanılmaktadır. Fizik tedavinin temel amaçları şunlardır:

- Hastanın şikayetlerinin kaynağını anlamasına yardımcı olmak,
- Kasın aşırı aktivitesini hafifletmek,
- Kasları gevşetmek,
- Ağrıyı, spazmı ve ödemi azaltmak.

Bu hedefler doğrultusunda fizik tedavi yöntemleri, manuel terapi, egzersiz programları, ultrason, elektrik stimülasyonu gibi çeşitli tekniklerle uygulanabilir. Bu tedavi yaklaşımı, hastaların semptomlarını hafifletmek ve fonksiyonlarını iyileştirmek için etkili bir destek sağlamaktadır (62).

2.8.4. Düşük Doz Lazer Tedavisi

LAZER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), uyarılmış radyasyon yayılımı ile güçlendirilmiş bir ışık kaynağıdır. Lazer ışığı, moleküller veya atomdaki fazla enerjinin depolanıp ardından uyarılmasıyla elde edilen özel bir ışıktır. Lazer ışığı, elde edilış şekli nedeniyle bazı özellikleri ile normal ışıktan ayrılır. Bu özellikler, doğrusal olması, tek renkli olması ve ışığı oluşturan fotonların aynı fazda olması olarak özetlenebilir. Fotonların aynı fazda olması, lazerin biyostimölasyon için kullanılabilmesini sağlar. Lazerin tek renkli oluşu, yani doku seçici özelliğı, hedeflenen dokulara etki ederken çevre dokuların zarar görmesini en aza indirir.

2.9. Lazerin Tarihçesi

Lazer ışığı kavramından ilk kez 1917 yılında Albert Einstein bahsetmiş olsa da, ilk lazer cihazı (694 nm dalga boyunda çalışan sentetik yakut lazer) 1960 yılında Maiman tarafından geliştirilmiştir (63).

1968 yılında Mester, düşük şiddetteki ve zararsız görünmez ışığın biyolojik sistem üzerinde uyarıcı etkisi olduğunu, ağrıyı hafiflettiğini ve doku onarımını desteklediğini ortaya koymuştur. Mester ve ekibinin fareler üzerinde gerçekleştirdiğı yara tedavisi deneylerinde, geleneksel tedavilere yanıt vermeyen açık yaralarda, lazer tedavisi ile %85 oranında daha hızlı bir iyileşme sağlandığı ve bu hızlanmış iyileşmenin kan mikrodolaşımındaki artışla ilişkili olduğu rapor edilmiştir. (64).

Avrupa ve Asya'da özellikle 1970'li yıllarda düşük doz lazer kullanımının arttığı ve yarıiletken diyot lazerlerin (GaAs 904 nm, GaAlAs 780-890 nm, InGaAlP 630-700 nm) kullanımı yaygınlaşmıştır (65).

2.10. Lazer Işığının Özellikleri

Lazer ışığı, normal ışıktan farklı olarak, her tarafa yayılmak yerine tek bir yönde yoğun bir demet halinde ilerler. Bu, lazer ışığının daha az dağılması ve belirli bir yönde yoğunlaşması anlamına gelir. Lazer ışığı, belirli bir dalga boyuna sahip olup tek renkli olarak yayılır ve rengini bu dalga boyuna göre alır. Örneğin, 675 nm dalga boyuna sahip bir lazer ışığı kırmızı renkte görünür. Lazer ışığı, insan cildinin altına geçerek daha derin dokulara ulaşabilir. Lazer ışığı, güneş ışığından daha yoğun foton içerdiği için daha parlaktır. Foton yoğunluğu arttıkça, lazer ışığının derinliklere etki etme yeteneğı de artar.

2.11. Lazerin Fiziği

Işık, elektromanyetik enerjinin bir biçimidir ve hem partikül hem de dalga özellikleri sergileyebilir. Bu enerjinin temel bileşeni fotonlardır. Fotonlar, ışık hızında hareket ederler ve amplitüd ve dalga gibi temel özelliklerle tanımlanabilirler (66).

Amplitüd, bir dalganın vertikal eksenindeki tepe noktası ile tabanı arasındaki yüksekliği ifade eder. Dalga boyunun yoğunluk miktarını temsil eder ve birimi joule (J) olarak ölçülür (56). Amplitüd, ışığın parlaklık düzeyiyle ilişkilendirilen bir kavramdır.

Dalga boyu, bir dalganın bir tam periyodunun yatay eksenindeki uzunluğunu ifade eder. Lazerin cerrahi uygulamalarında kullanılacak dalga boyu, lazer ışığının dokularla etkileşimini ve derinliğini belirlemede kritik bir role sahiptir. Dalga boyunun ölçü birimi metredir (66).

Işık dalgasının yatay ekseninde hareket ettiği saniyedeki salınım sayısına "frekans" adı verilir ve ölçü birimi hertz (Hz) olarak ifade edilir. 1 hertz, saniyede 1 salınımın gerçekleştiğini ifade eder. Frekans ile dalga boyu arasında ters bir ilişki vardır. Yani frekans düşükse dalga boyu genellikle uzun olur, frekans yüksekse dalga boyu genellikle kısa olur. "Velosite" terimi ise genellikle "hız" anlamına gelir, özellikle ışığın hızı için kullanılır (66).

Lazer ışığı ile görünür ışık arasında önemli farklılıklar vardır. Görünür spektrumdaki renklerin (kırmızı, turuncu, mavi, sarı, yeşil, mor vb.) birleşimi normal ışığı oluşturur ve bu nedenle genellikle beyaz olarak algılanır. Lazer ışığı ise genellikle tek bir dalga boyunda (renkte) monokromatik olarak yayılır.

Lazer ışığının karakteristik özellikleri şunlardır:

- Monokromatik: Tek bir dalga boyunda (renkte) olması.
- Kohören: Fotonların aynı fazda olması, yani aynı dalga süresince aynı fazda hareket etmeleri.
- Kolimasyon: Işının paralel hale getirilmiş olması, yani geniş bir alandan çıkan ışınların paralel bir demet halinde ilerlemesi.
- Enerji taşıyıcılık: Fotonlarının yüksek enerji taşıması, bu özellikleriyle diğer ışık kaynaklarından farklılık gösterir (67).

2.12. Lazer ve Doku arasındaki Etkileşimler

Lazer enerjisi ile doku arasında dört temel etkileşim türü bulunur:

1. Emilim (Absorpsiyon): Dokular, belirli dalga boylarında lazer ışığını emebilirler. Bu emilim, dokuda termal etkilerin oluşmasına neden olabilir ve doku ısısının artmasına yol açabilir.

2. Yansıma (Reflection): Lazer ışığı, dokunun yüzeyinde yansır. Yansıyan ışık, dokunun optik özelliklerine ve yüzey özelliklerine bağlı olarak değişebilir.

3. Kırılma (Refraction): Lazer ışığı, dokunun optik yoğunluğundaki değişiklikler nedeniyle kırılabilir. Bu durum, lazer ışığının dokuda seyahat etme yönünü ve hızını etkileyebilir.

4. Saçılma (Scattering): Dokular, lazer ışığını saçabilirler. Bu saçılma, ışığın dokuda dağılmasına ve yayılmasına neden olabilir. Streu etkisi, dokunun iç yapısına bağlı olarak değişebilir ve lazerin derinlere nüfuz etme yeteneğini etkileyebilir (66, 68, 69).

2.13. Lazer Sistemlerinin Kategorilere Ayrılması

Lazerler genellikle güçleri, kullandıkları aktif ortam (lazerin içindeki işlevsel madde) ve kullandıkları dalga boylarına göre sınıflandırılırlar.

Düşük enerjili lazerler yumuşak lazerler olarak da bilinirler. Klinik uygulamalarda en yaygın olan yumuşak lazerler genellikle şunlardır: Helyum-Neon (He-Ne), Galyum-Arsenid (GaAs), Galyum-Alüminyum-Arsenid (Ga-Al-As) lazerleridir. Bu lazerler hücrel aktiviteyi uyarıcı etkiye sahiptirler ve genellikle 1-500 mW (miliwatt) güç aralığında çalışırlar. Yumuşak lazerler, dokularda termal etkiler oluşturmayacak şekilde tasarlanmışlardır, bu nedenle genellikle düşük güçte ve tedavi amaçlı kullanılırlar (70).

Yüksek enerjili sert lazerler olarak da adlandırılırlar ve genellikle cerrahi amaçlar için kullanılırlar. En yaygın kullanılan sert lazerler arasında CO₂, Nd: YAG (Neodymium-doped Yttrium Aluminum Garnet) ve Argon lazerler bulunur. Bu lazerler genellikle 30-100 W (watt) arasında bir güç uygularlar (71).

Dalga Boyuna Göre Lazerin Türleri:

- Görünür Işık Lazerleri: Gözle görülebilen dalga boylarında (yaklaşık 400-700 nm) çalışan lazerler (Potasyum Titanil Fosfat (KTP) ve Argon lazerler)

- İnfrared Lazerler: Kızılötesi dalga boylarında (yaklaşık 700 nm - 1 mm) çalışan lazerler (Er:YAG, Ga:Al:As, Nd:YAG).
- Ultraviolet Lazerler: Ultraviyole dalga boylarında (yaklaşık 10 nm - 400 nm) çalışan lazerler (Eksimer lazerler) (69).

2.14. Ağız, Diş ve Çene Cerrahisinde Kullanılan Lazerler

2.14.1. Argon Lazerleri

Argon lazerlerinin iki farklı dalga boyu mevcuttur: 514 nm (mavi-yeşil) ve 488 nm (mavi). FDA (Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi), 1991 yılında frenektomi, gingivektomi gibi oral yumuşak doku işlemlerinde ve 1995 yılında diş beyazlatma uygulamalarında Argon lazerlerin kullanımını onaylamıştır. Her iki dalga boyu da dişin sert dokuları tarafından çok az emilmesi nedeniyle, bu lazerlerin diş çevresinde gerçekleştirilecek yumuşak doku cerrahilerinde avantaj sağlamasını mümkün kılar. Bu özellikleri, diş eti (gingiva) işlemleri gibi yumuşak doku tedavilerinde etkin ve güvenli bir şekilde kullanılmalarına olanak tanır (72).

2.14.2. Karbondioksit (CO2) Lazer

CO2 lazerler, aktif madde olarak karbondioksit (CO2) gazını içerirler ve dalga boyu 10600 nm'dir. Bu lazerlerde atımlı ve devamlı dalga tipleri kullanılabilir. CO2 lazerler minimal skar dokusu oluşturabilen ve güçlü hemostatik (kanamayı durdurucu) ile bakterisidal (mikropları öldürücü) etkiye sahiptirler. CO2 lazerlerin sert dokulardaki mineral içerikleri tarafından emilmesi avantaj sağlarken, su içeriği düşük olan sert dokularda termal yan etkilere neden olabilir. Bu durum, cerrahi sırasında dokuların termal hasara uğrama riskini artırabilir (69, 73).

2.14.3. Diyod Lazer

800-980 nm dalga boyları arasında olan sert ve yarı-iletken lazerler, genellikle Galyum Arsenid (GaAs), Galyum-Alüminyum-Arsenid (Ga-Al-As) gibi elementlerin değişik kombinasyonlarından oluşur. Bu lazerler, hem temaslı hem de temassız olarak kullanılabilirler.

- Temaslı Uygulamalar: Yumuşak doku cerrahileri gibi yüzeysel tedavilerde kullanılır. Örneğin, gingivektomi (diş eti cerrahisi) gibi işlemlerde etkin bir şekilde kullanılabilirler.

- Temassız Uygulamalar: Derin dokularda damar içi lezyonların koagülasyonunda ve diğer terapötik uygulamalarda kullanılır.

Bu uygulamalarda lazer ışığı cilt yüzeyinden dokuya non-invaziv bir şekilde iletilir. Bu lazerlerin dalga boyu özellikleri, belirli terapötik etkiler için uygun enerji absorpsiyonunu sağlamakta önemli rol oynar.

Hemoglobin ve diğer pigmentler tarafından yüksek oranda absorbe edilseler de, Argon lazerlerinin hemostatik (kanamayı durdurucu) etkinliğine kıyasla zayıf kalıyor. Öte yandan, diyod lazerler biyostimülasyon ve ağrı kontrolü amacıyla etkilidirler (66, 74).

2.14.4. ND: YAG Lazer (Neodymium – doped: Yttrium – AliminumGarnet)

Nd: YAG lazerler, diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan lazerlerden biridir ve dalga boyu 1064 nm'dir. Yumuşak dokuya iyi penetrasyon sağladığı için lokal hemostazda etkili olur. Ancak, dalga boyu düşük olduğundan CO2 lazerlere kıyasla daha fazla doku destrüksiyonuna neden olabilir (75).

Nd:Yag lazerlerde yansıma miktarı fazladır, bu da çevre dokuların etkilenme riskini artırabilir. Bu durumu önlemek için lazer uygulamaları genellikle temaslı olarak yapılır ve özel uçlar kullanılarak işlemler kontrollü bir şekilde gerçekleştirilir.

Temassız uygulamalar, örneğin pulpada ağrı kesici etki sağlamak veya ülser gibi durumları tedavi etmek için kullanılabilir. Bu uygulamalar, lazer ışığının doğrudan dokuya temas etmeden, genellikle optik fiberler aracılığıyla iletilmesiyle gerçekleştirilir (69).

2.14.5. Erbiyum Türü Lazerler

Er:YAG lazerler 2940 nm dalga boyuna olup, suda en iyi şekilde emilen lazerlerdir (73).

FDA, 1997'de sert doku, 1999'da yumuşak doku cerrahisinde kullanımını onaylamıştır. Dental lazerler arasında en az hemostaz sağlayanları oldukları için, kanlanmanın az olduğu dokularda kullanılmaları tavsiye edilir. Erbiyum lazerler, kemikte remodeling üzerine olumsuz etki etmediği için tercih edilmektedir. Ancak sinüs lifting ameliyatlarında sinüs membranına zarar verme riskinin yüksek olması nedeniyle uygun değildir. Sert ve yumuşak dokuya etkili olmalarına rağmen implant yüzeyine zarar vermemeleri nedeniyle periimplantitis ve periimplant mukozitis tedavilerinde kullanılabilirler (66, 76, 77).

2.15. Düşük Enerji Seviyeli Lazer Uygulaması ve Dozajı

DESL uygulaması terapötik amaçlı olarak ilk kez 1968 yılında Mester tarafından yapılmıştır (78).

Terapötik amaçlı kullanılan lazerlerin dalga boyu 500 nm ile 1100 nm arasında, güç çıkışı 1 mW ile 500 mW arasında, enerji yoğunluğu 0.05 J/cm² ile 50 J/cm² arasında değişiklik göstermektedir. Lazer tedavisinin geniş bir terapötik aralığı bulunmasına rağmen, en etkili sonucu elde etmek için doğru dozun titizlikle uygulanması gereklidir.

Uygulanan enerji (Joule), güç (miliwatt) ile zaman (saniye) çarpımıyla hesaplanır.

Doz, uygulanan enerji miktarının ışınlanan alanla bölünmesiyle hesaplanır.

Örneğin, 100 mW gücündeki bir lazer 10 saniye boyunca 1 cm²'lik bir alana uygulandığında, hesaplama şu şekilde yapılır: 100 mW x 10 sn = 1000 mJ = 1 J enerji elde edilir.

Tıp alanında pek çok hastalığın tedavisinde veya semptomlarının hafifletilmesinde DESL uygulamaları kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan birçok çalışma etkinliğini kanıtlamış olmasına rağmen, uygulama protokolleri ve lazer kullanım parametreleri kesin olarak belirlenmemiştir (79).

2.16. Düşük Enerji Seviyeli Lazerin Biyostimülasyon Etkileri ve Etki Mekanizmaları

Biyostimülasyon, organizmaların kendini onarma ve iyileştirme yeteneklerini harekete geçirerek güçlendirme sürecidir. DESL tedavisi ise iltihabı azaltmak, doku onarımını artırmak ve analjezi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

DESL tedavisi ablatif veya termal mekanizmalara dayanmaz; bunun yerine ışığın emildiği ve kimyasal değişikliklere yol açan fotokimyasal bir etkiye sahiptir. DESL tedavilerinde kullanılan enerji seviyesi oldukça düşük olduğundan, dokularda 1°C'nin altında ısıl değişiklikler görülür. Bu yüzden, düşük doz lazerlerin etkileri genellikle ısısal olmayan etkiler olarak kabul edilir (80).

DESL tedavisi, mikro dolaşımda ATP, DNA ve RNA sentezinde artış sağlar. Fotonlarla kazanılan enerji, hücre içinde kimyasal enerji olarak ATP şeklinde depolanır, bu da hücre proliferasyonu ve fonksiyonlarını değiştirebilir. DESL uygulamaları ayrıca hücre membranı geçirgenliğini artırarak mitoz ve proliferasyon gibi biyolojik süreçleri teşvik eden, kofaktör olarak kullanılan Ca geçişini sağlar. Ancak yüksek doz lazer uygulamaları

sırasında ATPaz (Adenozin Trifosfataz) ve kalsiyum pompalarının aşırı etkinliği nedeniyle fazla ATP tüketimi gerçekleşir, bu da hücre metabolizmasının inhibe olmasına yol açabilir (81, 82).

2.17. Düşük Enerji Seviyeli Lazerin Klinik Uygulamaları

DESL, canlı dokularda ağrı, ödem ve iltihabı azaltmak için kullanılır. Bu lazerler, esas olarak doku iyileşmesini teşvik ederek terapötik etkiler sağlar. DESLT'nin oral ve maksillofasiyal bölgede kullanım alanları şunlardır (83):

- Antiinflamatuvar ve lokal analjezik olarak,
- Miyofasiyal ağrılarda,
- TME tedavilerinde,
- Periimplantitis tedavisinde,
- Nevralji tedavisinde,
- Sert ve yumuşak doku onarımının hızlandırılmasında,
- Dentin hassasiyetinde,
- Diş çekim soketlerinde.

2.18. Düşük Enerji Seviyeli Lazer Işığının Etkileri

Düşük enerjili lazerin hücre bazında meydana getirdiği uyarıcı etkiler şunlardır:

- Hücre metabolizmasını artırma: ATP sentezini artırarak hücre enerji üretimini teşvik eder. ATP, hücrenin kimyasal reaksiyonlarında ihtiyaç duyduğu enerjiyi temin eden bir moleküldür. Dokularda ATP seviyesinin artması, hücrelerin iyi beslenmesini sağlar ve metabolik atıklardan kurtulmalarına yardımcı olur, böylece hücreler enerji dolu kalabilir. ATP üretimindeki artış, doku iyileşmesinde görevli hücrelerin, örneğin fibroblastların, aktivitesini artırarak iyileşme sürecini destekler (81).
- Doku iyileşmesini hızlandırma: Yara iyileşmesini destekleyerek doku regenerasyonunu artırır.
- Antiinflamatuvar etki: İltihaplanmayı azaltarak ağrı ve ödemi azaltır. Kontrollü in-vitro çalışmalar, düşük enerjili lazerin hücre kültürlerinde inflamasyonu

azalttığını, prostaglandin (PGE2) seviyelerini düşürdüğünü ve siklooksijenaz-2'yi inhibe ederek bu etkiyi sağladığını göstermiştir (84).

- Analjezik etki: Ağrıyı azaltarak semptomları hafifletir. Işık enerjisindeki fotonlar, vücuttaki tedavi edilen bölgelerde kalsiyum gibi maddelerin serbest bırakılmasını tetikler. Bu iyonlar, özellikle hasarlı sinir uçlarıyla etkileşime girerek ağrının hafifletilmesine, kasların gevşemesine ve genel rahatlamaya katkıda bulunabilir. Ayrıca, lazer ışığının uygulandığı bölgelerde vücutta endorfin gibi doğal ağrı kesici maddelerin salgılanmasını teşvik edebilir (85).
- Mikrosirkülasyonu artırma: Kan akışını ve oksijen taşıma kapasitesini artırarak dokuların beslenmesini iyileştirir.
- Bağışıklık sistemini modüle etme: Bağışıklık tepkilerini düzenleyerek enfeksiyon riskini azaltabilir.

Lazer tedavisinde kullanılacak lazerin seçimi, tedavi edilecek hastalığa ve bu hastalığın lokalizasyonuna bağlı olarak belirlenir. Her hastalık veya durum için optimal tedavi etkinliği sağlamak amacıyla lazerin dalga boyu, gücü, tedavi süresi ve uygulama yöntemi gibi faktörler dikkate alınır.

Eğer deri ve mukozadaki bir hastalık tedavi ediliyorsa genellikle kırmızı ışıklı lazerler tercih edilir. Örneğin; ağız enfeksiyonlarında, aftlarda, herpes simplex ve herpes zoster gibi durumlarda, nevraljilerde, sinir yaralanmalarında, cilt yaralarında, venöz ülserlerde, ekzama, diş eti iltihaplarında, diş hassasiyetinde, dış kulak iltihaplarında ve boğaz enfeksiyonlarında kırmızı renkli lazerler kullanılabilir. Bu lazerlerin dalga boyları genellikle 633 nm ile 685 nm arasındadır.

Eğer kaslardaki, tendonlardaki hastalıklar ve kemikle ilgili problemler tedavi edilecekse genellikle infrared – kızıl ötesi ışık veren lazerler tercih edilir. Örneğin; baş dönmesi, kulak çınlaması, işitme kaybı, miyaljilerde, spor yaralanmalarında, temporomandibular rahatsızlıklar, romatoid artrit, osteoartrit, ameliyat gerektirmeyen boyun ve bel fıtıklarında 820 nm - 905 nm dalga boyu olan infrared lazerler kullanılabilir (65).

2.19. Düşük Enerjili Lazerlerin Temporomandibular Rahatsızlıklarda Kullanımı

Temporomandibular rahatsızlıkların tedavisinde He-Ne (Helyum-Neon), GaAs (Galyum Arsenid), GaAlAs (Galyum Alüminyum Arsenid) gibi farklı özelliklere sahip fototerapi aygıtları kullanılmaktadır (86).

Düşük enerjili lazerin analjezik, anti-inflamatuar ve biyostimülasyon etkilerinden yararlanılmaktadır. Laboratuvar ve klinik çalışmalar, temporomandibular rahatsızlıklarda lazer tedavisinin hücre metabolizması üzerinde antiinflamatuar, ödem azaltıcı ve uyarıcı etkiler sağladığını ve lazerin ikinci bir etkisinin ağrıyı hafifletmek olduğunu göstermektedir (87).

Kronik eklem hastalıkları zamanı, eklem kapsülüne uygulanan düşük enerjili lazerin dozu inflamatuvar aktiviteyi engelleyecek düzeyde ise ağrıyı azaltabilir. İn vivo çalışmalar, bu tür lazer uygulamalarının eklem kapsülündeki prostaglandin (PGE2) seviyelerini düşürerek antiinflamatuar etki gösterdiğini desteklemektedir (88).

Kas kaynaklı temporomandibular rahatsızlıklarda tetik noktalarına uygulanan düşük enerjili lazer tedavisinin ağrıda ve tetik noktalarda azalma sağladığı bildirilmiştir (89).

Olumlu sonuçların elde edildiğini belirten çalışmalarda başarı genellikle subjektif sonuçların yorumlanmasına dayanmaktadır. Bu nedenle, düşük enerjili lazerin klinik başarısı hala tartışma konusudur ve objektif kriterlerin kullanıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır. Düşük enerjili lazer genellikle yan etki yapmaz; ancak, ilk uygulama sırasında ödemli bölgelerde kan dolaşımındaki artış nedeniyle ağrıda geçici bir artış yaşanabilir.

3. MATERYAL METOT

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalında yürütülmüştür. Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 06.03.2024 tarihinde onayı alınarak (64529847/7, Ek-1) kontrollü klinik bir çalışma olarak planlanmıştır.

3.1. Hastaların Seçimi

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'na Temporomandibular Eklem (TME) şikayeti ile başvuran ve yapılan klinik muayene sonucu TME İnternal Düzensizliği teşhis edilen, klik sesi şikayeti olan, redüksiyonlu disk deplasmanı ön tanısı konulan ve miyaljisi olan, geçmişte herhangi bir tedavi görmemiş (analjezik, antiinflamatuvar kullanımı hariç), ciddi psikolojik rahatsızlığı olmayan hastalar tercih edilmiştir.

Hastaların anamnezinde travma öyküsü olmamasına dikkat edildi. TME bölgesinde yansıyan ağrı oluşturabilecek ağız içinde herhangi bir çürük, enfekte bir odak bulunmayan, nevralji tarzında ağrı anamnezi olmayan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Tedaviye başlamadan önce tüm hastalara TME rahatsızlıklarının nedenleri, belirtileri, tanı yöntemleri ve tedavi süreçleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Hastalar, tedaviyle ilgili olası komplikasyonlar ve kullanılacak materyaller konusunda bilgilendirilmiş, ayrıca çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarını beyan eden bilgilendirilmiş onam formu (EK-2) imzalatılmıştı.

Klinik değerlendirme sonucunda çalışmaya dahil edilen hastaların demografik bilgileri, klinik bulguları ve anamnezleri, ek olarak sunulan “Temporomandibular Eklem Muayene Formu”na (Ek-3) kaydedilmiştir. Bu formlarda, hastaların başlıca şikayetleri, diş sıkma veya gıcırdatma alışkanlıkları, çene fonksiyonları sırasında TME’de hissedilen ağrı şiddeti, ağız açıklığı genişliği, lateral ve protrüziv hareket mesafeleri, eklem seslerinin varlığı ve tinnitus durumu detaylı olarak not edilmiştir.

3.2. Hasta Gruplarının Oluşturulması

Her grupta 50 hasta olmak üzere hastalar temporomandibular eklem rahatsızlığına göre redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji olmak üzere 2 ana gruba ayrılmış, bu gruplarda uygulanan tedavi metoduna göre de 3 alt gruba ayrılmıştır. Çalışmaya dahil edilen tedavi grubu hastalara düşük enerji seviyeli lazer işlemi uygulanmıştır. Etik

nedenlerle, TME redüksiyonlu veya miyalji teşhisi konulan ancak tedavi yapılmayan, belli aralıklarla takip edilen hastalar kontrol gruplarına alınmıştır.

Grup I: Bu grup klinik değerlendirme sonucu redüksiyonlu disk deplasmanı teşhisi konulan hastalardan oluşmaktadır. Bu gruptaki hastalara düşük seviyeli lazer tedavisi için Ga-Al-As diyot laser (EzLase 940, Biolase Technology, Inc. 4 Cromwell Irvine, USA) uygulanmıştır.

Grup Ia: Bu gruptaki hastalara (20 hasta) 940 nm, 1.5 W, 90 J, pulsatif DESL uygulanmıştır.

Grup Ib: Bu gruptaki hastalara (20 hasta) 940 nm, 3 W, 180 J, pulsatif DESL uygulanmıştır.

Grup Ic: Herhangi bir tedavi uygulanmayan kontrol grubu (10 hasta).

Grup II: Bu grup klinik değerlendirme sonucu miyalji teşhisi konulan hastalardan oluşmaktadır. Bu gruptaki hastalara düşük seviyeli lazer tedavisi için Ga-Al-As diyot laser (EzLase 940, Biolase Technology, Inc. 4 Cromwell Irvine, USA) uygulanmıştır.

Grup IIa: Bu gruptaki hastalara (20 hasta) 940 nm, 1.5 W, 90 J, pulsatif DESL uygulanmıştır.

Grup IIb: Bu gruptaki hastalara (20 hasta) 940 nm, 3 W, 180 J, pulsatif DESL uygulanmıştır.

Grup IIc: Herhangi bir tedavi uygulanmayan kontrol grubu (10 hasta).

İki ana gruptan oluşan bu çalışmada, tedavi sonuçları açısından gruplar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, her grubun kendi içindeki zamana bağlı değişimler de incelenmiştir.

3.3. Değerlendirilen Klinik Parametreler

3.3.1. Hastaların TME Fonksiyonları Sırasında Duydukları Ağrının Şiddeti

Hastalara çene eklemi fonksiyon halinde iken duydukları ağrının şiddeti sorulmuştur. Hastaların ağrı şiddetini sayısal bir değere dönüştürmek için vizüel analog skala (VAS) kullanılmıştır. VAS: 10 eşit bölmeli bir hat üzerinde 0'dan 10'a kadar yerleştirilen sayıların anlamları hastalara anlatıldı. Hiç ağrı olmaması 0, en şiddetli ağrının 10, orta derece ağrının 5 olduğu açıklandı. Bu açıklamalara göre hastalardan yapılacak

muayeneler sırasındaki ağrıları skala üzerinde işaretlemeleri istenildi. Temporal, masseter, ve eklem bölgesi palpasyon hassasiyetleri VAS'a göre tedavi öncesi ve sonrası olarak kayıt edildi.

3.3.2. Hastanın Meydana Getirdiği Ağrısız Maksimum Ağız Açıklığı

Hastalara, ağrı hissedene kadar ağızlarını olabildiğince açmaları söylenir. Bu konumdayken alt ve üst kesici dişler arasındaki mesafe, ağız cetveli kullanılarak milimetre cinsinden ölçülür ve bu değer maksimum ağrısız ağız açıklığı (MAAA) olarak kaydedilir. Preoperatif dönemde, postoperatif 1. ayda ve 6. ayda ağrısız maksimum ağız açıklığı ölçümleri yapılmıştır.

3.3.3. Hastanın Hekim Yardımıyla ve Yardımı Olmadan Meydana Getirdiği Maksimum Ağız Açıklığı

Hekim yardımıyla yapılan ölçümde, hekim parmaklarını hastanın dişleri arasına yerleştirerek alt çenenin daha fazla açılmasına yardımcı olur. Bu pozisyonda alt ve üst kesici dişler arasındaki mesafe ağız cetveli ile milimetre cinsinden ölçülerek hekim desteğiyle elde edilen maksimum ağız açıklığı değeri belirlenir. Hekim müdahalesi olmaksızın yapılan ölçümde ise hastadan, ağrı hissetmesine rağmen mümkün olduğunca ağızını açması istenir.

3.3.4. Çenenin Sağ, Sol Lateral ve Protrüzyon Hareketinin Miktarı

Alt çenenin sağ ve sol lateral yönde hareketleri zamanı üst ve alt merkezi kesici dişler arasındaki çizginin hareket aralığı, protrüzyon hareketinde ise alt çenenin öne doğru kaydırıldığı zaman üst ve alt keser dişler arasındaki mesafe ağız cetveli ile mm cinsinden ölçülerek kayıt edilmiştir.

3.3.5. Temporomandibular Eklem Bölgesindeki Sesin ve Tinnitusun değerlendirilmesi

Hastalara ağızlarını açıp kaparken şikayetçi oldukları taraftan ses gelip gelmediği sorulmuştur. Buna ek olarak kulakta çınlama (Tinnitus) varlığı da tedavi öncesi ve sonrası 1. ve 6. ay takiplerinde değerlendirilmiştir.

3.4. Düşük Enerji Seviyeli Lazer Tedavisinin Uygulanması

Çalışmaya dahil edilen hastalarda DESL tedavisi temporomandibular eklem ve çiğneme kasları (masseter ve temporal) üzerinde, haftada 3 kez olmak üzere toplam 9 seans ve cilt ile temas halinde yapıldı. Redüksiyonlu disk deplasmanı grubunda tragus ve lateral kantusu birleştiren çizgi üzerinde, tragusun 10 mm önünde olacak şekilde, masseter ve

temporalis kasları üzerinde ise ağrının en fazla yoğunlaştığı bir nokta üzerinde uygulandı. Hastaya çalışma esnasında kesinlikle başını ve çenesini hareket ettirmemesi önerildi.

3.5. İstatistiksel İnceleme

İstatistiksel analiz için SPSS for Windows 17.0 (SPSS Inc., Chiago, IL, USA) kullanıldı. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu için Shapiro Wilk testi uygulandı. Gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis, Mann Whitney U testleri ve Bonferroni düzeltmesi veya Mann Whitney U testleri kullanıldı. Grup içi karşılaştırmalarda ise Wilcoxon testi ile birlikte gerçekleştirildi. Gerekli durumlarda Ki-kare testi ve Spearman korelasyon testleri uygulandı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak alındı.

4. BULGULAR

4.1. Hastalara ait bilgiler

Çalışmamızda redüksiyonlu disk deplasmanı grubunun Grup Ia alt grubunda 13'ü kadın (%65), 7'si erkek (%35) olmak üzere 20 hastaya, Grup Ib alt grubunda 13'ü kadın (%65), 7'si erkek (%35) olmak üzere 20 hastaya çift taraflı temporomandibular eklem bölgesine DESL tedavisi uygulandı. Grup Ic alt grubunda 5'i kadın (%50), 5'i erkek (%50) olmak üzere 10 hastaya tedavi uygulanmadan takip yapıldı.

Miyalji grubunun Grup IIa alt grubunda 15'i kadın (%75), 5'i erkek (%25) olmak üzere 20 hasta, Grup IIb alt grubunda 15'i kadın (%75), 5'i erkek (%25) olmak üzere 20 hastaya masseter veya temporal kasının en fazla ağrı yoğunlaşan noktasına DESL tedavisi uygulandı. Grup IIc alt grubunda 6'sı kadın (%60), 4'ü erkek (%40) olmak üzere 10 hastaya tedavi uygulanmadan takip yapıldı.

Tablo 1. Çalışmaya katılan hastaların cinsiyet ve tedavi dağılımı

Grup	Alt Grup	Cinsiyet	Hasta Sayısı	Tedavi
Redüksiyonlu Disk Deplasmanı	Grup Ia	13K (%65) 7 E (%35)	20	DESL
	Grup Ib	13 K (%65) 7 E (%35)	20	
	Grup Ic	5 K (%50) 5 E (%50)	10	Takip
Miyalji	Grup IIa	15 K (%75) 5 E (%25)	20	DESL
	Grup IIb	15 K (%75) 5 E (%25)	20	
	Grup IIc	6 K (%60) 4 E (%40)	10	Takip

DESL: Düşük Enerji Seviyeli Lazer; K: Kadın; E: Erkek

Çalışmaya katılan hastaların yaş ortalaması redüksiyonlu disk deplasmanı grubunun Grup Ia alt grubunda 28,6; Grup Ib alt grubunda 27,1; Grup Ic alt grubunda ise 36,6'dır. Yaş ortalaması miyalji grubunun Grup IIa alt grubunda 29,55; Grup IIb alt grubunda 33,00; Grup IIc alt grubunda ise 39,40'dır.

Çalışmaya katılan hastaların boy ortalaması redüksiyonlu disk deplasmanı grubunun Grup Ia alt grubunda 167,35; Grup Ib alt grubunda 168,60; Grup Ic alt

grubunda ise 171,80'dir. Boy ortalaması miyalji grubunun Grup IIa alt grubunda 166,60; Grup IIb alt grubunda 168,40; Grup IIc alt grubunda ise 170,00'dır.

Çalışmaya katılan hastaların kilo ortalaması redüksiyonlu disk deplasmanı grubunun Grup Ia alt grubunda 63,95; Grup Ib alt grubunda 65,40; Grup Ic alt grubunda ise 63,40'dır. Kilo ortalaması miyalji grubunun Grup IIa alt grubunda 62,55; Grup IIb alt grubunda 63,95; Grup IIc alt grubunda ise 65,90'dır.

Tablo 2. Redüksiyonlu disk deplasmanı grubundaki alt grupların numerik demografik verilerinin karşılaştırılması

Numerik demografik veriler	Grup Ia Ortalama + ss	Grup Ib Ortalama + ss	Grup Ic Ortalama + ss	P değeri
Yaş	28,6 ± 11,422	27,1 ± 10,847	36,6 ± 17,199	> 0.05
Boy	167,35 ± 7,147	168,60 ± 9,610	171,80 ± 3,938	> 0.05
Kilo	63,95±12,647	65,40±15,388	63,40±9,204	> 0.05

ss: standart sapma

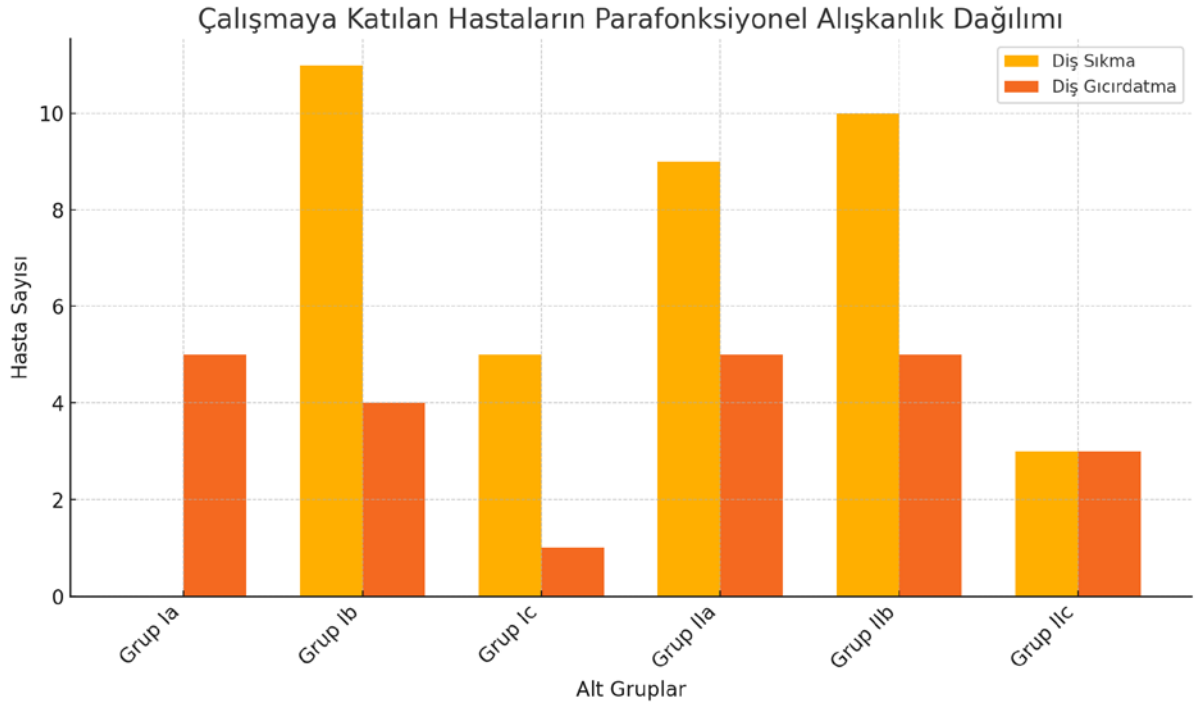
Tablo 3. Miyalji grubundaki alt grupların numerik demografik verilerinin karşılaştırılması

Numerik demografik veriler	Grup IIa Ortalama + ss	Grup IIb Ortalama + ss	Grup IIc Ortalama + ss	P değeri
Yaş	29,55±11,641	33,00±11,116	39,40±14,346	> 0.05
Boy	166,6±10,605	168,40±6,320	170,00±7,071	> 0.05
Kilo	62,55±14,095	63,95±8,690	65,90±11,377	> 0.05

ss: standart sapma

Hem redüksiyonlu disk deplasmanı hem de miyalji grubundaki alt grupların numerik demografik verilerinin karşılaştırılması zamanı anlamlı fark bulunmamıştır.

Çalışmaya katılan hastaların parafonksiyonel alışkanlık dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmaya Katılan Hastaların Parafonksiyonel Alışkanlık Dağılımı

Çalışmaya dahil edilen hastalarda tedavi ve takip dönemlerinde DESL uygulamalarına bağlı herhangi bir komplikasyon görülmemiştir.

4.2. Klinik Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışmada değerlendirilen önemli bir parametre olan, çene fonksiyonları sırasında meydana gelen ağrı şiddetinin, uygulanan tedavilere göre zamana bağlı değişimi Tablo 4’de gösterilmiştir. Tüm alt gruplarda 1. ve 6. ayda ağrı şiddetinin azalması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Özellikle Grup Ic’de 6. ayda daha düşük bir ağrı seviyesi olduğu görüldü. Grup IIa’nın 6. aydaki VAS değeri diğer gruplara kıyasla daha düşük seviyededir, bu da bu grupta uygulanan tedavinin daha etkin olduğunu düşündürülebilir. Sonuç olarak her iki grupta da 1. ve 6. aylarda VAS değerlerindeki azalma, tedavinin etkinliğini ve uzun vadede ağrı kontrolünün sürdürülebilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda çene fonksiyonları sırasında meydana gelen ağrı şiddetinin uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T. S. 6. ay
Grup Ia VAS P değeri	6,65±2,207	1,70±2,080 p<0.000*	1,60±2,326 p<0.000*
Grup Ib VAS P değeri	6,70±2,179	2,20±2,419 p<0.000*	2,50±2,782 p<0.000*
Grup Ic VAS P değeri	4,20±2,616	1,70±1,889 p<0.028*	1,20±2,300 p<0.035*
Grup IIa VAS P değeri	6,40±2,371	1,85±1,843 p<0.000*	1,20±1,576 p<0.000*
Grup IIb VAS P değeri	6,00±1,747	2,80±1,852 p<0.000*	1,75±2,173 p<0.000*
Grup IIc VAS P değeri	5,90±1,524	2,60±1,776 p<0.005*	1,50±1,900 p<0.005*

T.Ö.: Tedavi Öncesi; T.S.: Tedavi Sonrası; VAS: Vizüel Analog Skala

Tablo 5. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda maksimum ağrısız ağız açıklığının (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T. S. 6. ay
Grup Ia MAAA P değeri	28,05±4,925	38,60±3,831 p<0.000*	39,00±4,316 p<0.000*
Grup Ib MAAA P değeri	27,40±8,635	36,45±5,434 p<0.000*	37,20±5,606 p<0.000*
Grup Ic MAAA P değeri	35,90±4,408	39,60±4,222 p<0.005*	41,20±3,155 p<0.005*
Grup IIa MAAA P değeri	27,55±7,430	36,35±5,383 p<0.000*	37,50±5,052 p<0.000*
Grup IIb MAAA P değeri	32,90±4,025	38,90±4,678 p<0.000*	39,70±4,879 p<0.000*
Grup IIc MAAA P değeri	33,90±2,514	38,80±4,131 p<0.025*	39,80±4,872 p<0.022*

T.Ö.: Tedavi Öncesi; T.S.: Tedavi Sonrası; MAAA: Maksimum Ağrısız Ağız Açıklığı

Tablo 6. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda hekim yardımı olmadan meydana gelen maksimum ağız açıklığının (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T. S. 6. ay
Grup Ia MAA P değeri	39,20±5,644	42,75±3,823 p<0.014*	42,65±3,407 p<0.006*
Grup Ib MAA P değeri	35,30±8,196	39,85±4,771 p<0.001*	40,85±3,815 p<0.000*
Grup Ic MAA P değeri	38,70±4,644	41,40±4,402 p<0.007*	42,40±3,471 p<0.007*
Grup IIa MAA P değeri	36,95±6,878	41,10±3,999 p<0.000*	41,70±3,420 p<0.000*
Grup IIb MAA P değeri	41,35±5,133	41,85±3,731 p>0.462	42,20±3,679 p>0.257
Grup IIc MAA P değeri	35,80±2,573	39,90±3,843 p<0.028*	40,50±4,552 p<0.032*

Tablo 7. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda hekim yardımıyla meydana gelen maksimum ağız açıklığının (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T. S. 6. ay
Grup Ia YMAA P değeri	42,00±4,565	44,65±3,407 p<0.013*	44,15±3,066 p<0.028*
Grup Ib YMAA P değeri	39,55±7,244	42,95±3,426 p<0.004*	43,10±3,042 p<0.004*
Grup Ic YMAA P değeri	40,90±3,665	42,30±3,974 p<0.027*	42,70±3,683 p<0.026*
Grup IIa YMAA P değeri	41,30±5,592	43,40±3,575 p<0.001*	43,70±3,230 p<0.001*
Grup IIb YMAA P değeri	42,55±4,740	43,90±1,997 p>0.113	43,70±2,658 p>0.188
Grup IIc YMAA P değeri	38,40±2,066	41,30±3,302 p>0.057	42,00±4,137 p>0.065

Tablo 8. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda alt çenenin sağ lateral hareketinin (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T. S. 6. ay
Grup Ia SağL P değeri	7,65±2,231	9,20±1,576 p<0.003*	9,80±1,361 p<0.001*
Grup Ib SağL P değeri	8,10±2,245	9,80±2,142 p<0.000*	10,10±1,917 p<0.000*
Grup Ic SağL P değeri	7,60±1,174	9,30±1,337 p<0.011*	10,10±1,853 p<0.009*
Grup IIa SağL P değeri	8,20±2,567	10,15±1,755 p<0.000*	10,35±1,461 p<0.000*
Grup IIb SağL P değeri	7,45±1,638	9,25±1,585 p<0.001*	9,70±1,302 p<0.000*
Grup IIc SağL P değeri	7,30±1,252	8,40±1,350 p<0.050*	8,80±1,476 p<0.033*

T.Ö.: Tedavi Öncesi; T.S.: Tedavi Sonrası; SağLH: Sağ Lateral Hareket

Tablo 9. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda alt çenenin sol lateral hareketinin (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T. S. 6. ay
Grup Ia SolL P değeri	7,85±1,954	9,10±2,075 p<0.001*	9,25±1,650 p<0.004*
Grup Ib SolL P değeri	6,95±2,328	8,60±1,536 p<0.001*	8,90±2,315 p<0.000*
Grup Ic SolL P değeri	7,50±1,780	10,10±1,524 p<0.005*	10,00±1,764 p<0.007*
Grup IIa SolL P değeri	8,30±2,697	10,05±2,395 p<0.001*	10,20±2,441 p<0.001*
Grup IIb SolL P değeri	8,00±1,974	9,75±1,293 p<0.000*	9,90±1,410 p<0.000*
Grup IIc SolL P değeri	6,70±1,494	8,80±1,398 p<0.004*	9,40±1,265 p<0.007*

T.Ö.: Tedavi Öncesi; T.S.: Tedavi Sonrası; SolL: Sol Lateral

Tablo 10. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda alt çenenin protrüzyon hareketinin (mm cinsinden) uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T. S. 6. ay
Grup Ia Protrüzyon P değeri	6,20±1,824	8,20±1,824 p<0.000*	8,75±1,916 p<0.001*
Grup Ib Protrüzyon P değeri	6,85±3,014	8,05±2,417 p<0.006*	8,85±2,207 p<0.001*
Grup Ic Protrüzyon P değeri	6,30±1,337	8,40±1,713 p<0.005*	9,00±1,764 p<0.005*
Grup IIa Protrüzyon P değeri	6,15±1,843	8,75±1,618 p<0.000*	9,25±1,517 p<0.000*
Grup IIb Protrüzyon P değeri	6,45±2,064	8,20±1,609 p<0.000*	8,65±1,461 p<0.000*
Grup IIc Protrüzyon P değeri	7,20±2,044	8,70±2,003 p<0.007*	9,60±1,955 p<0.009*

Redüksiyonlu disk deplasmanı grubunda alt gruplar arası karşılaştırmada anlamlı çıkan klinik veriler tablo 11’de gösterilmiştir. Bu karşılaştırmalar, Grup Ic’nin tedavi almadan gösterdiği doğal iyileşme süreci ile bazı parametrelerde Grup Ib’den daha iyi sonuçlara ulaştığını göstermektedir. Özellikle 1. ay SolL ve 6. ay MAAA değerlerinde Grup Ic’nin daha yüksek değerlere sahip olması, doğal iyileşme sürecinin bazı hastalarda tedavi etkisine yakın bir sonuç verebileceğini göstermektedir. Ayrıca, başlangıçta daha yüksek ağrı seviyesine sahip olan Grup Ib’in tedavi sonrası belirgin iyileşmeler göstermesine rağmen Grup Ic’ye göre daha sınırlı gelişim kaydetmesi, tedavi sürecinin bazı hastalarda beklenen etkiyi yaratmadığını ya da daha uzun süreye ihtiyaç duyulabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 11. Redüksiyonlu disk deplasmanı grubunda klinik verilerin alt gruplar arası karşılaştırılması

	Klinik Parametreler	Grup Ib	Grup Ic	Grup Ib - Grup Ic Karşılaştırma P değeri
Tedavi Öncesi	VAS	6,70±2,179	4,20±2,616	p<0.013*
1. ay	SolL	8,60±1,536	10,10±1,52	p<0.024*
6. ay	MAAA	37,20±5,606	41,20±3,15	p<0.006*

Miyalji grubunda alt gruplar arası karşılaştırmada anlamlı çıkan klinik veriler tablo 12’de gösterilmiştir. Tedavi gören Grup IIa’nın tedavi almayan Grup IIc’ye kıyasla bazı klinik parametrelerde daha yüksek değerlere ulaştığını ve tedavinin bu grupta etkili olduğunu göstermektedir. Grup IIb ile Grup IIc arasında sağ lateral hareket dışında bazı parametrelerde anlamlı fark olmaması, bu grupların tedaviye benzer yanıtlar verdiğini veya doğal iyileşme süreçlerinin benzer seviyede ilerlediğini düşündürülebilir. Grup IIa’nın özellikle SağL ve YMAA gibi parametrelerde daha iyi sonuçlar göstermesi, tedavinin sağladığı olumlu etkiyi öne çıkarır.

Tablo 12. Miyalji grubunda klinik verilerin alt gruplar arası karşılaştırılması

	Klinik Parametre	Grup II a	Grup IIb	Grup IIc	Grup IIa - Grup IIc P değeri	Grup IIb - Grup IIc P değeri
T.Ö.	MAAA	27,55±7,430	32,90±4,025	33,90±2,514	p<0.019*	p>0.559
1. ay	SağL	10,15±1,755	9,25±1,585	8,40±1,350	p<0.015*	p<0.031*
	YMAA	43,40±3,575	43,90±1,997	41,30±3,302		
6. ay	SağL	10,35±1,461	9,70±1,302	8,80±1,476	p<0.017*	p>0.131

T.Ö. :Tedavi Öncesi

Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda klik sesinin uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi Tablo 13’de gösterilmiştir. Tedavi uygulanan gruplarda klik sesi olan hasta sayısında anlamlı azalmalar görülmüştür. Bu, tedavi sürecinin klik sesini azaltmada etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle Grup Ia ve Grup Ib gibi tedavi alan gruplarda erken dönemde elde edilen iyileşmeler uzun vadede de korunmuştur. Tedavi olmayan gruplarda tedavi uygulanmadığı için klik sesi olan hasta

sayısındaki azalma daha sınırlı kalmış veya dalgalı bir seyir izlemiştir. Bu, doğal iyileşme sürecinin tedavi etkisine kıyasla daha az belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 13. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda klik sesinin varlığının uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi (Hasta sayısı)

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T.S. 6. ay
Grup Ia	20	6	6
Grup Ib	19	8	5
Grup Ic	10	6	7
Grup IIa	15	9	8
Grup IIb	8	6	6
Grup IIc	3	2	2

Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda tinnitusun uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi Tablo 14’de gösterilmiştir. edavi uygulanan gruplarda (Grup Ia, Ib, IIa) tinnitus semptomlarında ilk aylarda azalmalar görülmüştür. Ancak, bu azalmalar 1. aydan 6. aya kadar fazladan bir iyileşme göstermemiştir. Bu durum, tedavinin tinnitus semptomlarını azaltmada erken dönemde etkili olduğunu, fakat uzun vadede sabit bir etki sağladığını düşündürülebilir.

Tablo 14. Redüksiyonlu disk deplasmanı ve miyalji grubunda tinnitusun varlığının uygulanan tedavilere göre 1. ve 6. ayda zamana bağlı değişimi (Hasta sayısı)

	T. Ö.	T. S. 1. ay	T.S. 6. ay
Grup Ia	5	3	3
Grup Ib	7	4	4
Grup Ic	0	0	0
Grup IIa	9	7	7
Grup IIb	1	1	1
Grup IIc	0	0	0

5. TARTIŞMA

Temporomandibular eklem (TME) hastalıkları, çeşitli nedenlerden kaynaklanan rahatsızlıklar olarak görülmektedir. Epidemiyolojik araştırmalar, TME rahatsızlıklarının kadınlarda erkeklere göre daha sık görüldüğünü göstermektedir. Ancak bu farklılığın kesin nedeni henüz tam olarak açıklanamamıştır (97). Warren ve çalışma arkadaşları (98), TME rahatsızlıklarının cinsiyetler arasında belirgin farklılık göstermesini, biyolojik ve fizyolojik farklılıklar sonucunda kadınların TME sorunlarına karşı daha hassas olması ile açıklamaktadır. Bazı çalışmalar ise östrojenin TME inflamasyonunu tetikleyebileceğini ileri sürmektedir (99). TME sorunları olan kadın ve erkek hastalarda serum östrojen seviyelerinin sağlıklı bireylere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Guan ve arkadaşları (100) ise hayvanlar üzerinde yaptıkları bir araştırmada, serum östrojen seviyesindeki azalmanın TME inflamasyonunu da azalttığını gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda da literatüre benzer bir şekilde, hasta gruplarında kadın sayısının erkeklere göre belirgin bir üstünlüğü olduğu görülmüştür.

TME düzensizliklerinde ağrı ve fonksiyon bozukluğu en sık karşılaşılan belirtilerdendir. Ağrı ve hareket kısıtlılığı nedenlerine dair literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Çoğu araştırmacı, bu semptomların disk pozisyonuna bağlı olduğunu öne sürerken, yakın zamanda yapılan çalışmalar eklem içindeki basınç değişikliklerinin, sinovyum, kapsül ve retrodiskal dokularda meydana gelen inflamasyonun ağrı üzerinde belirgin bir etkisi olabileceğini ortaya koymuştur (101). Ağrılı TME düzensizliği olan hastaların sinoviyal sıvılarında yüksek seviyelerde inflamatuvar ağrı mediyatörlerinin bulunması bu bulguları desteklemektedir. Literatürde TME internal düzensizliklerinde IL-6, TNF- α , IL-1 β , IL-8 ve IFN- γ seviyelerinin arttığı bildirilmiştir (102). Ayrıca, sinoviyal sıvıda beta glukuronidaz, IgG, prostaglandin E2 (PGE2) ve lökotrien B4 (LTB4) seviyelerinin yüksek olduğu da rapor edilmiştir (103). Bazı yazarlar ise TME ağrısının, inflamatuvar sitokinler yerine fibröz adezyonlardan kaynaklandığını savunmaktadır (104). Adezyonların kesin oluşum mekanizması tam olarak açıklanamamış olsa da, literatürde iki ana neden öne sürülmektedir: ilki sinoviyal sıvıdaki inflamasyonun fibrin birikimine yol açması, ikincisi ise sinoviyal membranda oluşan hematoma fibroblast aktivasyonuna neden olarak fibröz bantların meydana gelmesidir (105). Özellikle redüksiyonsuz disk deplasmanlarında, azalan hareketlilik nedeniyle adezyon gelişme riski artmaktadır. Ancak bu konuda karşıt görüşler de vardır. Murakami ve çalışma arkadaşları (106), adezyonların

ağız açıklığındaki kısıtlılığa yol açabileceğini fakat eklem ağrısına neden olmadığını belirtmişlerdir.

Artan duygusal stres, gama efferent nöronların kas içcikleri üzerindeki artan aktivitesi veya sempatik sinir sisteminin yükselen aktivitesi nedeniyle miyofasyal ağrıyı daha da şiddetlendirebilir (130). Hipovitaminoz, düşük fiziksel kondisyon, yorgunluk ve viral enfeksiyonlar gibi sistemik faktörler miyofasiyal ağrıyı tetikleyebilir veya bu ağrıya neden olabilir (131).

Birçok yazar, TME düzensizliklerinin patofizyolojisinin tek bir süreçten kaynaklanmadığını, bu nedenle tedaviye en az invaziv ve öngörülebilir sonuçlar sunan konservatif yöntemlerle başlanmasının uygun olacağını önermektedir. Brennan ve Ilankovan da (107), ileri düzeydeki tedavi yöntemlerine geçmeden önce konservatif tedavi yaklaşımlarının uygulanmasının önemine dikkat çekmişlerdir. Literatürde belirtilen konservatif tedavi seçenekleri arasında yumuşak diyet, fizik tedavi, nonsteroidal antienflamatuar ilaçlar, düşük seviyeli lazer terapisi ve oklüzal splintler yer almaktadır.

Çalışmamızda en sık görülen TME düzensizlikleri olan redüksiyonlu disk deplasmanı ve çiğneme kaslarındaki (masseter ve temporal kas) ağrıya sahip hastalarda farklı enerji yoğunluklarında düşük seviyeli lazer tedavisinin klinik parametreler üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ışığında lazerin hangi enerji yoğunluğunda daha etkili olduğunu bulmak amaçlanmıştır.

Günümüze kadar yapılan araştırmalarda, TME bozukluklarının tedavisinde düşük enerjili lazer uygulamasının etkinliğine dair farklı sonuçlar ortaya konmuştur. Bu çeşitlilik, kullanılan lazer cihazlarının türü, dalga boyu, uygulama süresi, frekans, tekrar sıklığı ve lazer tekniği gibi değişkenlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (90). Çoğu çalışmada tedavi; semptom odaklı olup, hastaların ağrı, ağız açma kapasitesinde kısıtlılık ve eklem sesi gibi şikayetlerini hafifletmeye yönelik uygulanmıştır (91). Bununla birlikte, lazer probunun konumlandırıldığı nokta, uygulama yönü, anatomik hedefe olan uzaklık ve probun çapı gibi faktörlerin lazer etkinliğinde belirleyici olduğu bilinmesine rağmen, birçok çalışmada bu unsurlar ayrıntılı şekilde belirtilmemiştir. Deri ile eklem kapsülü arasındaki mesafe ve uygulama alanının büyüklüğü ise lazer ışığının dokulara ne ölçüde nüfuz edeceğini ve absorpsiyon miktarını etkileyerek tedavi sürecini şekillendirmektedir.

Düşük enerji seviyeli lazer (DESL) tedavisinin anti-inflamatuar ve ağrı kesici etkilerinin, omurilik sıvısındaki beta-endorfin seviyesindeki artış ve beta-endorfin sentezini

inhibe eden glukokortikoidlerin idrar yoluyla daha fazla atılması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, karmaşık bir elektrolitik sinir lifi blokaj mekanizması sayesinde basınç ağrı eşiğini yükseltir; histamin ve asetilkolin salınımının yanı sıra bradikinin sentezini de azaltır (108). Melis ve arkadaşlarının (108), DESL tedavisinin TME üzerindeki etkinliğini değerlendiren çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmada Ga-Al-As diyot lazeri kullanılmış, lazer parametreleri olarak 810 nm dalga boyu ve 100 mW güç ile 6 J/cm² enerji yoğunluğu uygulanmıştır. Her iki grup da toplamda 8 seans boyunca tedavi görmüştür. Sonuçlara göre, her iki grupta da ağrı azalması, ağız açıklığında artış ve eklem klik sesinde azalma gözlenmiş ancak plaseboyla lazer grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu, DESL'nin bazı TME semptomlarını hafifletebileceğini ancak tedavinin özelleştirilmiş uygulamalarıyla daha belirgin faydalar sağlanabileceğini düşündürmektedir.

DESL tedavisi, doku yenilenmesini desteklemek, iltihabı azaltmak ve ağrıyı hafifletmek amacıyla genellikle düşük güçlü bir lazer ışığının belirli bir patolojiye uygulanmasıdır. Bu ışık, dar bir spektral genişliğe sahip olup genellikle kırmızı veya yakın kızılötesi spektrumda (600–1000 nm) yer alır ve güç yoğunluğu 1 mW ile 5 W/cm² arasında değişir. DESL tedavisi, yaralanma bölgesine genellikle haftada birkaç kez, birkaç hafta boyunca, her seans bir dakika veya daha uzun süre uygulanmaktadır. Diğer tıbbi lazer işlemlerinden farklı olarak, DESL'in etki mekanizması ablatif veya termal değil, esasen fotokimyasal bir etkiye dayanmaktadır (109).

Rodrigues da Silva ve arkadaşlarının çalışmasında (109), Ga-Al-As diyot lazer (780 nm dalga boyu, 70 mW güç) üç farklı enerji yoğunluğunda (0.0, 52.5, ve 105 J/cm²) uygulanmıştır. Katılımcılar 45 hastadan oluşmuş, üç gruba ayrılmıştır: düşük doz (52.5 J/cm²), yüksek doz (105 J/cm²) ve plasebo. Lazer uygulamaları, temporomandibular eklem ve çiğneme kasları (masseter ve anterior temporalis) üzerine toplam 10 seans olarak uygulanmıştır. Çalışmada her iki lazer grubunda ağrıda anlamlı azalma gözlenmiştir. Yüksek doz (105 J/cm²) grubunda ağrı azaltma etkisinin daha hızlı ve etkili olduğu, düşük doz grubunda ise etkilerin daha kademeli olduğu belirtilmiştir. Her iki lazer doz grubunda mandibular hareket açıklığında iyileşme sağlanmış ve bu iyileşme özellikle yüksek doz grubunda daha belirgin olmuştur.

DESL tedavisinin etkilerinin mekanizması, mitokondrilerin işlevleriyle yakından ilişkilidir. Lazer ve diğer ışık kaynaklarının mitokondriler üzerindeki etkisi, protonların

elektrokimyasal potansiyelini artırarak ATP üretimini destekler, RNA ve protein sentezini teşvik eder, oksijen tüketimini ve membran potansiyelini yükseltir, ayrıca NADH ve ATP üretimini artırır. Mitokondrial süreçlerdeki bu fotostimülasyon etkisi, hücre çoğalmasını destekleyen büyüme faktörlerinin salınımını artırarak doku yenilenmesini sağlar (110). Núñez ve arkadaşlarının (110) çalışması 18-56 yaş aralığında, TMD'ye sahip 10 hasta üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tüm hastalar iki hafta boyunca DESL ve TENS tedavisi almıştır. DESL, 670 nm dalga boyunda, 50 mW güçte, her biri 3 J olacak şekilde dört alana (masseter kası, temporal kas, mandibular kondil ve intraauriküler bölge) uygulanmıştır. TENS, hastanın hassasiyetine göre ayarlanan 20 W gücünde, maksimum 60 Hz frekansında verilmiştir. Her iki tedavi yöntemi de tedavi sonrasında ağız açıklığında anlamlı bir artış sağlamıştır. Ancak, DESL uygulamasından sonra elde edilen ağız açıklığı değerleri TENS'e kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur.

DESL'in TME bozukluklarının tedavisinde etkili olup olmadığına dair yeterli düzeyde kanıt bulunmamaktadır. Ancak, artraljik dejeneratif eklem hastalığına sahip TME hastalarında yapılan kontrollü ve kısa süreli bir çalışmada, orta düzeyde lazer tedavisinin (904 nm dalga boyu, 27 W gücünde, haftada 3 kez, 3 hafta boyunca 9 dakika süreyle uygulanan) ağrı şiddetini kontrol grubuna kıyasla azaltmada yararlı olabileceği öne sürülmüştür (111).

Ficacková ve ark. (92), artralji teşhisi konmuş hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada, lazer probunu hastanın ağzı açıkken tragusun önü ile dış kulak kanalının girişine, ağzı kapalıyken ise zigomatik arkın altından tragusa 2 mm uzaklıkta olacak şekilde yerleştirmişlerdir. Başka bir araştırmalarında ise, artralji tanılı hastaya düşük enerjili lazer uygulaması yapılmış; bu uygulamada hastanın ağzı yarı açık pozisyondayken lazer probu kondilin ön, üst ve arka bölgelerine ve dış kulak kanalının içine olmak üzere dört farklı noktada konumlandırılmıştır. Yaptıkları çalışmada, düşük enerjili lazer tedavisinin başlangıçta bazı hastalarda ağrıya artışa yol açmasına rağmen, tedavi sonunda tedavi grubunda ağrıya %77, kontrol grubunda ise %37 oranında azalma kaydedildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, düşük enerjili lazerin temporomandibular eklem rahatsızlıklarında ağrıyı kontrol etmede etkili olduğu belirtilmiştir (93).

Venancio ve ekibi ise (95), kapsülit ve sinovit tanılı hastalarda lazer probunu hastanın ağzı açık durumdayken kondilin arkasına ve üstüne, ağzı kapalıyken ise kondilin önüne yerleştirmiştir. Bu yerleştirme, ışığın aurikulotemporal sinirin arka eklem dalına

erişmesi ve kondilin önüne yerleştirildiğinde, kondil boynuna ve diske bağlanan lateral pterigoid kasa ulaşması amacıyla yapılmıştır. Venancio ve arkadaşlarının çalışmasında (DESL uygulanan grubu ve plasebo grubu) 780 nm dalga boyunda, 30 mW gücünde ve 6.3 J/cm² enerji yoğunluğunda, haftada iki kez, toplam altı seans DESL kullanılmış ve tedavi, TME'nin üç farklı noktasına uygulanmıştır. Çalışmada ağrı seviyesinde DESL uygulanan grubunda anlamlı azalma gözlenmiştir. DESL grubunda çene hareket açıklığında iyileşme kaydedilmiştir; özellikle maksimum ağız açıklığı ve sağ-sol lateral hareketler açısından olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmamızda ise lazer tedavisi uygulanan gruplar, 1 ve 6 aylık takip sonunda ağrı düzeyinde anlamlı bir azalma göstermiştir. Bu etkinin, lazerin kümülatif etkisine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu bulgu, lazer tedavisinin kalıcı etkilerinin 6 ay sonra bile gözlemlendiği Venancio ve arkadaşlarının (95) araştırmasıyla uyumlu olarak değerlendirilmektedir.

Lazerin etkinliğini belirleyen faktörlerden biri de uygulanma şeklidir. Kato ve arkadaşlarının (96) çalışması, DESL tedavisi ve transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonunun (TENS) TME bozuklukları üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Bu çift kör çalışmada, kronik miyojenik TME bozukluğu olan 18 hasta, lazer ve TENS gruplarına ayrılmıştır. 30 günlük bir süreçte, her iki grupta da 10 seans tedavi uygulanmış ve ağrı şiddeti, mandibular hareket açıklığı ve kas hassasiyeti değerlendirilmiştir. 830-904 nm dalga boyuna sahip düşük seviyeli lazer cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, 100 mW gücünde lazer ışınları sağlamış ve ağrıya yönelik alanlarda “tarama” yöntemiyle uygulanmıştır. Her iki grupta da ağrı seviyesinde anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Lazer grubunda ağız açıklığında belirgin bir iyileşme kaydedilmiş ve ortalama maksimum ağız açıklığı 42.5 mm'den 47.4 mm'ye çıkmıştır.

Yapılan çalışmaların sonuçları çeşitliliği kullanılan lazer cihazlarının türü, dalga boyu, uygulama süresi, frekans, seans sayısı ve lazer tekniği gibi değişkenlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda olduğu gibi tedavi amacıyla düşük enerjili lazerin kullanıldığı araştırmalarda, ağrının ölçülmesinde Visual Analog Skalası (VAS) kullanılmıştır.

Petrucchi ve arkadaşlarının (136) çalışmasında lazer uygulanan ve plasebo grupları arasındaki ağrı azalmasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. DESL'nin ağrı üzerinde plasebo etkisinden daha üstün olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durum, kullanılan lazer

parametrelerinin optimal doz aralıklarının dışında olabileceği veya DESL'nin TMD'deki analjezik etkisinin sınırlı olduğunu düşündürmüştür. DESL tedavisi, ağız açıklığında ortalama 4,04 mm'lik anlamlı bir artış sağlamıştır. Ancak, sağ ve sol lateral hareketlerde kaydedilen artışlarda heterojenlik gözlenmiştir. Yine de ağız açıklığında DESL'nin az da olsa olumlu bir etkisinin olduğu belirtilmiştir. Petrucci ve arkadaşlarının araştırması ağırlıklı olarak literatürdeki lazer parametrelerinin farklılıkları, metodolojik eksiklikler ve plaseboya kıyasla etkinliğin yetersizliği üzerine odaklanmaktadır. Ancak, bizim çalışmamızda kullanılan Ga-Al-As diyot lazerin gücü (1.5 W ve 3 W), süre ve seans sayısı açısından daha yüksek enerji seviyelerinde uygulanmış ve spesifik bir protokol çerçevesinde TMD ve miyalji gruplarına farklı parametrelerle verilmiştir. Bu nedenle, çalışmamızdaki daha yüksek enerji seviyeli lazer uygulamaları, Petrucci ve arkadaşlarının gözden geçirdiği çalışmalardan farklılık gösterdiği için ağrı ve çene hareketleri üzerindeki etkinliğin daha belirgin olabileceği öne sürülebilir.

Bjordan ve arkadaşlarının (137) belirlediği önerilere göre, ideal doz aralığı Ga-Al-As lazerler için 0.5-15 J aralığında olması gerekirken, çalışmalarda çoğunlukla daha düşük veya yüksek dozlar uygulanmıştır. Bu eksiklikler, lazerin etkinliğini sınırlayabilir ve çalışmanın sonuçlarını etkilemiş olabilir.

Varma ve arkadaşlarının (138) çalışmasında DESL uygulanan grubu (16 hasta) ve plasebo grubu (8 hasta) karşılaştırılmıştır. Lazer tedavisi, 940 nm dalga boyunda, 6 W güçte, her bir hasta için ağırlı kas bölgelerine 100 saniye süreyle uygulanmıştır. DESL grubunda 1 ay sonra ağrı seviyesinde anlamlı bir azalma gözlenmiş; başlangıçta 4.81 olan VAS skoru, 1.44'e düşmüştür. Plasebo grubunda ise anlamlı bir değişim olmamıştır. DESL uygulanan grupta 1 ay sonunda klik sesinde %68.8 oranında azalma gözlenmiştir; hastaların mandibular hareketlerinde olumlu artış rapor edilmiştir. Plasebo grubunda klik sesinde değişiklik olmamıştır. Çalışma, DESL'in TMD tedavisinde ağrı düzeyini azaltmada kısa vadede etkili olduğunu, ancak daha uzun süreli ve geniş çaplı araştırmalara ihtiyaç olduğunu belirtmiştir.

Ayyıldız ve arkadaşlarının (112) çalışmasında, TME bozukluklarında DESL tedavisinin ağrı kontrolü ve ağız açıklığındaki etkinliğini değerlendirilmiştir. Çalışmada, 685 nm dalga boyunda, 25 mW gücünde Ga-Al-As diyot lazer kullanılmış ve üç farklı bölgeye (TME bölgesinin arka kısmı, dış kulak kanalından ve masseter kası üzerinden) 6.2 J/cm² enerji yoğunluğunda uygulama yapılmıştır. Tedavi, haftada üç kez bir ay boyunca

devam etmiştir. DESL uygulaması sonrası ağrı seviyesinde belirgin bir azalma gözlemlenmiştir ve bu azalma 1 yıllık takip sürecinde kalıcı olmuştur. Maksimum ağız açıklığında tedavi süresince anlamlı bir artış sağlanmış, tedavi bitiminde 42 mm'ye kadar ulaşan açıklık, takip süresince korunmuştur.

Xu ve arkadaşlarının (113) yaptığı bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, temporomandibular eklem bozukluklarının tedavisinde DESL tedavisinin etkinliğini değerlendirmek için 31 randomize kontrollü çalışma incelenmiştir. Sonuçlar, DESL'in TMD'li hastalarda ağrıyı hafifletmede ve fonksiyonel iyileşmeyi desteklemede etkili olduğunu göstermiştir. Meta-analiz, özellikle kısa vadeli takiplerde ağrı üzerinde anlamlı iyileşmeler olduğunu belirtmiştir, ancak uzun vadeli takiplerde DESL'in ağrı üzerindeki etkisi daha az belirgin bulunmuştur. Farklı lazer dozlarının etkinliği konusunda çelişkili sonuçlar elde edilmiştir, ancak genel olarak, fonksiyonel iyileşme açısından DESL'in plaseboya göre üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

830 nm ve 780 nm dalga boylarına sahip lazerlerin analjezik etkileri incelenen makalelerde orta ya da yüksek düzeyde bulunmuştur. Örneğin, de Cunha ve arkadaşları (114), 830 nm dalga boyundaki bir lazerin yumuşak dokuya 1 ila 5 cm derinliğe kadar nüfuz edebileceğini ve bu nedenle TME ağrısının tedavisinde uygun olabileceğini belirtmiştir. Cetiner ve arkadaşları (89) da benzer bir çalışma yaparak, aynı dalga boyu ve dozajı (830 nm, 7 J/cm²) kullanmış ve lazerin TME ağrısını azaltmada etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Mazzetto ve arkadaşları (94), 780 nm dalga boyuna sahip lazerlerin derin doku penetrasyonu ve termal ya da metabolik tepkilere neden olmaması nedeniyle TME ağrısının tedavisinde de uygun olduğunu öne sürmüştür. Buna karşılık, Emshoff ve arkadaşları (117), daha kısa dalga boylu lazerlerin penetrasyonunun daha iyi olabileceğini, ancak 632,8 nm dalga boyundaki lazer tedavisinin arzu edilen ağrı kesici etkileri sağlamadığını ifade etmişlerdir. Bu sonucun, yeterli sayıda tedavi seansının (20 seans) uygulanmamasından kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir.

Cunha ve arkadaşlarının (114) çalışmasında, TMD şikayeti olan 40 hasta tedavi ve plasebo gruplarına ayrılarak, ağırlı noktalara 830 nm dalga boyunda, 500 mW gücünde lazer uygulanmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası VAS ve Craniomandibular Index (CMI) ile yapılan değerlendirmelerde her iki grupta da ağrı ve diğer semptomlarda anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Ancak, lazer ve plasebo grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir

fark bulunmamış, bu da DESL'nin plaseboya kıyasla TMD tedavisinde ek bir fayda sağlamadığını göstermiştir.

Fikácková ve arkadaşlarının (92) 2007 yılında yayımladığı araştırmada 61 hasta rastgele iki gruba ayrılmıştır: 40 hasta DESL tedavisi alırken, 21 hasta plasebo grubunda yer almıştır. Tedavi, 830 nm dalga boyunda, 500 mW güçte ve 3 J/cm² enerji yoğunluğunda uygulanmıştır. Sonuçlar, DESL grubunda ağrı şiddetinde ve çene hareketlerinde anlamlı iyileşmeler olduğunu göstermiştir. Miyofasyal ağrısı olan hastaların %82'sinde ağrı azalması meydana geldi. Plasebo grubunda ise bu parametrelerde belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu bulgular, DESL'nin TME bozukluklarının tedavisinde etkili bir yöntem olabileceğini düşündürmektedir.

Carrasco ve arkadaşlarının (115) çalışmasının amacı, düşük seviyeli lazer tedavisinin (DESL) temporomandibular bozukluklar (TMD) üzerindeki ağrı azaltıcı etkisini ve çiğneme etkinliği üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Çalışmada 780 nm dalga boyunda, 70 mW gücünde lazer kullanılmış, lazer tedavisi TMD bölgesinde belirlenen beş noktaya uygulanmıştır. Çalışmaya katılan 14 hasta, aktif lazer ve plasebo gruplarına rastgele atanmış; her bir hastaya iki hafta boyunca, toplam sekiz seans tedavi edilmiştir. Sonuçlar, aktif lazer grubunda ağrının anlamlı bir şekilde azaldığını, plasebo grubunda ise bu etkinin görülmediğini göstermiştir. Bununla birlikte, çiğneme etkinliği açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışma, DESL'nin TMD tedavisinde ağrıyı azaltmada etkili olabileceğini, ancak çiğneme işlevleri üzerinde gözle görülür bir fark yaratmadığını göstermektedir.

Sancaklı ve arkadaşlarının (116) çalışması, kronik çiğneme kası ağrısı olan hastalarda DESL tedavisinin etkinliğini değerlendirmek için yapılmış çift kör, randomize klinik bir çalışmadır. Çalışmaya 30 hasta katılmış ve üç gruba ayrılmıştır: en ağrılı noktalara DESL uygulanan bir grup, belirlenmiş noktalara DESL uygulanan bir grup ve plasebo grubu. Her gruba 820 nm dalga boyunda ve 500 mW çıkış gücüne sahip düşük seviyeli lazer kullanılmıştır. Her uygulama noktasına 60 saniye süreyle ve 4 J enerji yoğunluğunda lazer tedavisi yapılmıştır. Tedavi, üç hafta boyunca haftada üç seans olmak üzere toplam 12 seans şeklinde uygulanmıştır. Sonuçlar, her iki lazer grubunda ağrı şiddetinde ve mandibular hareketlerde anlamlı bir iyileşme olduğunu göstermiştir, ancak plasebo grubunda bu değişiklikler gözlenmemiştir. En ağrılı noktalara uygulanan lazer tedavisi, önceden belirlenmiş noktalara uygulamaya göre daha iyi sonuçlar vermiştir, ancak

bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışma, DESL'nin çiğneme kası ağrısının yönetiminde etkili bir alternatif tedavi olabileceğini öne sürmektedir.

Mazzetto ve arkadaşları (94) 48 TMD hastasını, lazer tedavisi ve plasebo gruplarına rastgele atamıştır. Tedavi grubu, 780 nm dalga boyunda, 70 mW gücünde lazer ışınlarıyla, her biri 10 saniye süren ve haftada iki kez olmak üzere toplamda 8 seans lazer uygulaması almıştır. Bu lazer uygulamaları temporomandibular bölgeye, dış kulak yolu içinden retrodiskal bölgeye doğru yapılmıştır. DESL grubunda, lazer tedavisi sonrası ağrı seviyesinde anlamlı bir azalma kaydedilmiştir. Özellikle 8. uygulama sonrası ağrı seviyelerinde en düşük noktalara ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda, plasebo grubunda anlamlı bir iyileşme gözlenmemiş, DESL grubunda ise ağrıda düzeyindeki azalma kalıcı olmuştur.

Lazer ışınının dalga boyu, frekansı ve çıkışı gibi özellikler çalışmalar arasında farklılık göstermiştir ve bu durum hedef bölgeye uygulanan enerjinin dozajında çeşitliliğe yol açmıştır. Tek tek ele alındığında, belirli bir dalga boyu, frekans veya lazer çıkışı lazer tedavisinin olumlu etkisiyle doğrudan ilişkilendirilmemiştir; ancak, frekans verileri nadiren bildirilmiştir. Bu parametreler, ışının temas noktasının alanıyla birlikte cilde uygulanan doz yoğunluğunu belirler. Çoğu çalışmada tüm değişkenler detaylandırılmamış olsa da, doz yoğunluklarının 1 J/cm² ile 105 J/cm² arasında değiştiği kaydedilmiştir. Bununla birlikte, doz yoğunluğundaki bu farklılıklar tedavi etkinliğini önemli ölçüde etkilemiyor gibi görünmektedir. Örneğin, Carrasco ve arkadaşlarının (115) araştırmasında 25 J/cm², 60 J/cm² ve 105 J/cm² olmak üzere farklı yoğunluk dozları kullanılmış, ancak üç durumda da aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Uygulama sayısı oldukça değişkenlik göstermiş; üç uygulamadan (haftada bir kez, üç hafta boyunca) 20 uygulamaya kadar (haftada 2-3 kez, sekiz hafta süresince) çıkmıştır. Seans süreleri ise her uygulamada 10 saniyeden 10 dakikaya kadar değişiklik göstermiştir. Ancak, lazer uygulamalarının sayısının artması, lazer tedavisinin etkinliğini artırmamıştır. Öyle ki, en yüksek uygulama sayısını kullanan Emshoff ve arkadaşları (117), lazer tedavisi ile plasebo arasında benzer sonuçlar rapor etmiştir. Ayrıca, lazer uygulama süresinin uzatılması, lazerin TME'ye ya da hem TME hem de çiğneme kaslarına uygulanması durumunda etkinliği artırmamıştır. Bununla birlikte, lazer yalnızca çiğneme kaslarına uygulandığında olumlu sonuçlar elde etmek için 360 saniye veya daha uzun süreli uygulamalara ihtiyaç duyulmuştur.

Emshoff ve arkadaşlarının (117), TME ağrısının tedavisinde DESL tedavisinin etkinliğini değerlendiren çift kör, plasebo kontrollü bir klinik çalışmada, 52 hasta rastgele olarak aktif lazer (He-Ne, 632.8 nm dalga boyu, 30 mW güç, 1.5 J/cm² enerji yoğunluğu) veya plasebo grubuna atanmış, her iki grup da 8 hafta boyunca haftada 2-3 kez tedavi almıştır. 8 haftalık takip sonunda, her iki grupta da TME fonksiyonu sırasında ağrıda anlamlı iyileşmeler gözlenmiş, ancak aktif lazer grubu ile plasebo grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar, DESL'nin plasebodan daha etkili olmadığını düşündürmektedir.

Bezuur ve arkadaşları (118), dejeneratif eklem hastalığı olan hastalarda mandibular hareketlerde ve TME ağrısı yaşayan hastalarda maksimum ağız açıklığında (MAA) iyileşme tespit etmişlerdir.

Heussler ve arkadaşlarının (119), düşük güçte lazer tedavisinin romatoid artritli hastalarda ağrı ve eklem fonksiyonları üzerindeki etkisini inceleyen çift kör, randomize bir çalışmada 25 kadın hasta, her iki elindeki metakarpofalangeal ve proksimal interfalangeal eklemlerden biri aktif lazerle (Ga-Al-As lazer, 820 nm dalga boyu, 50 mW güç, 12 J/cm²) tedavi edilirken, diğer eklem plasebo lazer uygulanmıştır. Her hasta dört hafta boyunca 12 seans tedavi almıştır. Tedavi sonrasında her iki elde de ağrı düzeyinde belirgin bir azalma bildirilmiş, ancak aktif lazerle tedavi edilen el ile plasebo el arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Palano (120) ise TME klik sesi ve ağız açıklığında belirgin bir etki saptayarak bu işlevsel iyileşmeyi kas kasılmasının ve inflamasyonun azalmasıyla ilişkilendirmiştir.

Bu durum, Hansen ve Thoroe'nun (121), kronik orofasiyal ağrı tedavisinde düşük güçlü lazer biyostimülasyonunun etkinliğini değerlendiren çift kör, plasebo kontrollü bir çapraz geçişli çalışmada 904 nm dalga boyunda, 30 mW gücünde bir lazer kullanılmış ve 40 hasta incelenmiştir. Tedavi sürecinde, lazerin analjezik etkisi VAS ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre, plasebo tedavisi lazer uygulamasına kıyasla daha üstün bulunmuş; VAS skorlarında lazer ve plasebo arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Çalışma, lazer tedavisinin plasebo etkisinin ötesinde anlamlı bir ağrı giderici etki göstermediğini ve özellikle lazerin bu tür kronik ağrı koşullarında önemli bir katkı sağlamayabileceğini öne sürmektedir.

Lazerin kümülatif etkisi, 60 günlük takip sürecinde gözlemlenen ağrı azalma eğiliminden sorumlu olabilir ve bu durum Bezuur (118), Conti (122), Pinheiro (123), Si-

munovic (124) ve Walker'ın (125) çalışmalarıyla tutarlıdır. Lazer, iyileşme süresinin kısalması ile ilişkilendirilse de, dokuların tamamen iyileşmesi için zamana ihtiyaç vardır. Bu nedenle hastalar, tedavi edilen bölgedeki olası hasarı önlemek için dikkatli olmaları ve tedaviyi bırakmamaları konusunda bilgilendirilmelidir. Çalışmamızda, ağrıyı hafifletmek amacıyla oklüzal aparey veya ilaç kullanımına gerek duyulmamıştır.

Pinheiro ve arkadaşlarının çalışmasında (123), düşük DESL tedavisinin maksillofasiyal bölge rahatsızlıkları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmaya, 7-81 yaş arasında, çoğunluğu kadın olan 241 hasta katılmış ve 632.8 nm, 670 nm ve 830 nm dalga boyunda diyot lazerlerle tedavi edilmiştir. Tedavi edilen rahatsızlıklar arasında TME ağrısı, trigeminal nevralji, kas ağrısı, aftöz ülserler, inflamasyon, diş hassasiyeti ve küçük hemanjiomlar bulunmaktadır. Hastalar haftada iki kez yapılan 12 uygulamadan oluşan bir tedavi serisine alınmış, bazı durumlarda ikinci bir seri eklenmiştir. Ortalama 1.8 J/cm² doz uygulaması yapılmıştır. Sonuçlar, 241 hastanın 154'ünün tedavi sonunda tamamen semptomsuz hale geldiğini, 50 hastanın belirgin iyileşme kaydettiğini, 37 hastanın ise semptomatik kalmaya devam ettiğini göstermiştir. Çalışma, DESL'nin maksillofasiyal bölgedeki çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde etkili ve yararlı bir yöntem olduğunu doğrulamaktadır.

TME kapsülit/sinovit ve redüksiyonlu ağrılı disk yer değiştirmesi tedavisi için galyum-alüminyum-arsenit lazer (780 nm, 30 mW, 30 saniye süreyle, haftada iki kez, 6 hafta boyunca) ile uygulanan randomize, çift kör, kontrollü bir çalışmada, aktif DESL uygulamasının ağrı şiddetini azaltmada kontrol grubuna göre anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir (126). Bu çalışmanın sonuçları ağrı şiddetini azaltmada bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

DESL'in TME bozukluklarının tedavisinde etkili olup olmadığına dair yeterli düzeyde kanıt bulunmamaktadır. Ancak, artraljik dejeneratif eklem hastalığı bulunan TME hastaları üzerinde yapılan kontrollü ve kısa süreli bir çalışmada, lazer tedavisinin (904 nm, 27 W gücünde, haftada üç kez, üç hafta boyunca 9 dakika süreyle uygulanan) kontrol grubuna kıyasla ağrı şiddetini azaltmada yararlı olabileceği öne sürülmüştür (111).

Hotta ve arkadaşları (127), TMD olan hastalarda akupunktur noktalarına DESL uygulamasının etkisini analiz etmiştir. Çalışmaya, ortalama yaşı 35.3 olan 10 hasta dahil edilmiş ve lazer tedavisi 780 nm dalga boyunda, 70 mW gücünde Ga-Al-As diyot lazer ile belirli akupunktur noktalarına (Ig4, C3, E6, E7) uygulanmıştır. Tedavi haftada bir kez

olmak üzere toplam on seans boyunca sürdürülmüştür. Sonuçlar, lazer tedavisinin ağrı semptomları ve masseter kasının elektromiyografik aktivitesi üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermiştir. Ancak, mandibular hareket açıklığında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme görülmemiştir. Bu sonuçlar, akupunktur noktalarına uygulanan lazer tedavisinin TMD'nin ağrı semptomlarının hafifletilmesinde etkili bir destekleyici tedavi olabileceğini düşündürmektedir. Bir teoriye göre, DESL tedavisi iltihabı prostaglandin 2 (PGE2) düzeylerini azaltarak hafifletmektedir.

Carli ve arkadaşları (128) tarafından yürütülen bir deneyde, lazer, piroksikam ve plasebonun VAS skorlarını önemli ölçüde iyileştirdiği görülmüştür. Tedavi bitiminden 30 gün sonra yapılan değerlendirmede, lazerin kalıcı bir etkisinin olmadığı ve piroksikamın TMJ artraljisi olan hastalarda kas ağrısını azaltmada lazerden daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Khosla ve arkadaşlarının (129) çalışması, TME bozukluklarının tedavisinde DESL tedavisi ile transkutanöz elektrik sinir stimülasyonunu (TENS) karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Çalışmaya, TME ağrısı ve disfonksiyonu olan 30 hasta dahil edilmiştir ve hastalar iki gruba ayrılarak 14 seans boyunca tedavi edilmiştir. DESL grubu 980 nm dalga boyunda, 1 W gücünde lazerle tedavi edilmiştir. Tedavi sonrası her iki grupta da ağız açıklığında artış, ağrı düzeyinde azalma, kas hassasiyetinde iyileşme ve çene hareketlerinde azalan klik sesi gözlemlenmiştir. Ancak DESL'nin TENS'e kıyasla daha belirgin iyileşme sağladığı belirtilmiştir. Çalışma, TMD tedavisinde her iki yöntemin de etkili olduğunu ancak DESL'nin daha üstün sonuçlar verdiğini vurgulamaktadır.

Bir meta-analiz, lazer tedavisinin ağrıyı azaltmada kısa vadede etkili olduğunu, ancak uzun vadeli etkisini doğrulamadığını göstermiştir. Fonksiyonel iyileşme ise hem kısa hem de uzun vadede gözlemlenmiştir. Bu nedenle ağrı, tamamen olmasa da çene fonksiyonundaki (hareket kabiliyeti, çiğneme ve iletişim becerisi) azalmayla bir dereceye kadar bağlantılıdır. Bu araştırmaya göre, psikolojik özelliklerin ağrı şiddetini azaltmaktan ziyade, çene fonksiyonundaki kısıtlılığı azaltma ya da fonksiyonu iyileştirme üzerindeki tedavi etkinliği üzerinde daha fazla etkisi vardır (132).

DESL'in etkisi ayrıca, zarın Na ve K geçirgenliğini azaltarak sinir uyarılarının C sinir lifleri boyunca daha yavaş iletilmesine neden olmasına da bağlanabilir (133).

Ahrari ve çalışma arkadaşları (134), miyojenik TMD'li hastaları analiz ederek, tedavi öncesi ve sonrası maksimum ağız açıklığı ve ağrı hassasiyeti açısından tedavi grubunun plasebo grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuştur.

Conti'nin (122) çift kör pilot çalışmasında, DESL tedavisinin TMD'de miyojenik ve artrajenik ağrılar üzerindeki etkinliği incelenmiştir. 830 nm dalga boyunda, 4 joule enerji gücünde Ga-Al-As lazer haftada bir kez, toplam üç seans olarak uygulanmıştır. Sonuçlar, miyojenik ağrılı hastalarda DESL'nin ağrıyı anlamlı düzeyde azalttığını, artrajenik ağrılı hastalarda ise total dikey açıklık ve çene hareketliliğinde iyileşme sağladığını göstermiştir. Plasebo grubunda da bazı iyileşmeler gözlenmiş ancak bu değişimler gerçek lazer grubuna göre daha az belirgin olmuştur.

Kulekcioglu ve arkadaşları (90), miyofasiyal ağrı, redüksiyonlu ve redüksiyonsuz disk deplasmanı ile dejeneratif eklem hastalığı tanısı alan 35 hastaya, egzersiz programı (streç egzersizi ve postural antrenman) ile birlikte düşük enerjili lazer tedavisi uygulamıştır. Tedavi sonunda aktif tedavi grubunda ağız açıklığı ve lateral hareketlerde artış gözlemlenmiş, ancak aktif ve plasebo grupları arasında ağrı düzeyindeki azalma açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durum, lazerin plasebo etkisine sahip olabileceği ve egzersizin kas spazmını azaltarak kasların normal fonksiyonlarını yerine getirmesine katkıda bulunmasıyla açıklanmıştır.

Hansson (135), osteoartroz, kondilektomi sonrası temporomandibular eklem ağrısı ve redüksiyonlu disk deplasmanı tanısı alan 5 hastada, düşük enerjili lazer tedavisi sonrasında eklem içi inflamasyonun azaldığını bildirmiştir.

Yaptığımız çalışmada, kontrol ve tedavi gruplarındaki benzer sonuçlar, lazerin plasebo etkisi yaratabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, lazerin olumlu motivasyon sağlaması ve hastaların kendilerini daha iyi hissetme isteği gibi psikolojik faktörlerin fizyolojik süreçler üzerinde etkili olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Ancak, çalışmamızdaki veriler değerlendirildiğinde, uygulanan tedavi sonucunda lazerin etkinliği, kontrol grubuyla karşılaştırılarak bir kez daha doğrulanmıştır. Hastaların ağrılarının hafifletilmesi ve ağız hareketlerindeki iyileşme, önemli bir başarı olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların hiçbirinde tedavi sırasında veya sonrasında herhangi bir yan etki ya da komplikasyon görülmemesi, lazer uygulamalarının ne kadar güvenilir bir tedavi yöntemi olduğunu gösteren önemli bir kanıttır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, redüksiyonlu disk deplasmanı ve çiğneme kaslarında miyaljisi olan hastalara uygulanan lazer tedavisi sonucunda tüm hastaların VAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir. Bu nedenle, ağrı dışında, çene hareketlerinde iyileşme, hastaların klik sesiyle ilgili yaşadığı şikayetler üzerinde sesin şiddetinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Tedavi sonrası, klik sesi şikayeti olan hastalarda, ağız açma ve fonksiyon sırasında rahatsızlık veren sesin lazer öncesine kıyasla azaldığı, ancak tamamen kaybolmadığı hasta beyanlarına göre saptanmıştır.

Lazer uygulamasını şu şekilde özetleyebiliriz: Hastalar, ağrı, çene fonksiyonlarında kısıtlılık şikayetlerle başvurmaktadır. Düşük enerji seviyeli lazer tedavisi uygulamaları, bu şikayetleri kabul edilebilir düzeye indirgemedi ve iyileşme sürecini hızlandırmada oldukça olumlu sonuçlar vermiştir.

7. KAYNAKLAR:

1. Milam SB. Pathophysiology and epidemiology of TMJ. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 3: 382-390, 2003
2. Franklin C.D. Pathology of the temporomandibular joint. *Current Diagnostic Pathology* 12:31-39,2006
3. Kuan TS. Current studies on myofascial pain syndrome. *Current Pain and Headache Reports* 2009;13:365–9.
4. Carlsson, G.E., and Magnusson, T. (eds.). (1999). *Management of Temporomandibular Disorders in the General Dental Practice*. Chicago: Quintessence Publishing Co.
5. Gray, R.J.M., Davies, S.J., and Quayle, A.A. (1994). A clinical approach to temporomandibular disorders: splint therapy. *Br. Dent. J.* 20, 135–142.
6. Shirani AM, Gutknecht N, Taghizadeh M, Mir M. Low-level laser therapy and myofascial pain dysfunction syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2009;24:715–20. doi: 10.1007/s10103-008-0624-5.
7. Gam AN, Thorsen H, Lønnberg F. The effect of low-level laser therapy on musculoskeletal pain: a meta-analysis. *Pain.* 1993;52:63–6. doi: 10.1016/0304-3959(93)90114-5.
8. Skinner SM, Gage JP, Wilce PA, Shaw RM. A preliminary study of the effects of laser radiation on collagen metabolism in cell culture. *Aust Dent J.* 1996;41:188–92.
9. Shobha, R., Narayanan, V. S., Jagadish Pai, B. S., Jaishankar, H. P. & Jijin, M. J. Low-level laser therapy: A novel therapeutic approach to temporomandibular disorder—A randomized, double-blinded, placebocontrolled trial. *Indian J. Dent. Res.* 28(4), 380–387 (2017).
10. Basford JR. Low intensity laser therapy: still not an established clinical tool. *Lasers Surg Med [Internet]*. 1995 [cited 2022 Jun 2];16(4):331–42.
11. Merida-Valesco JR, Rodriguez-Vasquez JF, Merida-Velasco JA. Development of the human temporomandibular joint. *Anat Rec* 1999;255: 20–33.
12. Berkovitz B K, Holland G R, Moxham B J. *Oral Anatomy, Histology and Embryology*. Missouri: Mosby, 2009.
13. Alomar X, Medrano J, Cabratosa J, et al. Anatomy of the temporomandibular joint. *Semin Ultrasound CT MR* 2007;28:170–83.

14. Choukas N C, Sicher H. The structure of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*1960;13:1203-1213..
15. Winkler S, Dalkowski K, Mair J, Klebe S, Waschke J, Böckers TM, et al. Sobotta lehrbuch anatomie. Berlin: Elsevier; 2015.
16. Cuccia A M, Caradonna C, Caradonna Det al. The arterial blood supply of the temporomandibular joint: an anatomical study and clinical implications. *Imaging Sci Dent* 2013;43:37-44.
17. Anatomy and Function of the TMJ, in Temporomandibular Disorders: An EvidenceBased Approach to Diagnosis and Treatment, G.C.S. Laskin D.M., Hylander W.L. , Editor. 2006, Quintessence Publishing Co. Inc.: USA. p. 35-52.
18. Okeson, J.P., Management Of Temporomandibular Disorders And Occlusion. 1993, St. Louis: Mosby year book Inc.
19. Yalçın S., A.I., Diş Hekimliğinde Temporomandibular Hastalıklara Yaklaşım. 2010: Vestiyer Yayıncılık.
20. Peterson, L.J., Oral and Maxillofacial Surgery. Vol. 3. 1992, Philadelphia: LippincottRaven Pub.
21. Dalkız M., B.B., Temporomandibular Hastalıkların Teşhis ve Tedavi Yöntemleri. 2003, Ankara: GATA Basımevi.
22. ARINCI, K. ELHAN, A. (1995). Anatomi. Ankara: Set Offset Matbaası
23. Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat.* 1988;182:16-32. doi:10.1002/aja.1001820103
24. PIETTE, E. (1993). Anatomy of the human temporomandibular joint. An updated comprehensive review. *Acta Stomatologica Belgica.* 90: 103-127.
25. Mahan PE. The temporomandibular joint in function and pathofunction. In Solberg WK, Clark GT. Temporomandibular Joint Problems. Biologic Diagnosis and Treatment. Quint Pub Co., Inc, Chicago;1980.
26. Rateitschak EKH, Wolf HF, Bumann A, Lotzmann U. Color Atlas of Dental Medicine TMJ Disorders and Orofacial Pain The Role of Dentistry in a Multidisciplinary Diagnostic Approach.; 2002.
27. Huwe LW, Cissel D, Hu J. TMJ Biomechanics and Structure of the Mandibular Condyle. In: Tamimi D, Hatcher DC, editors. Specialty Imaging: Temporomandibular Joint. Philadelphia: Elsevier; 2016. p. 46–9.

28. FLETCHER M.C., PIECUCH J.F., LIEBLICH S.E., 2012, Anatomy and Pathophysiology of the Temporomandibular Joint, Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery 2nd ed., Canada, 1033-1047.
29. Langendoen J, Muller J, Jull GA. Retrodiscal tissue of the temporomandibular joint: clinical anatomy and its role in diagnosis and treatment of arthropathies. Man Ther, 2: 191- 198, 1997.
30. Çelik, Ş.B. Temporomandibular Eklem Disfonksiyonları. 2004.
31. Ouanounou A, Goldberg M, Haas DA. Pharmacotherapy in Temporomandibular Disorders: A Review. J. Can. Dent. Assoc., 83, h7 (2017).
32. Willard, V.P., B. Arzi, and K.A. Athanasiou, The attachments of the temporomandibular joint disc: a biochemical and histological investigation. Arch Oral Biol, 2012. 57(6): p. 599- 606.
33. SAKUL, BU. (2007). Anatomi. syf: 59, 60.
34. Murray, G.M., et al., The human lateral pterygoid muscle. Arch Oral Biol, 2007. 52(4): p. 377-80.
35. TÜMEN, D.S., GÜNDÜZ ARSLAN S., 2007, Çiğneme kas aktivitesi ve ölçüm yöntemleri, Dic Tıp; 34(4): 316-322.
36. Torres D, Zaror C, Iturriaga V, Tobias A. Intra-articular corticosteroids for treatment of temporomandibular joint internal disorders: Protocol for systematic review and network metaanalysis. Vol. 10, BMJ Open. BMJ Publishing Group; 2020.
37. DEMİRSOY MS, AKBULUT N. TEMPOROMANDİBULER EKLEM DİSFONKSİYONU:Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı / Artrosentez. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2020 Apr 14;1-1.
38. Göksel D, Kaya Ş. TEMPOROMANDİBULAR EKLEMİN REDÜKSİYONSUZ DİSK DEPLASMANININ TEDAVİSİNDE METİLPREDNİZOLON ASETAT, SODYUM HYALURONAT VE TENOKSİKAMİN ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI Günay YAPICI YAVUZ Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı.
39. Bilgir E, Yıldırım D, Şentürk MF, Orhan H. Tek Girişli Artrosentez İşleminin Temporomandibular Eklem Bozukluklarına Kısa Dönem Etkisi. SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi. 2017 Apr 14;1-1.

40. Özcan B. Bruksizme eşlik eden miyofasyal ağrı sendromlu ve temporomandibular rahatsızlığı olan hastalarda oklüzal splint ve TENS tedavilerinin klinik ve ağrı eşiği üzerine olan etkinliklerinin karşılaştırılması. Şişli Etfal Hastanesi, Uzmanlık tezi, İstanbul, 2005.
41. KURITA, H. OHTSUKA, A. KOBAYASHI, H. KURASHIMA, K. (2000). Is the morphology of the articular eminence of the temporomandibular joint a predisposing factor for disc displacement. *Dentomaxillofacial Radiology*. 29; 159-162
42. ERIKSSON, L. WESTESSON, PL. ROHLIN, M. (1985) Temporomandibular joint sounds in patient with disk displacement. *Int J Oral Surg*. 14; 428-436
43. 43. HONDA, K. NATSUMI, Y. URADE, M. (2008) Correlation between MRI evidence of degenerative condylar surface changes, induction of articular disc displacement and pathological joint sounds in the temporomandibular joint. *Gerodontology* 25: 251–257
44. MANFREDINI, D. BASSO, D. SALMASO, L. GUARDA-NARDINI, D. (2008) Temporomandibular joint click sound and magnetic resonance-depicted disk position: Which relationship? *journal of dentistry* 36; 256–260
45. SENER, S. AKGUNLU, F. (2004) MRI characteristics of anterior disc displacement with and without reduction. *Dentomaxillofacial Radiology*. 33; 245-252
46. KURITA, H. OHTSUKA, A. KOBAYASHI, H. KURASHINA, K (2002) Alteration of the horizontal mandibular condyle size associated with temporomandibular joint internal derangement in adult females. *Dentomaxillofacial Radiology*. 31; 373-378
47. ORHAN, K. ARSLAN, A. PAKSOY, SC. UCOK, O. OZBEK, M. DURAL, S. KANLI, A. (2009) MRI evaluation of the classification, frequency and disk morphology of temporomandibular joint disk displacement: a multicenter retrospective study in a Turkish population. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Oral Endodontics*.
48. OKESON, J.P. (1995). Temporomandibular disorders and occlusion. 4th edition. St. Louis: Mosby, Inc.
49. Yengin E. Temporomandibular Rahatsızlıklarda Teşhis ve Tedavi. İstanbul: Dilek Ofset Matbaacılık; 2000.
50. Wilkes CH. Internal derangements of the temporomandibular joint. Pathological variations. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1989;115(4):469-77

51. Truelove EL, Sommers EE, LcResch L, Dworkin SF, Von Korff M. Clinical diagnostic criteria for TMD: New classification permits multiple diagnosis. *Journal of the American Dental Association*. 1992; 123:47-54.
52. Okeson JP. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion* 4th ed. St. Louis, Mosby-Year Book, 1998.
53. Kavuncu V. Temporomandibular eklem disfonksiyon sendromu, romatizmal hastalıkların tanı ve tedavisi, ed Turgut Göksoy, Yücel Yayıncılık, İstanbul. 2002, 791-802.
54. Stegenga B, de Bont LG. TMJ Disc Derangements. In: Laskin DM GC, Hylander WL (eds). *TMDs An Evidence Base Approach to Diagnosis and Treatment*., 1st ed. Hanover Park, Quintessence Publishing Co., 2006, 167-181.
55. Laskin DM. Internal Derangements. In: Laskin DM, Greene CS, Hylander WL (eds). *TMDs An Evidence Base Approach to Diagnosis and Treatment*, 1th ed. Hanover Park, Quintessence Publishing Co, 2006, 339-365
56. Nitzan DW. The process of lubrication impairment and its involvement in temporomandibular joint disc displacement: a theoretical concept. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 2001; 59: 36-45
57. De Riu G, Stimolo M, Meloni SM, Soma D, Pisano M, Sembronio S, Tullio A. Arthrocentesis and temporomandibular joint disorders: clinical and radiological results of a prospective study. *International journal of dentistry*, 2013; 790648
58. Carlsson GE. Epidemiology and Treatment Need for Temporomandibular Disorders. 1999;13:232-7
59. Nifosi F Violato E, Pavan C, Sifari L, Novello G, Guarda Nardini L, Manfredini D, Semenzin M, Pavan L, Marini M. Psychopathology and Clinical Features in an Italian Sample of Patients with Myofascial and Temporomandibular Joint Pain:Preliminary Data. *Int J Psychiatry Med*. 2007,37(3):283-300.
60. McNeill C. History and evaluation of TMD concepts. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol* 1997;83:51-60
61. Swift JQ. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and opioids: safety and usage concerns in the differential treatment of postoperative orofacial pain. *J Oral Maxillofac Surg*, 58: 8-11, 2000.

62. Medlicott MS, Harris SR. A systematic review of the effectiveness of exercise, manual therapy, electrotherapy, relaxation training, and biofeedback in the management of temporomandibular disorder. *Phys Ther.* 2006;86:955–73.
63. Serpengüzel A. Yarı iletken diyot lazerlerinde ediliğinden salınımın kuvvetlendirilmesi. Proje, Ankara, 1999.
64. Mester E, Spiry T, Szende B, Tota JG. Effect of laser rays on wound healing. *Am J Surg*, 122: 532-535, 1971. 93
65. Parker S. Low level laser use in dentistry. *Br Dent J*, 202: 131-137, 2007
66. Robert A. Convissar. Principles and Practice of Laser Dentistry. 2 nd. Mosby,Elsevier; 2016.
67. Strauss RA, Fallon SD. Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. *Dent Clin North Am.* 2004;48(4). doi:10.1016/j.cden.2004.06.005
68. Pohlhaus SR. Lasers in Dentistry: Minimally Invasive Instruments for the Modern Practice. DentalcareCom. Published online 1960.
69. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: Science and instruments. *Dent Clin North Am.* 2004;48(4). doi:10.1016/j.cden.2004.05.003
70. Cernavin I, Pugatschew A, de Boer N, Tyas MJ. Laser applications in dentistry: A review of the literature. *Aust Dent J.* 1994;39(1). doi:10.1111/j.1834-7819.1994.tb05543.x
71. De Nguyen T, Turcotte JY. Lasers in dentistry and in oral and maxillofacial surgery. *J Can Dent Assoc.* 1994;60(3).
72. Finkbeiner RL. The results of 1328 periodontal pockets treated with the argon laser: Selective pocket thermolysis. *J Clin Laser Med Surg.* 1995;13(4). doi:10.1089/clm.1995.13.273
73. Midda M. Lasers in periodontics. *Periodontal Clin Investig.* 1992;14(1):14-20. doi:10.4103/0975-7406.100245
74. Hübler R, Blando E, Gaião L, et al. Effects of low-level laser therapy on bone formed after distraction osteogenesis. *Lasers Med Sci.* 2010;25(2). doi:10.1007/s10103-009-0691-2
75. Horch HH, Deppe H. New aspects of lasers in oral and craniomaxillofacial surgery. *Med Laser Appl.* 2005;20(1). doi:10.1016/j.mla.2005.02.006
- 76.

77. Schwarz F, Bieling K, Sculean A, Herten M, Becker J. [Treatment of periimplantitis with laser or ultrasound. A review of the literature]. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Rev Mens suisse d'odonto-stomatologie = Riv Mens Svizz di Odontol e Stomatol.* 2004;114(12).
78. Haj-Ali R, Walker MP. A provisional fixed partial denture that simulates gingival tissue at the pontic-site defect. *J Prosthodont.* 2002;11(1). doi:10.1053/jpro.2002.29412
79. Mester E, Szende B, Gärtner P. [The effect of laser beams on the growth of hair in mice]. *Radiobiol Radiother (Berl).* 1968;9(5).
80. Rola P, Doroszko A, Derkacz A. The use of low-level energy laser radiation in basic and clinical research. *Adv Clin Exp Med.* 2014;23(5). doi:10.17219/acem/37263
81. Carroll JD, Milward MR, Cooper PR, Hadis M, Palin WM. Developments in low level light therapy (LLLT) for dentistry. *Dent Mater.* 2014;30(5). doi:10.1016/j.dental.2014.02.006
82. Karu T. Photobiology of low-power laser effects. *Health Phys.* 1989;56(5). doi:10.1097/00004032-198905000-00015
83. Buravlev EA, Zhidkova T V., Vladimirov YA, Osipov AN. Effects of laser and LED radiation on mitochondrial respiration in experimental endotoxic shock. *Lasers Med Sci.* 2013;28(3). doi:10.1007/s10103-012-1155-7
84. Alan H, Yolcu Ü, Koparal M, Özgür C, Öztürk SA, Malkoç S. Evaluation of the effects of the low-level laser therapy on swelling, pain, and trismus after removal of impacted lower third molar. *Head Face Med.* 2016;12(1). doi:10.1186/s13005-016-0121-1
85. Moshkovska T, Mayberry J. It is time to test low level laser therapy in Great Britain. *Postgrad Med J,* 81: 436-441, 2005.
86. Laakso E L, Cramond T, Richardson C, Galligan J P. Plasma ACTH and β -endorphin levels in response to low level laser therapy for myofascial trigger points. *Laser Ther,* 3: 133- 142, 1994.
87. Lin YS, Huang MH, Chai CY, Yang RC. Effects of helium-neon laser on levels of stress protein and arthritic histopathology in experimental osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83:758–65.

88. Fikácková H, Dostálová T, Navrátil L, Klaschka J. Effectiveness of low-level laser therapy in temporomandibular joint disorders: a placebo-controlled study. *Photomed Laser Surg*, 25: 297-303, 2007
89. Gross JM, Fetto J, Rosen E. The Temporomandibular Joint. In *Musculoskeletal Examination*. 3rd Edition, Blackwell Science Inc, 2009, 82-95.
90. Cetiner S, Kahraman SA, Yücetaş S. Evaluation of low-level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders. *Photomed Laser Surg*, 24: 637- 641, 2006.
91. Kulekcioglu S, Sivrioglu K, Ozcan O, Parlak M. Effectiveness of low-level laser therapy in temporomandibular disorder. *Scand J Rheumatol*, 32: 114-118, 2003.
92. Ilbuldu E, Cakmak A, Disci R, Aydin R. Comparison of laser, dry needling, and placebo laser treatments in myofascial pain syndrome. *Photomed Laser Surg*. 2004;22:306–11.
93. Fikácková H, Dostálová T, Navrátil L, Klaschka J. Effectiveness of low-level laser therapy in temporomandibular joint disorders: a placebo-controlled study. *Photomed Laser Surg*, 25: 297-303, 2007.
94. Fikácková H, Dostálová T, Vosická R, Peterová V, Navrátil L, Lesák J Arthralgia of the temporomandibular joint and low-level laser therapy. *Photomed Laser Surg*, 24: 522-527, 2006.
95. Mazetto MO, Carrasco TG, Bidinelo EF, de Andrade Pizzo RC, Mazetto RG. Low intensity Laser Application in temporomandibular disorders: A Phase I double-blind study. *Cranio*, 25: 186-192, 2007.
96. Venancio Rde A, Camparis CM, Lizarelli Rde F. Low intensity laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders: a double-blind study. *J Oral Rehabil*, 32: 800-807, 2005.
97. Kato MT, Kogawa EM, Santos CN, Conti PCR. TENS and Low-level Laser Therapy In The Management of Temporomandibular Disorders. *J Appl Oral Sci*, 14: 130-135, 2006.
98. Laskin DM. Etiology of the pain-dysfunction syndrome. *J Am Dent Assoc*. 1969;79(1):147-53.
99. Warren MP, Fried JL. Temporomandibular disorders and hormones in women. *Cells Tissues Organs*. 2001;169(3):187-92.

100. Yu S, Xing X, Liang S, Ma Z, Li F, Wang M, et al. Locally synthesized estrogen plays an important role in the development of TMD. *Med Hypotheses*. 2009;72(6):720-2.
101. Guan G, Kerins CC, Bellinger LL, Kramer PR. Estrogenic effect on swelling and monocytic receptor expression in an arthritic temporomandibular joint model. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2005;97(3):241-50.
102. Alpaslan C, Bilgihan A, Alpaslan GH, Guner B, Ozgur Yis M, Erbas D. Effect of arthrocentesis and sodium hyaluronate injection on nitrite, nitrate, and thiobarbituric acid-reactive substance levels in the synovial fluid. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;89(6):686-90.
103. Kellesarian SV, Al-Kheraif AA, Vohra F, Ghanem A, Malmstrom H, Romanos GE, et al. Cytokine profile in the synovial fluid of patients with temporomandibular joint disorders: A systematic review. *Cytokine*. 2016;77:98-106.
104. Chang H, Israel H. Analysis of inflammatory mediators in temporomandibular joint synovial fluid lavage samples of symptomatic patients and asymptomatic controls. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005;63(6):761-5.
105. Kaneyama K, Segami N, Shin-Ichi T, Fujimura K, Sato J, Nagao T. Anchored disc phenomenon with a normally positioned disc in the temporomandibular joint: characteristics and behaviour. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2007;45(4):279-83.
106. Murakami K, Segami N, Moriya Y, Iizuka T. Correlation between pain and dysfunction and intra-articular adhesions in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg*. 1992;50(7):705-8.
107. Murakami KI, Iizuka T, Matsuki M, Ono T. Recapturing the persistent anteriorly displaced disk by mandibular manipulation after pumping and hydraulic pressure to the upper joint cavity of the temporomandibular joint. *Cranio*. 1987;5(1):17-24.
108. Brennan PA, Ilankovan V. Arthrocentesis for temporomandibular joint pain dysfunction syndrome. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006;64(6):949-51.
109. Melis M, Di Giosa M, Zawani KH. Low level laser therapy for the treatment of temporimandibular disorder. *J Craniomandib Pract* 2012;30:304-12.
110. da Silva MA, Botelho AL, Turim CV, da Silva AM. Low level laser therapy as an adjunctive technique in the management of temporomandibular disorders. *Cranio* 2012;30:264-71.

111. Núñez SC, Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS. Management of mouth opening in patients with temporomandibular disorders through low-level laser therapy and transcutaneous electrical neural stimulation. *Photomed Laser Surg* 2006;24:45-9.
112. Bertolucci LE, Grey T. Clinical analysis of mid-laser versus placebo treatment of arthralgic TMJ degenerative joints. *J Craniomand Prac* 1995;13:26-9.
113. Ayyildiz S, Emir F, Sahin C. Evaluation of Low-Level Laser Therapy in TMD Patients. *Case Rep Dent* 2015;2015:424213.
114. X. Wang, Z. Yang, W. Zhang, X. Yi, C. Liang, and X. Li, "Efficacy evaluation of low-level laser therapy on temporomandibular disorder," *West China Journal of Stomatology*, vol. 29, no. 4, pp. 393–395, 2011.
115. da Cunha LA, Firoozmand LM, da Silva AP, Camargo SE, Oliveira W. Efficacy of low level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorder. *Int Dent J* 2008;58:213-7.
116. T.G. Carrasco, M.O. Mazzetto, R.G. Mazzetto, Wilson Mestriner Jr, Low level laser therapy in temporomandibular disorder: a phase II double-blind study, *Rehabil. Med.* 26 (4) (2008) 274–281.
117. E. Sancakli, B. Gökçen-Röhlğ, A. Balik, D. Öngöl, S. Kıpırdı, H. Keskin, Early results of low-level laser application for masticatory muscle pain: a double-blind randomized clinical study, *BMC Oral Health* 15 (1) (2015) 131.
118. Emshoff R, Bösch R, Pümpel E, Schöning H, Strobl H: Low-level laser therapy for treatment of temporomandibular joint pain: a double-blind and placebo-controlled trial. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 105:452-456
119. Bezuur NJ, Habeets LLMH, Hansson TL. The effect of therapeutic laser treatment on patients with craniomandibular disorders. *J Craniomandib Disord* 1988;2:83–86
120. Heussler JK, Hinshey J, Margiotta E, Quinn R, Butler P, Martin J, Sturgess AD. A double blind randomized trial of low power laser treatment in rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis* 1993;52:703–706.
121. Palano D, Martelli M, Avi R, Gaurneri L, Palmieri B. A clinic-statistical investigation of laser effect in the treatment of pain and dysfunction of temporomandibular joint (TMJ). *Med Laser Rep* 1985;2:21–29.
122. Hansen HJ, Thoroe U. Low power laser biomedical effects of chronic oro-facial pain: a double-blind placebo controlled cross-over study in 40 patients. *Pain* 1990;43:169–180.

123. Conti P. Low level laser therapy in the treatment of tempo-romandibular disorders (TMD): a double-blind pilot study. *Cranio* 1997;15:144–149.
124. Pinheiro ALB, Alves MJPC, Ramos E, Manzi CTA, Rolim AB, Vieira ALB. Low-level laser therapy is an important tool to treat disorders of the maxillofacial region. *J Clin Laser MedSurg* 1998;16:223–226.
125. Simunovic Z. Pain and practical aspects of its management. In: *Laser Medico*, ed. Lasers in medicine and dentistry. Basic science and up-to-date clinical application of low energy level laser therapy – LLLT. Rijeka: European Medical Laser Association, 2000; cap. 14: 269–301.
126. Walker J, Akhanjee LK, Cooney MM, Goldstein J, Tamayoshi S, Segal-Gidan F. Laser therapy for the pain of rheumatoid arthritis. *Clin J Pain* 1987;3:54–59.
127. De Abreu Venancio R, Camparis CM, De Fátima Zantirato Lizarelli R. Low intensity laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders: a double-blind study. *J Oral Rehabil* 2005;32:800–7.
128. P.T. Hotta, T.H. Hotta, C. Bataglion, S.A. Bataglion, E.A.S. Coronatto, S. Siéssere, S.C.H. Regalo, Emg analysis after laser acupuncture in patients with temporomandibular dysfunction (TMD). Implications for practice, *Complement. Ther. Clin. Pract.* 16 (5) (2010) 158–160.
129. M. L. Carli, M. B. Guerra, T. B. Nunes et al., “Piroxicam and laser phototherapy in the treatment of TMJ arthralgia: a double-blind randomised controlled trial,” *Journal of Oral Rehabilitation*, vol. 40, no. 3, pp. 171–178, 2013.
130. Khosla B, Singh A, Agarwal N, Mishra A. Comparative evaluation between the effects of low intensity laser therapy and transcutaneous electric nerve stimulation on temporomandibular joint disorders. *Int J Sci Study* 2015;3:86–92.
131. Pierce CJ, Christman K, Bennett ME, Close J. Stress, anticipatory stress, and psychologic measures related to sleep bruxism. *J Orofac Pain*. 1995;9:51–6
132. Gerwin RD: Classification, epidemiology, and natural history of myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep* 2001; 5:412–20
133. Xu GZ, Jia J, Jin L, Li JH, Wang ZY, Cao DY: Low-level laser therapy for temporomandibular disorders: a systematic review with meta-analysis. *Pain Res Manag* 2018; 2018:4230583
134. Martens LC: Laser physics and a review of laser applications in dentistry for children. *Eur Arch Paediatr Dent* 12:61, 2011

135. Ahrari F, Madani AS, Ghafouri ZS, Tuner J: The efficacy of lowlevel laser therapy for the treatment of myogenous temporomandibular joint disorder. *Lasers Med Sci* 29:551, 201
136. Hansson TL. Infrared laser in the treatment of craniomandibular disorders, arthrogenous pain. *J Prosthet Dent*, 61: 614–617, 1989.
137. Ambra Petrucci, Fabrizio Sgolastra, Roberto Gatto, Antonella Matte, Annalisa Monaco. Effectiveness of Low-Level Laser Therapy in Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Orofacial Pain* Volume 25, Number 4, 2011
138. Bjordal JM, Couppé C, Chow RT, Tunér J, Ljunggren EA. A systematic review of low level laser therapy with locationspecific doses for pain from chronic joint disorders. *Aust J Physiother* 2003;49:107–116
139. S. R. Varma, M. Shayeb, A. Kaseh, S. Kuduruthullah, A. Ashekhi, E. Khader. Effectiveness of Low-level Laser Therapy in the Management of the Temporomandibular Joint Disorders: A Placebo-controlled. *Trial World Journal of Dentistry*, July-August 2018;9(4):316-320

