



**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**DÜŞÜK DOZ LAZER TERAPİSİNİN MİNİ-VİDA DESTEKLİ
AĞIZ İÇİ APAREYLE YAPILAN MAKSİLLER MOLAR
DİSTALİZASYONU ÜZERİNE ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Beren ÖZSOY

**Lefkoşa
Mart, 2023**

BEREN ÖZSOY

DÜŞÜK DOZ LAZER TERAPİSİNİN MİNİ-VİDA DESTEKLİ AĞIZ İÇİ
APAREYLE YAPILAN MAKSİLLER MOLAR DİSTALİZASYONU
ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

2023

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**DÜŞÜK DOZ LAZER TERAPİSİNİN MİNİ-VİDA DESTEKLİ
AĞIZ İÇİ APAREYLE YAPILAN MAKSİLLER MOLAR
DİSTALİZASYONU ÜZERİNE ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Beren ÖZSOY

Tez Danışmanı

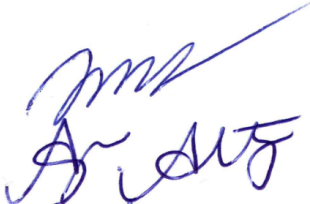

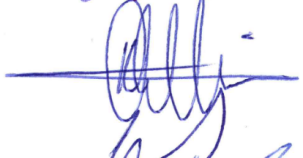


Yrd. Doç. Dr. Beste KAMILOĞLU

Lefkoşa

Mart, 2023

Onay

Beren Özsoy tarafından hazırlanan “Düşük Doz Lazer Terapisinin Mini-Vida Destekli Ağız İçi Apareyle Yapılan Maksiller Molar Distalizasyonu Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez, kapsam ve nitelik açısından kalite standartlarına uygunluğu ile ilgili Ortodonti Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak 21/03/2023 tarihinde kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Adı – Soyadı	İmza
Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Zahir ALTUĞ	
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Ayşe Tuba ALTUĞ	
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Kani BİLGİNAYLAR	
Jüri Üyesi:	Yrd. Doç. Dr. Kemal GÜLDÜREN	
Danışman:	Yrd. Doç. Dr. Beste KAMILOĞLU	

Anabilim Dalı Başkanı Onayı

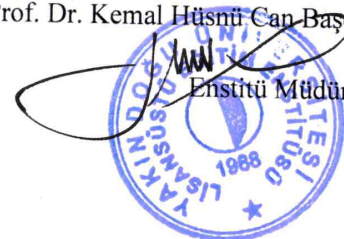
21/03/2023

Yrd. Doç. Dr. Beste Kamiloğlu
Unvan, Ad-Soyad
Ortodonti Ana Bilim Dalı

Anabilim/Anasanat Dalı Başkanı *Vehili*

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

21/03/2023
Prof. Dr. Kemal Hüsnü Can Başer
Enstitü Müdürü



Etik İkelere Uygunluk Beyanı

Bu tezin içinde sunduğum verileri, bilgileri ve belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kurallar gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Beren Özsoy**21/03/2023**

Teşekkür

Doktora eğitim sürecim boyunca kıymetli bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bana yol gösteren, sadece bir eğitmen olarak değil aynı zamanda anne şefkatiyle bana öğütler verip destek olan çok değerli danışman hocam **Yrd. Doç. Dr. Beste KAMILOĞLU**'na,

Doktora eğitimim boyunca çok kıymetli bilgi birikimi ve deneyimlerini her koşulda bana sunan, sevgisini ve samimiyetini en içtenlikle hissettiğim çok değerli hocam **Prof. Dr. Zahir ALTUĞ**'a,

Fakültemizdeki görevinden ayrılan fakat doktora eğitimim boyunca değerli bilgilerinden benden esirgemeyen; **Prof. Dr. Hakan GÖGEN**'e, **Prof. Dr. Ulaş ÖZ**'e, **Doç. Dr. Levent VAHDETTİN**'e ve **Yrd. Doç. Dr. Umay KELAHHMET**'e,

Tez savunma jürimde bulunarak beni onurlandıran ve katkılarıyla bu çalışmanın daha değerli olmasına vesile olan çok değerli hocalarım **Prof. Dr. Ayşe Tuba ALTUĞ**'a ve **Doç. Dr. Kani BİLGİNAYLAR**'a,

Gerek yayın gerekse tez çalışmasında her türlü yardımını benden esirgemeyen ve desteğini her koşulda hissettiğim, aynı zamanda tez jürimde de bulunan, önce kıdemlim sonra çok değerli arkadaşım **Yrd. Doç. Dr. Kemal Güldüren**'e,

Doktora sürecinde beni en çok motive edenlerden olan, bu yolda birlikte yürüdüğümüz, birlikte gülüp, birlikte üzüldüğümüz, her koşulda birbirimize destek olduğumuz, çok sevdiğim bölüm arkadaşım, kardeşim **Dr. Mohamad Talal Radwan**'a,

Tezimin zorlu istatistiksel analizlerini gerçekleştiren, olumsuz durumlarda bile pozitif ve umut verici tavırlarıyla destek olan, beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum çok değerli arkadaşım **Çağla Şafak**'a,

Tez sürecim boyunca her türlü desteğini esirgemeyen, bu süreci benimle birlikte yaşayan, içtenliği, samimiyeti ve koşulsuz sevgisiyle hep yanımda olan çok kıymetli arkadaşım **Yrd. Doç. Dr. Suzan Karaoğluları Özduran**'a,

Doktora hayatım boyunca sevgilerini ve samimiyetlerini bir aile gibi hissettiren Ortodonti ABD ailemizden, teknisyenimiz **Hikmet Sönmez**'e, hasta danışmanımız **Fatma Kaşot Zenginses**'e,

Benim bu günlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi tüm desteğiyle koşulsuz arkamda duran, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim canımdan öte sevdiğim annem **Goncegöl Okay ÖZSOY**'a, babam **Ezcan ÖZSOY**'a, abilik duygusunu bana tattıran, hayatım boyunca her zaman desteğini hissedeceğim ve desteğimi hissettireceğim canımdan çok sevdiğim, ailemizin en saf ve en temiz kalplisi canım kardeşim **Melen ÖZSOY**'a,

Bu süreci benimle birlikte yaşayan ve yaşanan tüm zorlukları birlikte atlattığımız, her zaman arkamda durarak inancımı kaybetmememi sağlayan, sevgisini ve desteğini hep hissettiren nişanlım **Gizem Günay ERCANTAN**'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Beren Özsoy

Özet

Düşük Doz Lazer Terapisinin Mini-Vida Destekli Ağız İçi Apareyle Yapılan Maksiller Molar Distalizasyonu Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi

Özsoy, Beren

Doktora, Ortodonti Bilim Dalı

Mart 2023, 126 sayfa

Düşük doz lazer terapisi (DDLTT) uygulamasının maksiller molar distalizasyonu üzerine klinik etkilerinin kontrol grubuyla karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi. Bu tek merkezli, bölünmüş ağız, randomize kontrollü klinik çalışmaya, 16-22 yaş arasında 20 birey dahil edilmiştir. Bireyler rastgele olarak, lazer, kontralateral ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruba atanmıştır. Lazer uygulaması, deney grubundaki bireylerin rastgele atanan sağ ya da sol molar bölgelerine yapılmıştır. Deney grubundaki bireylerin kontralateral taraflarına ve bağımsız kontrol grubundaki bireylere lazer uygulaması yapılmamıştır. Deney ve kontrol grubundaki bireylerin tümünde, maksiller molarların distalizasyonu, mini-vida destekli distalizasyon apareyi kullanılarak yapılmıştır. Lazer uygulaması, distalizasyon apareyinin ilk aktivasyonundan sonraki 0., 3., 7., 14., 21., 42., ve 63. günlerinde, birinci ve ikinci molarların toplamda 16 farklı noktasına, nokta başına 10 saniye süresince uygulanmıştır. Molar distalizasyon miktarı, 3., 6., 9., ve 12. haftalarda elde edilen dijital taramalar kullanılarak üç-boyutlu (3D) dijital modeller üzerinde ölçülmüştür. Maksiller birinci ve ikinci molarlardaki rotasyon ve devrilme miktarlarının ölçümü için, distalizasyon öncesi ve sonrasında elde edilen 3D dijital modeller ve lateral sefalometrik filmler değerlendirilmiştir. Deneyin başlangıcından sonuna kadar 3 haftalık aralıklarla maksiller posterior dişlerin periodontal ölçümleri yapılmıştır. Tüm bireylerin ağrı şiddeti düzeyleri, vizüel analog skalası (VAS) kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm zaman dilimlerinde, lazer grubundaki diş hareket miktarı, kontralateral ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla olmuştur ($p < 0.001$). Tüm zaman dilimlerinde kontralateral ile kontrol grubu arasında diş hareket miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Lazer grubundaki molar dişler, kontralateral gruptaki molar dişler ile kontrol grubundaki molar dişlere kıyasla 12 haftada 1.22 kat daha fazla hareket etmiştir. Lazer,

kontralateral ve kontrol grupları için günlük diř hareket hızları sırasıyla: 0.033, 0.027 ve 0.027 mm olmuştur. Deneyin başlangıcından sonuna kadar, maksiller birinci ve ikinci molar dişlerin devrilme ve rotasyon miktarlarında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Periodontal değerler arasında bazı zaman noktalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilse de klinik açıdan değerlendirildiğinde bu fark anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ağrı VAS skorları, lazer grubunda, kontralateral grup ve kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0.05$) daha dūřuk bulunmuştur. DDLT'nin diř hareketini hızlandırma üzerine etkisi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olsa da klinik açıdan değerlendirildiğinde bu etki anlamlı bulunmamıştır. Bu alışmada, DDLT için tercih edilen parametreler, molar diř hareketinin klinik açıdan belirgin şekilde hızlandırılması için yetersiz kalmıştır. DDLT, ağrı şikayetinin giderilmesinde etkili olmuştur ve periodontal sağlığı olumsuz yönde etkilememiştir.

Anahtar kelimeler: hızlandırılmıř ortodontik diř hareketi, biyostimūlasyon, dūřuk doz lazer terapisi, molar distalizasyonu.

Abstract**Evaluation Of The Effects Of Low-Level Laser Therapy On Maxillary Molar Distalization Using Miniscrew-Supported Intraoral Appliance****Özsoy, Beren****PhD, Department of Orthodontics****March 2023, 126 pages**

To investigate the effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement during maxillary molar distalization in comparison with the control group. Twenty subjects aged 16-22 years participated in this single-centre, split-mouth, randomized controlled clinical trial. The subjects were randomly assigned into three groups which were the laser, contralateral, and control groups. Laser was applied to the randomly determined right or left molar regions of the individuals in the intervention group. Laser was not applied to the contralateral side of the intervention group and the individuals in the control group. A miniscrew-supported distalization appliance was used for the distalization of maxillary molars of all of the subjects in the intervention and control groups. On the 0th, 3rd, 7th, 14th, 21st, 42nd, and 63rd days following the initial activation of the distalization appliance, laser therapy was applied in a total of 16 different points of the first and second molars for 10 seconds per point. The amount of molar distalization was measured using digital scans of the three-dimensional (3D) digital models obtained during the 3rd, 6th, 9th, and 12th weeks. To measure the amount of the rotations and tipplings of the maxillary first and second molars, 3D models and lateral cephalometric radiographs from both before and after molar distalization were also evaluated. Periodontal measurements of maxillary posterior teeth were performed at 3-week intervals from the beginning to the end of the experiment. Pain intensity levels of all individuals were also evaluated using a visual analog scale (VAS). The amount of tooth movement on the laser-applied side of subjects in the intervention group was significantly greater than those in the contralateral and control groups at all time intervals ($p < 0.001$). The amount of tooth movement between the contralateral side of the intervention group and the control group was determined to be statistically insignificant ($p > 0.05$) at all time

intervals. The laser-treated molars of the subjects in the intervention group moved 1.22 times more than the molars in the contralateral side and in the control group in 12 weeks. The rate of tooth movement in the laser, contralateral, and control groups was 0.033, 0.027 and 0.027 mm/day, respectively. No significant difference was observed in the amount of distal tipping and rotation of the maxillary first and second molars, from the beginning to the end of the experiment ($p > 0.05$). Although statistically significant differences were identified between periodontal values at some time points, these differences were not found to be significant when evaluated clinically ($p > 0.05$). Pain VAS scores were statistically significantly lower ($p < 0.05$) in the laser side of the experimental group compared to the contralateral side and the control group. Although LLLT was found to be statistically significant in terms of accelerating tooth movement, the effect of LLLT is not considered to be clinically significant. The parameters preferred for LLLT in this clinical trial may have fallen short for prominent acceleration of molar tooth movement clinically. LLLT, reduced orthodontic pain and did not adversely affect periodontal health.

Keywords: accelerated orthodontic tooth movement, biostimulation, low-level laser therapy, molar distalization.

İçindekiler

Onay	I
Etik İlkelerine Uygunluk Beyanı	II
Teşekkür.....	III
Özet	V
Abstract	VII
İçindekiler	IX
Tablolar Listesi	XII
Şekiller Listesi.....	XIII
Kısaltmalar	XV
BÖLÜM I.....	1
Giriş.....	1
Problem Durumu	1
Araştırmanın Amacı	2
Alt Amaçlar.....	2
Araştırmanın Önemi	3
BÖLÜM II.....	4
Genel Bilgiler.....	4
Ortodontik Diş Hareketi	4
Ortodontik Diş Hareketi Sırasında Periodonsiyumda Meydana Gelen Değişiklikler.....	4
Direkt ve İndirekt Kemik Rezorpsiyonu.....	5
Optimum Ortodontik Kuvvet.....	6
Ortodontik Diş Hareketi Safhaları	7
Ortodontik Diş Hareketinin Hızlandırılmasındaki Yöntemler	8
Cerrahi Uygulamalar.....	8
Lokal-Sistemik İlaç Uygulamaları.....	13
Mekanik-Fiziksel Stimülasyonlar	18
Lazer Uygulamaları	20
Lazer Hakkında Genel Bilgiler	20
Lazer-Doku Etkileşimi.....	22
Lazerin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları ve Lazer Çeşitleri.....	24
Düşük Doz Lazer Terapisi.....	26
DDL T'nin Biyostimülatör Etkisi Ve Kullanım Alanları	27
DDL T'nin Diş Hareketi Hızı Üzerine Etkisi	29
DDL T'nin Ortodontik Ağrı Üzerine Etkisi	33

Sınıf II Maloklüzyonlar	33
Ortopedik Yaklaşım	34
Cerrahi Yaklaşım	34
Ortodontik Yaklaşım.....	34
Benefit Teknik	37
Değiştirilebilir Abutmentleriyle Benefit Mini-Vida Sistemi	37
Beneplate	38
Beneslider	39
BÖLÜM III	41
Yöntem.....	41
Araştırma Hipotezi	41
Araştırma Modeli	41
Araştırma Etik Onayı.....	41
Çalışmaya Dahil Edilme ve Edilmeme Kriterleri.....	42
Örnekleme Büyüklüğü Hesaplanması	43
Çalışma Gruplarının Tanımı.....	43
Girişimler.....	44
Distalizasyon Protokolü.....	44
DDLT Protokolü	46
Verilerin Toplanması.....	48
Molar Distalizasyon, Devrilme ve Rotasyon Ölçümleri.....	48
Periodontal Değerlendirmeler	52
Vizüel Analog Skalası	52
İstatistiksel Analizler	53
BÖLÜM IV	55
Bulgular ve Yorumlar	55
Katılımcı Akışı	55
Analiz Sonuçları	56
Temel Veriler.....	56
Molar Distalizasyon Miktarına Ait Bulgular	56
Molar Devrilme ve Rotasyon Miktarlarına Ait Bulgular.....	59
Periodontal Ölçümlere Ait Bulgular	61
VAS Ölçümlerine Ait Bulgular	63
BÖLÜM V	65
Tartışma	65
BÖLÜM VI.....	74
Sonuç ve Öneriler.....	74

Sonuç	74
Kısıtlılıklar.....	74
Öneriler.....	75
Kaynakça.....	76
Ekler	104
Ek 1.....	104
Ek 2.....	105
Ek 3.....	106
Özgeçmiş.....	107

Tablolar Listesi

	Sayfa
Tablo 1. Gruplara Göre Katılımcıların Demografik Değişkenlere Göre Dağılımı	56
Tablo 2. Diş Hareketi Hızı İçin Karışık Etki Modeli	57
Tablo 3. T0'dan T1, T2, T3 Ve T4 Zaman Noktalarına Kadar Olan Molar Distalizasyon Miktarlarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	57
Tablo 4. Farklı Zaman Dilimlerindeki Molar Distalizasyon Miktarlarının Gruplar Arası Ve Grup İçi Karşılaştırılması	58
Tablo 5. Günlük Diş Hareket Hızları	59
Tablo 6. Distalizasyon Öncesi Ve Sonrası 1. Ve 2. Molarların Devrilme Ve Rotasyon Miktarları	60
Tablo 7. Periodontal İndeksler İçin Karışık Etki Modeli	61
Tablo 8. T0, T1, T2, T3 Ve T4 Zamanlarındaki 2. Premolar, 1. Molar ve 2. Molar Periodontal İndeks Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması	62
Tablo 9. VAS Skorları İçin Karışık Etki Modeli	64
Tablo 10. T0'daki Aktivasyonun 1., 3., 7., 14. Ve 21. Günlerindeki Ağrı VAS Skorlarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	64

Şekiller Listesi

	Sayfa
Şekil 1. Arndt-Schulz Yasası	22
Şekil 2. Lazerlerin Sınıflandırılması	24
Şekil 3. Beneslider Apareyinin Ağız İçi Görünümü	45
Şekil 4. Benefit Mini-Vidaların Ağız İçi Görünümü	45
Şekil 5. Molar Bandları Ve Laboratuvar Transfer Başlıklarının Ağız İçi Görünümü	45
Şekil 6. Mini-Vida Uygulaması Sonrası Maksillanın Silikon Ölçüsü. (A) Ölçü İçerisindeki Başlıkların Görünümü (B) Ölçü İçerisindeki Laboratuvar Analoglarının Görünümü	46
Şekil 7. Beneslider Apareyinin Alçı Model Üzerinde Uyumlandırılması	46
Şekil 8. Medency Primo Dental Lazer Cihazı	47
Şekil 9. Lazer Parametreleri	47
Şekil 10. Birinci Ve İkinci Molar Üzerinde Lazer Uygulanan Noktalar. (A) Bukkal Görünüm (B) Palatal Görünüm	48
Şekil 11. CEREC Omnicam İntrooral Tarayıcı	49
Şekil 12. CEREC Ortho Yazılımı	49
Şekil 13. Molar Distalizasyon Miktarlarının 3D Dijital Modeller Üzerinde Ölçülmesi. Dental Ark İle Y-ekseni Paralel Olacak Şekilde Modeller Yönlendirilmiştir. Birinci Mini-Vidanın Orta Noktası İle Maksiller Birinci Moların Mezial Marjininin Orta Noktası Referans Noktaları Olarak Belirlenmiştir. “y”, Bu İki Referans Noktasının Y-eksenine Olan İzdüşümleri Arasındaki Mesafeyi Göstermektedir. (A) Oklüzal Görünüm (B) Lateral Görünüm	50

Şekil 14. Maksiller Birinci Ve İkinci Molar Dişlerin Rotasyon Ve Devrilme Miktarlarının Ölçümü. (A) Molar Rotasyon Miktarlarının 3D Dijital Modeller Üzerinde Ölçülmesi; Kesişen İki Referans Çizgisi Arasındaki Açı (Birinci Mini-Vıdanın Orta Noktasından Molar Dişin Disto-Palatal Tüberkül Tepesine Çizilen Çizgi, Mezio-Bukkal Tüberkül Tepesinden Disto-Palatal Tüberkül Tepesine Çizilen Çizgi) Ölçülmüştür. (B) Molar Devrilme Miktarlarının Lateral Sefalometrik Film Üzerinde Ölçülmesi; Kesişen İki Referans Çizgisi Arasındaki Açı (Molar Dişin Uzun Aksından Çizilen Çizgi, Sella-Nasion Düzlemi) Ölçülmüştür	51
Şekil 15. Çalışma Protokolü	52
Şekil 16. VAS Skorlamaları Ve Açıklamaları	53
Şekil 17. CONSORT 2010 Akış Diyagramı	55

Kısaltmalar

1,25-DHCC:	1,25-dihydroxycholecalciferol (1,25 dihidroksikolekalsiferol)
3D:	Three dimensional (Üç boyutlu)
ABD:	Amerika Birleşik Devletleri
ATP:	Adenosine triphosphate (Adenozin trifosfat)
BHF:	Bölgesel hızlanma fenomeni
cAMP:	Cyclic adenosine monophosphate (Siklik adenozin monofosfat)
cGMP:	Cyclic guanosine monophosphate (Siklik Guanozin Monofosfat)
cm²:	Santimetre kare
CO₂:	Carbon dioxide (Karbondioksit)
CONSORT:	Consolidated Standards of Reporting Trials (Çalışmaların Raporlanmasında Birleştirilmiş Standartlar)
DDLТ:	Düşük Doz Lazer Terapisi
DNA:	Deoxyribonucleic acid (Deoksiribonükleik asit)
Er,Cr:YSGG:	Erbium, Chromium Doped: Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet
Er:YAG:	Erbium Doped: Yttrium–Aluminium–Garnet
g:	Gram
g/cm²:	Gram bölü santimetre kare
GaAlAs:	Gallium aluminium arsenide (Galyum alüminyum arsenid)
H0:	Sıfır hipotezi

He-Ne:	Helyum-Neon
IL:	Interleukin (İnterlökin)
IL-1β:	Interleukin-1 beta (İnterlökin-1 beta)
InGaAs:	Indium Gallium Arsenide (Indiyum galyum arsenid)
J:	Joule (Jul)
J/cm²:	Jul bölü santimetre kare
LED:	Light-emitting diode (Işık yayan diyot)
M-CSF:	Macrophage colony-stimulating factor (Makrofaj koloni uyarıcı faktör)
mg/kg:	Miligram bölü kilogram
mm:	Milimetre
MOP:	Mikro-osteoperforasyon
mW/cm²:	Miliwatt bölü santimetre kare
ND:YaG:	Neodymium Doped: Yttrium Aluminium–Garnet
Ni-Ti:	Nikel-Titanyum
nm:	Nanometre
NO:	Nitric oxide (Nitrik oksit)
NSAİİ:	Non-steroid Antiinflamatuvar İlaç
OCN:	Osteocalcin (Osteokalsin)
OPG:	Osteoprotegerin
P:	Anlamlılık değeri
PAOO:	Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics

	(Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti)
PG:	Prostaglandinler
PGE1:	Prostaglandin E1
PGE2:	Prostaglandin E2
PTH:	Parathyroid hormone (Paratiroid hormon)
RANK:	Receptor activator of nuclear factor kappa-B (Reseptör aktivator nükleer kappa B)
RANKL:	Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand (Reseptör aktivator nükleer kappa B ligandı)
RME:	Rapid Maksiller Ekspansiyon
RNA:	Ribonucleic acid (Ribonükleik asit)
s:	Saniye
SN:	Sella Nasion
SPSS:	Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi)
SS:	Standart sapma
STL:	Stereolithography
TGF-β1:	Transforming growth factor beta-1 (Dönüştürücü büyüme faktörü beta-1)
TNF-α:	Tumor necrosis factor alpha (Tümör nekroz faktör-alfa)
UV:	Ultraviolet (Mor ötesi)
VAS:	Visual Analog Scale (Vizüel Analog Skalası)
vd.:	Ve diğerleri
VEGF:	Vascular Endothelial Growth Factor

	(Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü)
VIS:	Visible spectrum (Görünür spektrum)
W/cm²:	Watt bölü santimetre kare
YDÜ:	Yakın Doğu Üniversitesi

BÖLÜM I

Giriş

Bu bölümde araştırmanın problemine, amacına ve önemine yer verilmiştir.

Problem Durumu

Başarılı bir ortodontik tedavinin kriterleri; en az histolojik hasar ve ağrı, hızlı diş hareketi, kabul edilebilir tedavi süresi ve kalıcı sonuçlardır. Kemiğin yeniden şekillenme süreci, dişin kemik içerisinde oluşturduğu direnç, uygulanan tedavi mekaniği ve hasta kooperasyonu gibi birçok faktöre bağlı olarak ortodontik tedavi süresi uzayabilmektedir (Buschang vd., 2012). Tedavi süresinin uzaması, hastanın kooperasyon problemleri ile birlikte psikososyal durumunu etkilemekte ve oral hijyen yetersizliğine bağlı olarak diş çürükleri, periodontal hastalıklar, alveol kemik rezorpsiyonları ve kök rezorpsiyonları gibi patolojik olayların meydana gelme riskini artırmaktadır (Ge vd., 2015; Ristic vd., 2007; Segal vd., 2004).

Diş hareketinin hızlandırılması için uygulanan kuvvetin şiddetinin artırılması, periodontal membranda nekroza sebep olarak hücresel faaliyetlerin yavaşlamasına neden olan hyalinizasyon dokusunun oluşmasına neden olacaktır (Krishan & Davidovitch, 2006). Ortodontik kuvvetin şiddetini artırmadan diş hareketine karşı periodontal dokularda oluşan direnci azaltarak ve çevresel faktörleri değiştirerek diş hareketini hızlandırmak, buna bağlı olarak da tedavi süresini kısaltmak amacıyla lokal-sistemik ilaç uygulamaları, mekanik-fiziksel stimülasyonlar ve cerrahi destekli uygulamalar gibi teknikler geliştirilmiştir (Ren vd., 2007).

Cerrahi destekli uygulamalar; osteotomi ve kortikotomi teknikleri, piezoinsizyon, perisegmental kortikotomi, dental distraksiyon tekniği ve mikro-osteoperforasyonlar (MOP) gibi alt başlıklar altında incelenmektedir (Bolat, 2019). Cerrahi destekli uygulamaların, ortodontik diş hareketi hızı üzerinde oldukça etkili olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Alfawal vd., 2016). Bu uygulamalar, bakteriyemi riski bulunması, invaziv doğaları, işlemler için bir uzmana ihtiyaç duyulması, ağrı ve maliyet gibi nedenlerden dolayı klinisyenler tarafından yaygın olarak kullanılmamaktadır (Alfawal vd., 2016; Gil vd., 2018)

Lokal-sistemik ilaç uygulamaları ve mekanik-fiziksel stimülasyonlar konservatif yaklaşımları nedeniyle hastalar tarafından daha çok kabul edilebilir uygulamalardır. Çoğu ilaç uygulamalarının kısıtlı yarılanma ömrü nedeniyle

uygulamayı tekrarlama gerekliliği ortodonti klinik pratiğinde pek de mümkün olmamaktadır (Arqub vd., 2021). Elektromanyetik alan uygulaması, non-invaziv ve düşük maliyetli bir uygulama olmasına karşın, apareyin ağız içi kullanımında yaşanılan zorluklar ve hasta konforu üzerine literatürde yapılmış bir ęalıřmaya rastlanmaması, klinik kullanımını konusunda düşündürücüdür (Kalemaj vd., 2015). Bununla birlikte santral sinir sistemi üzerinde olası yan etkileri de tartışılmaktadır (Darendeliler vd., 1995). Ultrasonik vibrasyon uygulamasının, uygulama kolaylığı, ortodontik ağrıyı azaltması, diş hareketini hızlandıran diğer uygulamalara kıyasla daha az yan etki göstermesi sayesinde popülerliği artmış bir uygulama olmasına karşın, uygulama için özel bir cihazla uygulamayı tekrarlama gerekliliği ve hastanın kooperasyonuna ihtiyaç duyulması bu yöntemin kullanım açısından klinik pratikliğini azaltmaktadır (Dubey vd., 2021).

Bu uygulamalar ile karşılaştırıldığında düşük doz lazer terapisi (DDLDT), non-invaziv olması, uygulama kolaylığı, hasta kooperasyonuna ihtiyaç duyulmaması ve şimdiye kadar olumsuz sistematik etkisini bildiren ęalıřmaya rastlanmamış olması nedeniyle ortodonti pratiğinde kullanımını klinisyenler tarafından tercih edilmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu tez ęalıřmasının amacı; DDLT'nin, mini-vida destekli ağız içi apareyle yapılan maksiller molar distalizasyonu sırasında, ortodontik diş hareketine olan katkısını ve klinik etkilerini kontrol grubuyla karşılaştırmalı olarak araştırmaktır. ęalıřmamızın birincil amacı, DDLT'nin molar distalizasyon miktarı üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

Alt Amaçlar

ęalıřmamızın ikincil amacı, birinci ve ikinci molar dişlerde meydana gelen rotasyon ve devrilme miktarlarının hesaplanmasıdır. ęalıřmamızın üçüncül amacı, deney süresince yapılan uygulamaların periodontal dokular üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. ęalıřmamızın dördüncül amacı, DDLT'nin, bireylerin yaşam kalitesi üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Araştırmanın Önemi

Literatürde lazerin biyostimülasyon etkisinden faydalanılarak diş hareketi hızını artırmak amacıyla yapılan deneysel ve klinik çalışmalardan birçoğu DDLT ile diş hareketi hızının artırılabilceğini göstermiştir ancak DDLT'nin diş hareketi hızı üzerine etkilerinin araştırıldığı insan çalışmalarının çoğu kanin distalizasyonu (Cruz vd., 2004; Doshi-Mehta & Bhad-Patil., 2012; Türker vd., 2021; Üretürk vd., 2017; Youssef vd., 2008), en masse retraksiyonu (Genc vd., 2013) ve çapraşıklık giderilmesi (AlSayed vd., 2016) üzerine yoğunlaşmıştır. Bu alanda yapılan hayvan çalışmaları ise molarların mezializasyonu üzerine yoğunlaşmıştır (Kawasaki & Shimizu, 2000). Kanin distalizasyonu üzerine yapılmış olan çalışmalar DDLT'nin, diş hareketini klinik açıdan etkili bir şekilde hızlandırdığını bildirmiş olsa da maksiller molarların distalizasyonu uygulanan kuvvet ve mekanikler açısından farklı bir uygulamadır. Oliveria vd. (2010), diş hareketini hızlandırma potansiyeli olan non-invaziv yöntemlerin, farklı dentoalveolar bölgeler üzerindeki etkilerini araştıran randomize kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir.

Literatür taramasından elde ettiğimiz bilgilere göre, DDLT'nin mini-vida destekli ağız içi apareyle yapılan maksiller molar distalizasyonu üzerine klinik etkilerini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışması, DDLT'nin mini-vida destekli ağız içi apareyle yapılan maksiller molar distalizasyonuna etkilerini inceleyen ilk klinik çalışmadır.

BÖLÜM II

Genel Bilgiler

Bu bölümde araştırma ile ilgili kavramsal açıklamalara, tanımlamalara ve araştırma ile ilgili literatür’de geçen ve daha önce yapılmış olan araştırmalara ilişkin genel bilgilere yer verilmiştir.

Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, fizyolojik diş hareketinden farklıdır. Fizyolojik diş hareketi yavaş bir süreçtir ve genelde süngerimsi kemikte ya da büyüme nedeniyle kortikal kemikte bukkal yönde gerçekleşmektedir (Reitan, 1960). Ortodontik diş hareketi ise fizyolojik diş hareketinden farklı olarak, uygulanan kuvvetin fiziksel karakteristiklerine ve periodontal ligamentin biyolojik cevabına bağlı olarak hızlı ya da yavaş olabilmektedir (Reitan, 1960; Rygh & Brudvik, 1995). Ortodontik tedavi sırasında, fizyolojik diş hareketine kıyasla, ortodontik kuvvetlerin etkisiyle dişler çok daha hızlı hareket ettikleri için oluşan doku değişiklikleri daha kapsamlı ve belirgindir (Reitan, 1960). Ortodontik diş hareketi, periodontal ligament ve kemik dokusu içerisinde bulunan fibroblastlar, osteoblastlar ve osteoklastların görev aldığı, pulpada, periodontal ligamentte, alveol kemiğinde ve dişetinde meydana gelen değişikliklerle karakterize bir remodelasyon olayıdır (Mostafa vd., 1983). Kemik yapının şeklinde veya boyutunda meydana gelen bir değişikliği ifade eden remodelasyon; kemiğin endosteal ve periostal yüzeylerinde oluşan kemik apozisyonu ve rezorpsiyonu ile oluşmaktadır ve bu olay bahsi geçen dokuların karşılaştıkları değişik büyüklük, sıklık ve sürelerde mekanik faktörler tarafından kontrol edilmektedir (Frost, 1994; Katona vd., 1995)

Ortodontik Diş Hareketi Sırasında Periodonsiyumda Meydana Gelen Değişiklikler

Ortodontik diş hareketleri sırasında periodontal ligamentte ve periodontal ligamente komşu kemik duvarında önemli etkileşimler meydana gelmektedir (Marks, 1983).

Fizyolojik şartlar altında doku homeostazını sağlamak için periodontal yapıların sentezi ve degradasyonu düşük seviyede devam etmektedir (Gay, 2000). Ortodontik tedaviyle birlikte dişe uygulanan kuvvete bağlı olarak bu denge bozulmakta ve periodontal ligamentin damarlanmasına ve bu yapıdaki kan akımının

değişmesine yol açarak koloni uyarıcı faktörler, nörotransmitterler, araşidonik asit metabolitleri, büyüme hormonları ve sitokinler gibi birçok anahtar molekül sentezlenmesine ve salınmasına neden olmaktadır. Bu moleküller sayesinde periodontal dokularda hücrel bir tepki meydana gelerek rezorpsiyon veya apozisyon döngüsünün başlayabilmesi için uygun bir mikro-çevre sağlanmakta ve bu sayede diş hareketi meydana gelmektedir (Davidovitch Z vd., 1988; Davidovitch Z, 1991).

Diş hareketini sağlamak için dişe uygulanan ortodontik kuvvet, periodontal liflerin sıkışmasıyla birlikte periodontal aralıkta daralmaya ve periodontal liflerin gerilmesiyle birlikte periodontal aralıkta genişlemeye neden olmaktadır. Diş hareketi yönündeki periodontal ligamente komşu alveolar kemikte kemik rezorpsiyonu, diş hareketinin tersi yönündeki alveolar kemikte ise kemik apozisyonu görülmektedir (Marakoğlu, 1998). Rezorpsiyona ve apozisyona uğrayan kemik yüzeylerinde alveol kemik ile diş kökü arasında kalan fibröz bağın sürekliliği asla kesintiye uğramaz. Bu sürekliliğin sağlanmasında dış periodontal bölgenin (alveol kemiğine komşu), iç periodontal bölgenin (semente komşu) ve ara bölgenin (iç ve dış bölge arasında) önemi büyüktür (Thomas & Brainerd, 1985). Kemik apozisyonunun olduğu bölgelerde, dış periodontal bölge yeni oluşan kemik tabakası içerisinde yer alır ve sharpey fibrillerine dönüşür; ara periodontal bölge yeni oluşan dış periodontal bölgeye dönüşür; iç periodontal bölge semente yapışık olduğu için stabildir. Bu olaylar, apozisyon süresince sırasıyla devam eder. Kemik rezorpsiyonu olan bölgelerde kemik matriks lifleri zarar görmez ve çıplak kollajen liflerine dönüşerek dış periodontal bölgenin lifleri gibi davranırlar. Bu sayede periodonsiyum ile alveol kemik arasındaki fibröz bağın sürekliliği korunmuş olur ve kesintiye uğramaz. Rezorpsiyon süresince eski dış periodontal bölge lifleri ara periodontal bölge liflerine dönüşür. Kemik rezorpsiyonu olan yüzeylerde oldukça fazla osteoklast dağılımı ve pürüzlü bir kenar gözlenir (Gılrsöy, 1988; Marakoğlu, 1998).

Direkt ve İndirekt Kemik Rezorpsiyonu

Ortodontik kuvvet karşısında ortaya çıkan doku reaksiyonunun hem kemiğin içine doğru hem de kemiğin içinde meydana geldiği gösterilmiştir (Melsen, 1999). Uygulanan kuvvetin şiddetine bağlı olarak bazen rezorpsiyon periodontal ligamente komşu kemik yüzeyinde değil kemik iliğine yakın alanlarda meydana gelir. Bu sırada hareket yönündeki periodontal ligamentte sıkışma meydana gelse de biçimlendirici

hücre aktivitesi olmaz ve periodontal ligamente komşu kemik yüzeyinde lokalize iskemi ortaya çıkar. Bu iskemik alan (hyalinize doku) hücresiz camsı bir yapı gösterir. Araştırmacılar, minimal kuvvet uygulansa dahi periodontal ligamentte hyalinize bölgenin oluştuğunu ve dişi devrilme hareketine zorladığını, dişi kökünün kısa olduğu durumlarda hyalinizasyonun daha fazla olduğunu ve translasyon hareketi esnasında ise çok az hyalinizasyon görüldüğünü bildirmişlerdir (Kardos & Simpson, 1980; Reitan, 1960; 1957). Hyalinizasyonun ilk belirtisi hücrelerde piknotik nükleidlerin (büzülmüş çekirdek yapısı) görülmesidir. Bunu takiben hücresiz alanlar ortaya çıkar. Hasar görmemiş komşu dokulardan makrofajlar, dev hücreler ve osteoklastlar nekrotik alana doğru göç ederler. Rezorbsiyon periodontal ligamente ulaştığı ve hyalinize doku tümüyle ortadan kaldırıldığında dişi hareketi başlar, bu süreç 'indirekt rezorbsiyon' olarak adlandırılır (Reitan, 1960). İndirekt kemik rezorbsiyonu dişi hareketlerinin başlangıç safhasında görülmektedir (Ülgen, 1993).

Uygulanan ortodontik kuvvetin şiddetinin optimum seviyede olmasına bağlı olarak rezorbsiyon direkt olarak periodontal ligamente komşu kemik duvarında meydana gelirse, dişi kemiğin içinde hareket etmeye başlar ve buna 'direkt rezorbsiyon' adı verilir. Bu durum yalnızca basınç tarafındaki kan akışının azalmasıyla birlikte oluşur. Hyalinizasyon alanları ya hiç oluşmamıştır ya da çok az oluşmuştur. Bu durumda periodontal ligamentte basınç tarafında osteoklastik aktivite, gerilim tarafında da osteoblastik aktivite ile oluşan remodelasyon, tıpkı fizyolojik dişi hareketindeki gibidir (Van vd., 1982).

Optimum Ortodontik Kuvvet

Optimal dişi hareketini elde etmek için; kuvvetin şiddeti, yönü, dağılımı, süresi ve periodontal ligamentteki biyolojik değişiklikler göz önünde bulundurulmalıdır (Storey & Smith, 1952).

Optimum ortodontik kuvvet, mekanik uyarıların, dişi destekleyen dokuların hücresel cevabı ile dengede olduğu, diğer bir deyişle kökte, periodontal ligamentte ve alveolar kemikte minimal geri dönüşümsüz hasar yaratarak maksimum dişi hareketi sağlayan kuvvet olarak değerlendirilmektedir. Bu görüşe göre optimum kuvvet değeri her dişi ve birey için farklıdır ve klinik açıdan ortodontik kuvvetin büyüklüğü ile dişi hareket hızı arasındaki ilişki optimum kuvvetin belirlenmesinde belirleyicidir (Krishnan & Davidovitch, 2006; Proffit, 2014; Ren vd., 2003) Schwarz, optimum kuvveti, dokuya kapiller kan damarı basıncına eşit (20-25 g/cm²) düzeyde

basınç uygulayan kuvvet şeklinde tanımlamış ve optimumdan daha düşük şiddetteki kuvvetlerin dokuda hiçbir değişiklik yaratmadığını, şiddetli kuvvetlerin ise nekroza sebep olarak alveol kemiğinin direkt rezorpsiyonunu engellediğini bildirilmiştir (Schwarz, 1932). Optimum kuvvet büyüklüğünün, dişin kök yüzeyi ile ilişkili olduğu ve diş hareketini etkileyen en önemli faktörün, kuvvetin periodonsiyumda neden olduğu stress dağılımı olduğu bildirilmiştir (Darendeliler vd., 1997). Kuvvetin büyüklüğü, arzu edilen diş hareketinin elde edilmesi açısından önem arz etmektedir. Ortodontik kuvvetleri hafif ve ağır şeklinde sınıflandırmak mümkündür. Hafif kuvvetlerin daha nazik ve fizyolojik olduğu düşünülmektedir (Türker, 2016). von Böhl vd. (2004), çalışmalarında, ağır kuvvetlerin hafif kuvvetlere oranla daha fazla hyalinizasyon alanları yarattığını bildirmişlerdir. Hyalinizasyon alanlarının, kuvvetin büyüklüğüyle ilgisi varken, diş hareketi hızı/oranı ile ilişkisi yoktur. Araştırmacılara göre diş hareketinin gecikme safhasından sonra diş hareketi başladığında, kemiğin yeniden şekillenmesi belirgin bir hızda kuvvetten bağımsız olarak devam etmektedir (Owman-Moll vd., 1996; van Leeuwen vd., 1999).

Günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğunda molar distalizasyonu için kullanılan kuvvet miktarı 50-250 g aralığında olmuştur. Açık Nikel-Titanyum (Ni-Ti) yayların, 250 g (Erverdi vd., 1997) ve 100 g (Gianelly vd., 1991) kuvvette kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Pendulum apareyinin, 200-250 g (Bussick & McNamara, 2000) ve 230 g (Chiu vd., 2005) kuvvette aktive edilerek kullanıldığı çalışmalar yer almaktadır. Distal Jet apareyi kullanılarak yapılan bir çalışmada, çocuklarda 150 g, erişkinlerde 250 g kuvvet kullanılmıştır (Carano, 1996). Keleş, tasarladığı Keleş Slider apareyi ile molar distalizasyonu için 200 g kuvvet uygulamıştır (Keles, 2001; 2002). Wilmes ve Drescher (2008), Beneslider apareyi ile molar distalizasyonu elde edebilmek için 240 g kuvvet uygulamışlardır.

Ortodontik Diş Hareketi Safhaları

Başlangıç safhasında, kuvvet uygulaması sonrası hızlı diş hareketi görülmektedir. Bu hareket dişin periodontal ligament boşluğu mesafesi kadar yer değiştirmesiyle meydana gelmektedir. Gecikme safhasında, çok az miktarda diş hareketi olur veya hiç olmaz. Diş hareketinde meydana gelen bu duraksamaya, sıkışma alanındaki periodontal ligamentin hyalinizasyonunun neden olduğu düşünülmektedir ve alandaki nekrotik dokular uzaklaştırılmadan diş hareketinin

gerçekleşmeyeceği söylenmektedir (Brudvik & Rygh, 1994; Nakamura vd., 2001; Okumura, 1982; Rygh, 1973).

Ortodontik Diş Hareketinin Hızlandırılmasındaki Yöntemler

Cerrahi Uygulamalar

Cerrahi uygulamaların diş hareketini hızlandırmasının temel mantığı, bölgesel hızlanma fenomeni (BHF)'ne dayanmaktadır. Bu süreç, dokuların zararlı uyarılara karşı, kendilerini normalden 10-50 kat daha hızlı yenileme sürecine soktukları bölgesel yeniden şekillenmeyle meydana gelmektedir. Bu yoğun kemik cevabı (artan osteoklastik-osteoblastik aktivite ve artan lokal-sistemik enflamasyon parametreleri) kemik iliğine uzanan kesilerin etrafında meydana gelmektedir. Bu cevap, uyarının süresi, şiddeti ve yoğunluğuna bağlı olarak çeşitlilik göstermekte ve hasarların hızlı iyileşmesini sağlayan fizyolojik 'acil durum' mekanizması olarak düşünülmektedir (Frost, 1983). BHF, cerrahi işlem sonrası birkaç gün içerisinde başlayarak 1-2 ay sonrasında maksimum seviyeye ulaşır ve 6-24 ay aralığında azalarak sonlanır (Wilcko vd., 2008).

Ortodontik diş hareketinde kemokinlerin ve sitokinlerin rolleri net olarak bilinmemekle birlikte, osteoklast hücrelerinin farklılaşması ve aktivitesi üzerinde önemli rolleri olmasından dolayı ortodontik diş hareketi için temel mediyatörler olarak değerlendirilmektedirler (Fuller vd., 2006; Jimi vd., 1996; O'Brien vd., 1999). Yapılan çalışmalar, minör kemik travmasına neden olan cerrahi müdahalelerin, inflamatuvar sitokinleri, kemiğin yeniden şekillenmesini ve ortodontik diş hareketini hızlandırdığını göstermiştir. Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla uygulanan cerrahi destekli teknikler, kortikotomi ve osteotomi teknikleri, dental distraksiyon tekniği, perisegmental kortikotomi, piezoinsizyon ve MOP gibi alt başlıklar altında incelenebilmektedir (Frost, 1983; Yaffe vd., 1994)

Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti. Kortikotomi uygulayarak maloklüzyonların düzeltilmesi fikri ilk kez 1892 yılında Bryan tarafından ileri sürülmüştür (Tunçer, 2015). 1959 yılında ise Heinrich Kole, kortikal kemik kalınlığı ve devamlılığının diş hareketine karşı oldukça yüksek direnç oluşturduğunu, bu direncin azaltılabilmesi ve diş hareketinin hızlandırılabilmesi için alveol kemiğinin cerrahi müdahalelerle hazırlanmasının gerekli olacağını öne sürmüştür. Kemik blokları tanımı ilk kez Kole tarafından yapılmıştır. Bu bloklarlar,

vestibül ve palatinalden dikey olarak yapılan interradiküler kortikotomi insizyonları ve bu insizyonları vestibülo-palatin yönde birleştiren 10 mm'lik subapikal horizontal osteotomi insizyonları ile oluşturulmuştur (Kole, 1959). Kole'nin kemik blokları tekniğinde uygulanan horizontal osteotomi insizyonu, invaziv doğası nedeniyle zamanla kortikotomi insizyonunun tercih edilmesine neden olmuştur (Tuncer & Yılmaz, 2012). Bu alanda günümüzde en yaygın kabul gören Wilcko kardeşlerin literatüre kazandırdıkları "Wilckodontics" ya da diğer adıyla "Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti (Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics, PAOO)" yöntemidir (Wilcko vd., 2000). Wilcko kardeşler tanıttıkları bu yöntemin, daha önceden tanıtılan kortikotomi yöntemleriyle benzer cerrahi uygulamaya sahip olduğunu fakat buna rağmen diş hareketinin hızlanmasını sağlayan mekanizmayı Frost'un tanıttığı BHF ile açıklamışlardır (Wilcko vd., 2001). Bu mekanizmaya göre alveol kemiğinin yoğunluğu azalmakta ve kemik dokusunda metabolik aktivite artmaktadır. Bunun sonucunda ortodontik kuvvet uygulanan dişlerde daha az rezorpsiyon ve daha hızlı ortodontik diş hareketi meydana gelmektedir (Goldie & King, 1984; Horowitz vd., 1989). Araştırmacılara göre optimum diş hareketinin sağlanması, dişin hareket edeceği yöndeki kök yüzeyinde 1.5 mm veya daha ince bir kemik tabakasının oluşturulmasıyla mümkündür. Bu tekniğin avantajları arasında; hyalinizasyon ve kök rezorpsiyonu riskinin azaltılması, tedavi süresinin kısaltılması, kemik grefti uygulanabilmesi ve bu sayede oluşma ihtimali bulunan kemik defektlerinin onarılması ve cerrahi müdahalelerin doku hafızasına etkisi sayesinde nüks oranının azaltılması şeklinde sıralanabilmektedir. Dezavantajları arasında; uzmana ihtiyaç duyulması, cerrahi işlem için ek ücret gerektirmesi ve cerrahi sonrası olası komplikasyon ve yan etkilerin görülebilmesidir (Murphy vd., 2009; Wilcko vd., 2000; 2001; 2003; 2008; 2009).

Periodontal Ligament Distraksiyonu ve Dentoalveolar Distraksiyon. Periodontal ligament distraksiyonu tekniği ilk olarak Liou ve Huang tarafından literatüre kazandırılmıştır. Bu yöntemde birinci premolar dişin çekiminin ardından kanin dişin distalindeki interseptal kemik duvarı inceltilmiş ve çekim boşluğunun bukkal ve lingual yüzeyleri boyunca çekim boşluğunun tabanına oblik olarak uzanan vertikal oluklar oluşturulmuştur. Daha sonra kanin dişi distalize etmek için diş destekli ağız içi distraksiyon apareyi uygulanmıştır. Distraksiyon apareyi geleneksel distraksiyon

işleminde uygulanan prosedürden farklı olarak, gecikme safhası beklenmeden, çekimin ardından günde 0.5-1 mm kadar aktive edilmiştir. Hem maksiller hem de mandibular kaninler 3 haftalık bir süre zarfında çekim boşluğuna doğru toplamda 6.5 mm kadar hareket etmiştir. Araştırmacılar, kanin dişin çekim boşluğuna doğru bu kadar hızlı distalize edilebilmesini, distaline komşu alveolar kemiğin zayıflatılmış olmasından ve oluşan fibroz doku içerisinde dişlerin daha hızlı hareket edebilmesinden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Ayrıca bu teknik kullanılarak yapılan kanin distalizasyonunun, duraklama periyodu süresince tamamlandığı için posterior dişlerde ankraj kaybının görülmediğini rapor etmişlerdir ancak, distalizasyon süresinin 3 haftayı aşması durumunda molarlarda ankraj kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kök rezorpsiyonunun görülmediğini veya görülse dahi minimal düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir. Bunun nedeni olarak da kök rezorpsiyonunun kuvvet uygulandıktan sonraki 2. ve 3. haftada başlaması ve distalizasyonun bu süre zarfında tamamlanmış olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Liou & Huang, 1988). Dentoalveolar distraksiyon osteogenezi, cerrahi osteotomilerin yerleri bakımından periodontal ligament distraksiyonundan farklılık göstermektedir. Dentoalveolar distraksiyon osteogenezisinde kanin dişini çevreleyen kemik, mezial, distal ve apikaline cerrahi kesiler yapılarak bir blok haline getirilmektedir. Periodontal ligament distraksiyonunda ise kanin dişin distalinde yer alan interseptal kemik bölgesine osteotomiler yapılmaktadır (Karamehmetoğlu & Gökmen, 2013). Kışnişci vd. (2002), dentoalveolar distraksiyon yönteminin, kanin dişin distalizasyon hızı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, distraksiyon apareyini premolar çekiminin hemen öncesinde yerleştirmişler ve çekimle aynı seansta cerrahi kesileri gerçekleştirmişlerdir. Distalizasyon boyunca her aktivasyonu 0.4 mm olmak üzere günlük toplam 0.8 mm'lik aktivasyona denk gelecek şekilde uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda kanin distalizasyonlarını 8 ila 12 günde tamamlamışlar ve kanin dişlerde herhangi bir kök rezorpsiyonu ve vitalite kaybı görülmediğini rapor etmişlerdir. Kharkar vd. (2010), dentoalveolar distraksiyon ile periodontal ligament distraksiyonunun, diş hareketi ve kök rezorpsiyonu üzerine etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, dentoalveolar distraksiyonda tedavinin daha kısa sürede tamamlandığını ve kanin dişlerinde daha az devrilme görüldüğünü rapor etmişlerdir. Buna rağmen dentoalveolar distraksiyonun daha invaziv bir uygulama olduğunu ve her iki uygulama için de anlamlı bir ankraj kaybı olmadığını ayrıca kök rezorpsiyonu görülmediğini bildirmişlerdir.

Monokortikal Diş Dislokasyonu ve Ligament Distraksiyonu. Vercellotti ve Podesta (2007), çalışmalarında, diş hareketi sırasında meydana gelen remodelasyon olayını elimine etmek ve diş korteksiyle birlikte hareket ettirmek amacıyla bu tekniği kullanmışlardır. Bu teknik sayesinde ortodontik kuvvetle birlikte kemik metabolizmasında gerçekleşebilecek kontrolsüz artış engellenerek periodonsiyum ve köklerde meydana gelebilecek hasarın önlenmesi hedeflenmiştir. Bu sayede hızlı diş hareketi elde etmenin yanı sıra kemik defektlerine yatkın bireylerde periodontal dokuların korunması hedeflenmiştir.

Kortizisyon. Park vd. (2006), kortikotomi tekniğinin invaziv doğası nedeniyle hastalar ve klinisyenler tarafından pek tercih edilmemesi sonucunda alternatif olarak kortizisyon yöntemini literatüre kazandırmışlardır. Park (2016), bu yöntemle çekimsiz olarak tedavi ettiği hastanın toplam tedavi süresinin 10 ay sürdüğünü rapor etmiştir. Kim ve vd. (2009), kortizisyon yöntemiyle tedavi ettikleri bireylerde herhangi bir patolojik defekt ya da kök rezorpsiyonu gerçekleşmediğini ve bu yöntemle birlikte kemik yapımının 3.5 kat daha fazla gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. Bu sonuçlara ve minimal invaziv bir işlem olmasına rağmen greftlemeye uygun olmaması ve cerrahi kesilerin çekiç ile yapılmasından kaynaklı hastada meydana gelen rahatsızlık ve baş dönmesi şikayeti nedeniyle bu yöntemle olan talep azalmıştır (Mittal vd., 2011).

Piezosizyon. Piezoelektrik mikroinsizyon anlamına gelen “Piezosizyon” tekniği literatüre kazandırılmıştır (Dibart vd., 2009). Bu teknikte diş hareketinin hızlanmasının sadece kemikte meydana gelen direkt travmanın etkisiyle değil aynı zamanda ultrasonik vibrasyonun etkisiyle de olduğu düşünülmektedir (Huang vd., 2014). Aksakalli vd. (2015), piezosizyon uygulamasının kanin dişin distalizasyon hızı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmanın sonucunda, periodontal sağlığın olumsuz yönde etkilenmeyerek diş hareketi hızında artış meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Keser ve Dibart (2013), piezosizyon uygulamasının, diş hareketi hızını artıran yöntemler arasında güncel ve minimal invaziv bir yöntem olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu tekniğin, tam kalınlık mukoperiosteal flep kaldırılan diğer cerrahi yaklaşımlara kıyasla daha konservatif olması ve hasta konforu açısından daha kabul

edilebilir olması gibi avantajları olduğunu vurgulamışlardır. Piezosizyon uygulamasının, minimal invaziv bir yöntem olmasına rağmen uygulamadan sonra hastalarda geçici olarak bakteremi oluşma riski olduğu bildirilmiştir (Ileri vd., 2014).

Piezopuncture. Kim vd. (2013), piezosizyon yöntemindeki diş eti kesilerine gerek kalmadan piezocerrahi ucu kullanarak gerçekleştirdikleri bu yönteme “Piezopuncture” adını vermişlerdir. 10 denek köpek üzerinde yaptıkları çalışmalarında, deneklerin yarısını kontrol grubu diğer yarısını piezopuncture grubu oluşturmuştur. Piezopuncture probunun 5 saniye boyunca kortikal kemikte 3 mm’lik derinlik elde edilene kadar uygulanmasıyla, hareketi istenen dişlerin mezial, distal, bukkal ve linguallerine toplamda 16 adet perforasyon gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda bu tekniğin tedavi süresini kısalttığını bildirmişlerdir.

Mikro-Osteoperforasyon. MOP’lar, kortikal kemik üzerinde flep kaldırılmadan (sert ve yumuşak dokunun bütünlüğünü koruyan) yapılan ve ortodontik diş hareketinde önemli role sahip olan inflamatuvar sitokinlerin salınımını uyararak osteoklast dönüşümünün artırılmasını sağlayan buna bağlı olarak da kemiğin yeniden şekillenmesini ve diş hareketi hızını artıran kontrollü mikro travmalar olarak tanımlanmaktadır (Bolat, 2019). Alikhani vd. (2013), sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu 20 yetişkin hastada kanin distalizasyonu sırasında diş hareketi hızını araştırmışlardır. Bir tarafta 1.5 mm çapında 2-3 mm derinliğinde MOP uygulamasıyla birlikte distalizasyon gerçekleştirirken, diğer tarafta MOP uygulamaksızın distalizasyon gerçekleştirmişlerdir. 4 haftalık takiplerinin sonucunda, MOP uygulamasının ortodontik diş hareketi hızını 2.3 kat artırmasının yanı sıra inflamatuvar hücrelerin seviyelerinde de anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Hastaların işlem sırasında veya sonrasında önemli bir ağrı veya rahatsızlık bildirmediğini rapor etmişlerdir. Sonuç olarak, MOP uygulamasının diş hareketini hızlandırmak ve ortodontik tedavi süresini azaltmak için etkili konforlu ve güvenli bir prosedür olduğunu rapor etmişlerdir. Gulduren vd. (2020), MOP uygulamasının, mini-vida destekli molar distalizasyonu hızı üzerine etkilerini inceledikleri klinik çalışmalarında, MOP uyguladıkları taraftaki maksiller molar dişlerin, kontralateral taraftakilere göre 12 haftada 1.17 kat daha fazla hareket ettiğini, kontrol grubu ile deney grubunun MOP

ve kontralateral tarafları arasında ise diş hareketi miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığını bildirmişlerdir. Shahabee vd. (2020), yayınlamış oldukları sistematik derleme ve meta analiz çalışmalarında, MOP uygulamasının ortodontik diş hareketini istatistiksel olarak anlamlı derecede hızlandırdığını fakat klinik olarak bu uygulamanın tatmin edici değerde (ayda 0.45 mm artış) olmadığını rapor etmişlerdir. Bolat (2019), MOP'ların diş hareketini hızlandırabilen güvenli bir yöntem olduğunu ancak oklüzal ilişkiler, diş hareketinin tipi, uygulanan mekanikler, hastanın yaşı ve cinsiyeti, ağız hijyeni, periodontal hastalıklar, alveolar kemik kaybı, sistemik hastalıklar ve diş hareketi hızını etkileyen ilaç kullanımı gibi birçok faktörün göz önünde bulundurulması gerektiğini bildirmiştir.

Lokal-Sistemik İlaç Uygulamaları

Diş hareketi sırasında maruz kalınan kuvvete karşı dokularda meydana gelen direnci azaltmak, çevresel faktörleri değiştirmek ve dolayısıyla diş hareketini hızlandırmak amacıyla osteokalsin (osteocalcin, OCN), sitokinler, prostaglandinler (PG), nitrik oksit (NO), lökotrienler, vasküler endotelyal büyüme faktörü (vascular endothelial growth factor, VEGF) gibi mekanik kuvvetleri hücre sel cevaba dönüştüren fizyolojik araçlar kullanılmıştır (Akın vd., 2004; Brooks vd., 2011; Hashimoto vd., 2001; Kaku vd., 2001; Kanzaki vd., 2006; Krishnan & Davidovitch, 2006; 2015; Lee, 1990; Leiker vd., 1995; Mohammed vd., 1989; Seifi vd., 2003; Yamasaki vd., 1980; 1982; 1984) Bunun yanı sıra kortikosteroidler, paratiroid hormonu (parathyroid hormone, PTH), 1,25-dihidroksikolekalsiferol (1,25-dihydroxycholecalciferol, 1,25-DHCC) ve relaksin gibi sistemik faktörlerin de diş hareketini hızlandırdığı literatürde bildirilmiştir (Ashcraft vd., 1992; Collins & Sinclair, 1988; Gianelly & Schnur, 1969; Goldie & King, 1984; Kale vd., 2004; Liu vd., 2005; Ong vd., 2000; Takano-Yamamoto vd., 1992)

Osteokalsin. Osteoblastlardan, odontoblastlardan ve az miktarda hipertrofik kondrositlerden sentezlenen bir proteindir. K vitaminine bağlı olarak sentezlenir ve kemik matriksinde bulunur. Osteoblast işlevi gösterir ve serum seviyeleri, kemik oluşumu ile uyumludur. Kemik rezorpsiyon ve apozisyon döngüsünün dengede olduğu durumlarda kemik dönüşüm hızını, kemik yıkımının arttığı ve dengenin

bozulduğu durumlarda ise kemik yapımını işaret eden bir biyokimyasal öncüdür. Kemik mineralizasyonunun sağlanması ve kalsiyum metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynayan hormonlar (kalsitonin, PTH, vitamin D) tarafından direkt olarak etkilenmektedir (Ducy vd., 1996). Hashimoto ve Kobayashi (2001), çalışmalarında, lokal OCN enjekte ettikleri fare maksiller birinci molarına kapalı yay kullanarak mezial yönde hareket uygulamışlar ve diş hareketini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda OCN'in lokal uygulanmasıyla diş hareketi hızının arttığını ve erken dönemde basınç tarafındaki ostoklastogenezis nedeniyle bu sonuca vardıklarını bildirmişlerdir.

Sitokin. Ortodontik diş hareketinde meydana gelen inflamatuvar reaksiyon, kemik remodelasyonu ve aynı zamanda periodontal ligamentte görülen hücre farklılaşması, aktivasyonu ve apoptozisinde yer alan hücre dışı sinyal proteini olarak görev alırlar. Ortodontik diş hareketi esnasında sitokin [interlökin (IL) ve tümör nekroz faktör-alfa (TNF- α)] seviyelerinde meydana gelen artış nedeniyle bu olayların gerçekleştiği bilinmektedir. IL'ler, prostaglandin E2 (PGE2) ve makrofaj koloni uyarıcı faktör (M-CSF) gibi bileşenlerin üretimini artırarak osteoklastların farklılaşmasına katkı koymaktadırlar (Krishnan & Davidovitch, 2006). Kemik rezorbsiyonunun en önemli işlemlerden biri olan osteoklastogenezisin düzenlenmesinde, reseptör aktivator nükleer kappa B ligandı (RANKL) ve M-CSF aktif olarak rol oynamaktadır (Krishnan & Davidovitch, 2015). Kanzaki vd. (2006), ortodontik diş hareketi sırasında periodontal dokulara lokal yoldan RANKL geni transfer ettikleri çalışmalarında, RANKL'in sağladığı osteoklastogenezis sayesinde diş hareketi hızının arttığını ve bunun yanı sıra ankiloze bir dişin bu yöntemle hareket ettirilebileceğini rapor etmişlerdir. Brooks vd. (2011), erkek farelere lokal yoldan M-CSF enjekte ettikleri çalışmalarında, diş hareketi hızında %14 oranında bir artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Prostaglandin. Vücutta doğal olarak üretilen ve hormonlara benzer şekilde hareket eden PG ler, yağ asitlerinden enzimatik yoldan elde edilen bir grup yağ asitidir. PG ler, vücudun çoğu dokusunda fiziksel, kimyasal, mekanik, immunolojik veya nörohormonal bir uyarının etkisiyle sentezlenmektedirler (Harell vd., 1976). İlk defa

insan semeninde rastlanılan bu maddenin prostat bezinden salgılandığı düşünüldüğü için bu isim verilmiştir (Euler, 1934). E ve F şeklinde bulunan PG ler, sistemik dolaşıma geçmeden sentezlendikleri bölgede lokalize etki göstermektedirler. PGE₂, kemik rezorpsiyonundaki en etkin rolü oynayan PG lerdir (Murray vd., 1993). PGE₂, mevcut olan osteoklastların sayısını artırmakla birlikte bunların rezorpsiyon üzerine etkilerini de belirginleştirir. Kemik iliğinde osteoklast oluşumu üzerindeki etkisinin yanı sıra osteoblast öncü hücreleri üzerindeki etkisiyle birlikte osteoblastik farklılaşmada da aktif bir rol oynamaktadır (Rifkin vd., 1980). PGE₂'nin kemik rezorpsiyonu ve apozisyonu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, araştırmacıları PG lerin diş hareketi sırasındaki rolü üzerine birçok araştırma yapmaya teşvik etmiştir. Yapılan çalışmalar doğrultusunda PG lerin lokal ve sistemik uygulanması sonrası diş hareketi hızının arttığı rapor edilmiştir (Lee, 1990; Leiker vd., 1995; Seifi vd., 2003; Yamasaki vd., 1980; 1982; 1984). Yamasaki vd. (1984), kanin dişin distaline lokal olarak enjekte ettikleri PGE₁'in diş hareketi hızı üzerine etkilerini araştırdıkları klinik çalışmada, deney grubundaki kanin distalizasyon hızının kontrol grubuna kıyasla 2 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. İşlem sırasında hafif derecede hissedilen ağrı dışında başka bir yan etkinin meydana gelmediğini rapor etmişlerdir. Seifi vd. (2003), yaptıkları çalışmada, submukozal PGE₂ ve intraperitoneal kalsiyum glukonat uygulamasının kök rezorpsiyonu ve ortodontik diş hareketi üzerine klinik etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda PGE₂ ve kalsiyum glukonat uygulamasının ortodontik diş hareketi hızının artırılmasına ve kök rezorpsiyonunun durdurulmasına yardımcı olduğunu rapor etmişlerdir.

Nitrik Oksit. Endotel hücresinde doğal yollarla üretilen NO, sinir, savunma, solunum, dolaşım ve üreme sistemlerinin düzgün bir şekilde çalışabilmesi için oldukça önemli bir kimyasal habercidir (Brennan vd., 2003). NO, remodelasyon döngüsünde belirleyici bir unsurdur. Ortodontik kuvvet uygulanması sonrasında gingival dokularda nitrik oksit sentaz enzim düzeyinde artış meydana gelmektedir (D'Attilio vd., 2004). NO'in enjekte edilmesi sonrası osteoklastlarda, kapiller vaskülarizasyonda ve ortodontik diş hareketi hızında belirgin artış olduğu bildirilmiştir (Akın vd., 2004). Akın vd. (2004), denek fareleri üzerinde yaptıkları bir çalışmada, NO enjeksiyonu sonrası; howship lakünalarında, çok çekirdekli osteoklastlarda, yeni kapiller damarların oluşumunda ve ortodontik diş hareketinde

ciddi artış rapor etmişlerdir. Ayrıca klinik uygulamaya geçilmesi için daha çok veriye ihtiyaç duyulduğunu ve daha detaylı değerlendirmelerin yapılması gerektiğini öne sürmüşlerdir.

Lökotrienler. Lökotrienler, yeni tanımlanan bir inflamatuvar mediyatör grubudur ve kemotaksis, inflamasyon ve alerjik reaksiyonlarda önemli işlevlere sahiptir. Sitoplazmik membranda bulunan arasıdonik asit tarafından sentezlenir. Lökotrienler, bağışıklık sisteminin yanıtını güçlendirmenin yanı sıra sitokin kaskadını uyararak doku hasarına da neden olabilmektedir. Kemik rezorpsiyonunun stimülasyonu ile birlikte ortodontik diş hareketinin hızlanmasına ve ortodontik tedavi süresinin kısaltılmasına yardımcı olan mediyatörlere de Lökotrien inhibitörü ilaçlar ise ortodontik diş hareketini geciktirmektedir (Tyrovola & Spyropoulos, 2001).

Vasküler endotelial büyüme faktörü. Anjiyogenezis konusunda en kuvvetli uyarıcı olarak bilinen VEGF, kemik iyileşme bölgesindeki mezenkimal hücrelerden, osteoklastlardan ve osteoblastlardan yoğun olarak salgılanmaktadır ve vaskülarizasyonu artırarak kemik iyileşmesine yardımcı olmaktadır (Zhang vd., 2002). Bu alanda yapılan deneysel çalışmalarda, lokal olarak VEGF uygulamasının, kemik yapım ve yıkım döngüsünü artırarak diş hareketini hızlandırdığı rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra anti VEGF poliklonal antikorun lokal enjeksiyonu ile diş hareketinin azaldığı gösterilmiştir (Kaku vd., 2001; Kohno vd., 2005).

Kortikosteroidler. Kortikosteroidlerin, alveoler kemiğin yapım ve yıkım döngüsünde, yıkımı artırıcı yapımı ise azaltıcı yönde etkisi olduğu ve düşük dozlarda osteoblastlar üzerine direkt etkileri olduğu bildirilmektedir (Leems vd., 1995). Yapılan bazı araştırmalar sonucunda, steroide bağlı olarak hastaların iskeletsel kemik yoğunluğunda azalma olduğu rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra yapılan hayvan çalışmalarında, steroide bağlı olarak ortodontik diş hareketi hızında artış meydana geldiği ancak kemik miktarının azaldığı bildirilmiştir (Ong vd., 2000). Ong vd. (2000), 1 mg/kg dozunda prednisol enjekte ettikleri ratlarda, çalışmanın sonucunda, diş hareketi hızında önemli bir artış meydana gelmediğini ancak deney grubunda kök rezorpsiyonunun daha az görüldüğünü rapor etmişlerdir. Ashcraft vd. (1992), 15

mg/kg dozunda kortizon asetat uyguladıkları deney grubundaki tavşanlarda, kontrol grubuna kıyasla 4 kat daha fazla diş hareketi olduğunu ve diş hareketinin gerçekleştiği bölgeden alınan kesitlerde kemik yıkım alanlarının daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Paratiroid hormon. Paratiroid bezlerinden salgılanan ve vücuttaki kalsiyum metabolizmasının dengelenmesinden sorumlu olan bir hormondur. Doku içerisinde yer alan kendi reseptörü aracılığıyla etki gösterir ve kandaki kalsiyum seviyesinin artmasına ve fosfor seviyesinin azalmasına neden olur (Reeve, 1986). Goldie ve King (1984), deney sıçanları üzerinde yaptıkları çalışmalarında, kandaki düşük kalsiyum seviyesinin ortodontik diş hareketi hızına, kök rezorpsiyonuna ve kemik kaybına olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak, kalsiyum değerleri açısından yetersiz diyetle beslenen grupta PTH sekresyonunun arttığını, kemik yoğunluğunda bir düşüş meydana geldiğini ve bu grupta yer alan deneklerin diş hareketi hızında artış meydana geldiğini ve kök rezorpsiyonunun ise daha az olduğunu öne sürmüşlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise sistemik devamlı PTH uygulamasının ortodontik diş hareketi hızını artırdığı iddia edilmiştir. Bu etkinin, diş hareketi sırasında basınç alanındaki osteoklast sayısının artmasıyla birlikte rezorpsiyon aktivitesinin artması sonucu olduğu vurgulanmıştır (Soma vd., 1999).

1,25-Dihidroksikolekalsiferol. Kalsiyum ve fosfatın böbreklerden ve bağırsaklardan geri emiliminden sorumlu olan D vitaminin en aktif formudur. Yapılan çalışmalarda, hedef hücredeki Deoksiribonükleik asit (DNA) ve Ribonükleik asit (RNA)'in aktivasyonunda yer alarak, kemik rezorpsiyonunda aktif rol üstlenen enzim ve proteinlerin sentezlenmesinde etkili olduğu gösterilmiştir (Norman, 1965; 1979). Bir başka fonksiyonu olan osteoklast oluşumunun stimülasyonunu, PG ler gibi diğer mediyatörlere kıyasla daha düşük dozlarda sağlayabilmektedir. Collins ve Sinclair (1988), kediler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, Vitamin D3 enjeksiyonunun, osteoklastların daha hızlı oluşmasına, bu sayede gecikme safhasının kısaltılmasına ve daha fazla kemik rezorpsiyonuna neden olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu çalışmanın sonucu olarak deney grubunda diş hareketinin hızlandığını rapor etmişler ve herhangi bir yan etkiyle karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir. Kale vd. (2004), lokal olarak

enjekte edilen 1,25-dihidroksikolekalsiferol ve PGE2'nin ortodontik diş hareketi üzerine klinik etkilerini histolojik parametreler kullanılarak araştırdıkları çalışmanın sonucunda, her iki uygulamanın da diş hareketi hızı üzerine olumlu etkisi olduğunu ancak etkinlik bakımından benzer sonuçlar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Relaksin. Fibröz bağ dokusunun yeniden dönüşümünün artırılmasında rol alan relaksin hormonunun, periodontal ligament üzerindeki etkisi ile ortodontik diş hareketini hızlandırabileceği öne sürülmüştür (Liu vd., 2005). Liu vd. (2005), ratlar üzerinde uyguladıkları relaksin hormonunun diş hareketinin erken safhalarında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Madan vd. (2007), insan relaksin hormonu kullanarak ratlar üzerinde çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda relaksin hormonunun diş hareketi üzerine etkisi olmadığını, periodontal ligament bütünlüğünü ve mekanik dayanıklılığını azalttığını ve buna bağlı olarak diş mobilitesini artırdığını bildirmişlerdir.

Mekanik-Fiziksel Stimülasyonlar

Doğrudan Elektrik Akımları ve Elektromanyetik Stimülasyon. Elektrik akımlarının kemik metabolizması üzerine etkilerinin araştırıldığı ilk çalışmalarda, araştırmacılar, hücrelerin organellerinde kemik yapım ve yıkımını etkileyen bir takım değişiklikler gözlemlemişlerdir (Lavine vd., 1974; Rodan vd., 1978). Davidovitch vd. (1980), hayvan denekler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, 15-20 mikroamper düzeyinde uygulanan elektrik akımının biyoelektrik potansiyeli üzerine etki ederek (katod tarafında osteoblastik aktivite ile periodontal ligament hücrelerinde siklik adenozin monofosfat (cAMP) ve siklik guanozin monofosfat (cGMP) miktarında artış) diş hareketini hızlandırdığını rapor etmişlerdir. Lokal olarak uygulanan doğrudan elektrik akımının, diş hareketi hızını artıran hormonlar ve ilaçlardan farklı olarak sistemik bir etkisinin olmadığını ve uygulanan bölgede lokalize etki gösterdiğini öne sürmüşlerdir. Bu uygulamada yaşanan esas sorunun, elektrik kaynağının ağız içinde bulunan minyatür civa bataryalarını hastalar tarafından kabullenilmemesi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca elektrik akımının doku hasarına sebep olan iyonik reaksiyonlar ve kemik dokusunun bağ dokusu ile yer değiştirmesi gibi komplikasyonların görülebileceğini bildirmişlerdir. Elektromanyetik alan

uygulaması; molar distalizasyonu, premolar ve molar intrüzyonu, gömülü diş sürdürülmesi, fonksiyonel apareylerle mandibula gelişiminin indüklenmesi, çekim boşlukları ve diastemaların kapatılması, maksiller genişletme ve tork uygulaması gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Gün, 2014). Miknatısların kullanımı ilk kez Blechman ve Smiley (1978) tarafından gündeme getirilmiştir. Blechman (1998), yaptığı çalışmada, “manyetik molar distalize edici sistem” kullanılarak gerçekleştirilen molar distalizasyonunun, açık yay, head-gear ve diğer geleneksel metodlara kıyasla daha etkili olduğunu öne sürmüşlerdir. Bunun yanı sıra mobilite, ağrı, kök rezorpsiyonu ve diğer yan etkilerin görülmediğini rapor etmişlerdir. Darendeliler vd. (1995), yaptıkları çalışmada, statik manyetik alanın, diş hareketinin görülmediği duraklama fazını kısalttığını bu sayede diş hareketini hızlandırdığını öne sürmüşlerdir. Bunun yanı sıra manyetik alan uygulamasının, serum kalsiyum değerlerinde düşüşe ve kan kimyasında minor değişikliklere neden olduğunu rapor etmişlerdir. Bu uygulamanın santral sinir sistemi üzerindeki olası yan etkileri de tartışılmaktadır.

Titreşim Uygulamaları. Rezonans titreşim, diş hareketi hızını artırmaya yönelik uygulanan titreşimsel stimülasyon yöntemlerindedir. Nishimura vd. (2008), rezonans titreşim uyguladıkları hastalarda, ortodontik diş hareketi sırasında osteoklast sayısında ve RANKL ekspresyonunda artış gözlemlemişlerdir. Histolojik kesitlerde, deney grubu ile kontrol grubu arasında kök rezorpsiyon miktarında anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Ultrasonik titreşim, titreşimsel stimülasyon yöntemlerinden bir diğeridir. Miles vd. (2012), ultrasonik titreşimin diş hareketi hızı üzerine klinik etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, sabit ortodontik tedavi uyguladıkları hastalardan günde en az 20 dakika boyunca ultrasonik titreşim apareyini kullanmalarını istemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, deney grubundaki çapraşıklık miktarının % 65’lik azalma gösterdiğini, kontrol grubunda bu oranın % 69 olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu yöntemin de rezonans vibrasyon uygulaması ile aynı mekanizmayla diş hareketini hızlandırdığını öne sürmüşlerdir. Bu uygulama ile meydana gelen ısının pulpada hasara neden olabileceğini rapor etmişlerdir.

Fotobiyomodülasyon. Fotobiyomodülasyon uygulamaları, düşük yoğunlukta ışık yayan diyot (LED) cihazları ile yapılmaktadır. Fotobiyomodülasyon, iskemik ve yaralanmış hücreler içerisinde adenozin trifosfat (ATP) üretimini stimüle ederek yara iyileşmesine katkı sağlamaktadır. LED uygulamasıyla birlikte hücre içi ATP üretimi artmakta ve metabolik olarak uygun koşullar sağlanmaktadır (Wong-Riley vd., 2005). Ekizer vd. (2016), LED uygulamasının mini-vida stabilitesi ve diş hareketi hızı üzerine klinik etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kanin distalizasyonunun ilk 21 gününde, deney grubuna dahil edilen kanin dişlerinin yer aldığı bölgeye fotobiyomodülasyon uygulamışlardır. Çalışmanın sonucu olarak, LED cihazıyla yapılan fotobiyomodülasyon tedavisinin diş hareketi hızı üzerine olumlu etkisi olduğu ve mini-vida stabilitesini artırdığını rapor etmişlerdir. Friedrichsdorf vd. (2019), ratlar üzerinde yaptıkları çalışmada, LED uygulamasının ortodontik diş hareketi sırasında hyalinizasyon ve kök rezorpsiyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deney grubundaki ratlara diş hareketinin ilk 5 gününde 5 dakika boyunca 830 nm dalga boyunda ve 30 mW/cm² çıkış gücünde kızılötesi LED uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, LED aracılı fotobiyomodülasyon tedavisinin kontrol grubuna kıyasla ortodontik diş hareketi hızını önemli ölçüde etkilemediğini, hyalinizasyon ve kök rezorpsiyonu sonuçlarının da benzer olduğunu öne sürmüşlerdir.

Düşük Doz Lazer Uygulamaları. Aihara vd. (2006), ortodontik diş hareketi sırasında, periodontal dokudaki Osteoprotegerin (OPG) / RANKL / RANK sisteminin, alveolar kemikteki rezorpsiyonun dengesini belirleyen önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. DDLT uygulamasından sonra ortodontik diş hareketi hızındaki artışın, lazerin periodontal dokuda bulunan osteoblastlardaki etkisiyle RANKL ve OPG salınımına ve ortodontik diş hareketi sırasında oluşan RANK'a bağlı olduğunu söylemişlerdir.

Lazer Uygulamaları

Lazer Hakkında Genel Bilgiler

“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” tanımlamasının baş harflerinden oluşan LASER kısaltması, dilimize LAZER olarak girmiş,

radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi anlamını taşımaktadır. Albert Einstein izafiyet teorisinde lazerin temelini, maddenin uyarılarak radyasyon yayılımı yapabileceği kavramıyla açıklamıştır. Schalow ve Townes, izafiyet teorisini temel alarak tüm lazerlerin ana prensibi olan MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) prensibini öne sürmüşlerdir. Bu prensibin herhangi bir dalga boyuna sahip tüm elektromanyetik dalgalara uygulanabileceğini öne sürerek lazer kavramını ortaya koymuşlardır (Fuller, 1997). İlk lazer cihazı Theodore Harold Maiman tarafından sentetik bir yakut çubuk kullanılarak 'ruby lazer' adıyla icat edilmiştir (Maiman, 1960). İlk lazer cihazının yapımından 9 yıl sonra lazer ışını ilk defa non-invaziv olarak terapi amaçlı kullanılmıştır (Glinkowski & Pokora, 2001). Lazer cihazları, enerji yüklü atomların foton salınımını kontrol ederler. Tüm lazerler, içinden geçen ışığın gücünü ve yoğunluğunu artıran, güçlendirici ortam adı verilen enerji yüklü bir ortam veya madde kullanırlar. Bu enerji, güçlü bir flaş ışığı veya elektriksel boşalma şeklindedir. Bu sayede çok sayıda yüksek enerjili elektron oluşur ve uyarılmış elektron kazandığı enerjiyi foton şeklinde serbest bırakmak için daha kararlı bir yörüngeye iner. Yayılan ışık parçacığı, salınım anında elektronun enerjisine göre belirli bir dalga boyuna ve bu dalga boyunu temsil eden bir renge sahiptir. Buna göre eşdeğer elektronlara sahip iki benzer atom tarafından yayılan fotonun rengi ve dalga boyu aynı olacaktır (Coluzzi, 2000). Lazer ışığı, elementlerin, moleküllerin, aktive olmuş doğal gazların ve çeşitli kristallerin etkileşime girmesiyle, yüksek yoğunlukta, paralel yönde hareket eden, aynı dalga boyuna sahip elektromanyetik radyasyondan oluşan bir ışıktır (Özçelik & Haytaç, 2010). Lazer ışığını normal ışıktan ayıran özellikleri; doğrusal (collimated) olması, dağınık (koherens) olmaması, tek renkli (monokromatik) olması ve ışığı oluşturan fotonların aynı fazda olmasıdır. Lazer ışığının darlığı yani rastgele dağılmaması sayesinde yüksek yoğunluktaki enerji çok küçük noktalara odaklanabilmektedir (Strauss & Magid, 2014). Tüm bu özellikleri sayesinde lazer ışığı güçlü ve kontrol edilebilirdir. Lazer ışığının bu özelliklerinin her biri farklı kullanım alanlarında kolaylık sağlamaktadır. Lazer ışınlarının dağılmadan doğrusal hareket etmesi özelliği sayesinde, nişan alma, optik ayarlamalar ve mesafe ölçümleri yapılabilmektedir. Aynı fazda fotonlardan oluşan ışıkları sayesinde hologramların elde edilmesinde veya biyostimülasyon amacıyla da kullanılabilirler. Işınlarının tek renkli olması özelliği sayesinde tıpta ve diş hekimliğinde kullanılmaktadır. Selektif doku özelliği sayesinde, lazer ile hedeflenen dokuların

ışınlanmasında çevre dokulara zarar verme olasılığı minimum düzeyde tutulmaktadır (Atalı, 2007).

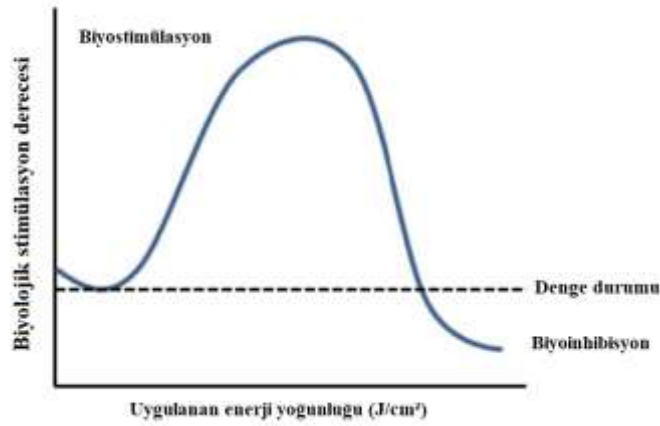
Lazer-Doku Etkileşimi

Doku-lazer etkileşimleri, ışınlanan dokunun karakteristiğine ve lazerin parametresine göre değişiklik göstermektedir. Bu parametreler; dalgaboyu [nanometre (nm)], uygulama süresi [saniye (s)], potansiyel güç [miliwatt (mW)], enerji [joule ($J=Wxs$)], spot alanı (cm^2), güç yoğunluğu (W/cm^2) ve enerji yoğunluğu (J/cm^2)'nu içermektedir (Nalcaci & Cokakoglu, 2013; Niemz, 2020).

Çok düşük miktardaki lazer dozunun dokuda hiçbir etkisi olmayacağı gibi çok yüksek miktardaki dozun dokuda çok az ya da hiç etkiye yol açmayacağı bildirilmiştir. Buna ek olarak aşırı dozun inhibitör etkilere neden olabileceği bildirilmiştir (Gross & Jelkmann, 1990; Sattayut vd., 1999) (Şekil 1) .

Şekil 1.

Arndt-Schulz Yasası (Milligan vd., 2017)



Fototerapi için en önemli faktörler arasında; dalga boyu (ilgili biyolojik sistemi hedeflemek için), watt (iletilecek enerji miktarının belirleyeni) ve lazer uygulama süresi (hem enerji hem de enerji yoğunluğunu etkileyen) yer almaktadır (Niemz, 2020; Reza vd., 2011). Bu parametrelerde yapılan değişiklikler, 1-1000 J/cm^2 arasında bir enerji yoğunluğu oluşturarak, meydana gelen etkileşimin ya fotokimyasal ya da fotoyıkıcı olması ile sonuçlanır (Gross & Herrmann, 2007). Bu nedenle, nispeten daha uzun bir süre boyunca uygulanan daha düşük güç yoğunluğu, ışığın makromoleküler veya dokular içinde kimyasal bir etkiye neden olduğu fotokimyasal etkileşimlerin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Fotokimyasal

etkileşimler, fotodinamik terapi ve fotobiyostimülasyon olarak tanımlanabilir. Daha yüksek güç yoğunluğunda, koagülasyon, buharlaşma, karbonizasyon ve erime gibi işlemlerde dokunun yerel sıcaklığında bir artışla sonuçlanan termal etkileşimler meydana gelir (Niemz, 2020).

Lazer ışınlarının dokuları etkilemesinde optik kanunları geçerlidir. Lazerler ile doku arasındaki etkileşim dört şekilde olmaktadır. Absorbsiyon (Emilim); Işının, dalga boyuna ve fotonların enerjilerine bağlı olarak termal ve non-termal etkiler yaratacak şekilde doku içerisine geçmesidir. Absorbsiyon derecesi hedef dokunun hemoglobinin ve melanin yoğunluğu ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Başka bir deyişle, lazer ışınları pigmente dokularda daha çok absorbe olmaktadır.

Absorbsiyonun yüzeysel ya da derin olması dokudaki hücre konsantrasyonu kadar uygulanan radyasyona da bağlıdır. Reflection (Yansıma); Dokuya çarpma sırasında bir kısım ışın demetinin yansıma ile geri dönüşüdür. Lazer radyasyonunun derin dokulara geçişi, absorbe edilen ve yansıyan ışın miktarları ile belirlenmektedir. Transmission (Derin Dokulara Geçiş); Penetrasyon derinliği, belli bir dalga boyunda kullanılan ışığın ulaştığı en derin doku uzaklığıdır. Scattering (Yüzeye çarpıp dağılma); Yansıyan ışınların orjinal yönlerini kaybederek ilerledikleri lateral yöndeki yayılım alanları, uygulanan lazerin tipine göre farklılık göstermesine rağmen genellikle dokudaki penetrasyonla aynı düzeydedir (Cernavin vd., 1993).

Lazer terapisi konusunda en önemli problem, radyasyon dozunun dokunun istenilen derinliğine ulaştırılabilmesi ve lazer ışını enerjisinin biyolojik veya kimyasal enerjiye dönüştürülebilmesidir. Etkif biyoenerjetik lazer işlevi, spesifik dalga boyundaki lazer radyasyon enerjisinin istenen dokuya etkin absorpsiyon ve penetrasyonu ile sağlanır. Tüm bunlardan anlaşılacağı üzere, elde edilecek etkiyi belirleyen ana faktör istenen doku derinliğinde transmisyon ve absorpsiyon süreçlerinin yüzde bakımından nasıl dağılım göstereceğidir. Bu, lazerin dalga boyuna ve dokudaki su, hemoglobinin ve melanin gibi fotoakseptörlerin miktarına bağlıdır. Lazer ile kesme veya koagülasyon yapmak için dokuda ışın absorpsiyonunun baskın olacağı dalga boyu (lazer çeşidi) gerekirken; biyostimülan etkiler yaratmak için radyasyon transmisyonunun baskın olacağı optik aralıktaki dalga boyu seçilmelidir (Glinkowski & Pokora, 2001).

Lazerin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları ve Lazer Çeşitleri

Diş hekimliği alanında lazer ilk defa “lazerin babası” ünvanlı Tery Myers tarafından kullanılmıştır. Lazerler, diş hekimliğinde ilk olarak yumuşak doku uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır. 1970’li yıllarda tıp alanında sıkça kullanılan CO2 lazerler zamanla ağız içi cerrahisinde de kullanılmıştır. 1983 yılında Ruby lazer kullanılarak mine ve dentin üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Gökнар, 2007). Lazerlerin diş hekimliğinde kullanım alanları; diş çürüklerinin elimine edilmesi, kavite preparasyonu, aft ve uçuk tedavileri, periodontal cerrahi, kök yüzeyi düzleştirilmesi, kök/implant yüzey dekontaminasyonu, çene eklemi rahatsızlıkları, gingivitis, periodontitis, oral mukoza rahatsızlıkları, pulpa kanallarının sterilizasyonu, kemik dokusunda yapılan cerrahi girişimler, dişetin şekillendirilmesi, pigmentasyonu fazla olan dişetlerinin renginin açılması, estetik diş tedavileri, çekim sonrası yara iyileşmesi, implant ve periimplantitis tedavisi ve hassas dişlerin hassasiyetinin giderilmesi şeklindedir (Güngörmüş & Ömezli, 2007).

Lazerler, aktif maddesine, ışınının hareketine, ışının dalga boyuna ve ışının enerjisine göre sınıflandırılmaktadır (Şekil 2).

Şekil 2.

Lazerlerin Sınıflandırılması (Glinkowski & Pokora, 2001)

Lazer Aktif Maddesine Göre	Lazer Işının Hareketine Göre	Lazer Işının Dalga Boyuna Göre	Lazer Işının Enerjisine Göre
-Katı Lazerler Ruby, Alexandrite, Neodymium Doped: Yttrium Aluminium-Garnet (Nd:YAG), Erbium Doped: Yttrium-Aluminium-Garnet (Er:YAG), Erbium, Chromium Doped: Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet (Er,Cr:YSGG)	-Devamlı	-Mor ötesi (UV) spektrum Excimer < 400 nm	-Yumuşak lazerler He-Ne, Diyot, Ga-As
-Gaz Lazerler Carbon dioxide (CO2), Helyum-Neon (He-Ne), Excimer	-Atımlı	-Görünür (VIS) spektrum (400-700 nm) Argon 475 nm, He-Ne 540-630 nm, Ruby 694.3 nm	-Sert lazerler Argon, CO2, Nd:YAG, Erbium sınıfı lazerleri (Er:YAG, Er,Cr:YSGG)
-Yarı İletken Lazerler (Diyot) Gallium-Aluminium-Arsenide (GaAlAs)	-Dalgali akım	-Kızıl ötesi (IR) spektrum (700 nm ve üzeri) Alexandrite 720-780 nm, Diode 655-980 nm, He-Ne 1520-3390 nm, Nd:YAG 1064 nm, Er,Cr:YSGG 2780 nm, Er:YAG 2940 nm, CO2 Lazer 9600-10600 nm	

Argon lazer. Görünür spektrumda yer alan lazerdir. 488 nm ve 514 nm dalga boyuna sahip olanları diş hekimliğinde kullanılmaktadır. 488 nm dalga boyuna sahip olanı mavi renkte olup restoratif materyallerin polimerizasyonunda ve diş beyazlatma işlemlerinde kullanılmaktadır. 514 nm dalga boyuna sahip olanı pigment moleküllere sahip dokularda yüksek absorpsiyon göstermekte ve bu sayede oldukça

iyi hemostaz sağlamaktadır. Su ve mine tarafından absorbe edilemeyen dalga boyu sayesinde yumuşak dokularda yapılan cerrahi işlemlerde rahatlıkla kullanılabilir (De Nguyen vd., 1994; Kotlow, 2004; Kutsch, 1993; Lyes, 1969)

ND:YaG lazer. Elektromanyetik spektrumda kızılötesi bölgede yer alan 1064 nm dalga boyuna sahip lazerdir. Melanin içeren dokular tarafından yüksek absorpsiyona sahiptir ancak hemoglobin içeren dokular tarafından düşük absorpsiyon göstermektedir. Sudan %90'a yakın bir miktarda geçebilmektedir. Diş sert dokusu tarafından oldukça düşük absorpsiyona sahipken diş komşu yumuşak dokularda kesme ve koagülasyon ile sulkuler debridman işlemlerinde güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. İyi bir hemostaz özelliği olması, gingivoplasti, gingivektomi ve frenektomi gibi cerrahi müdahalelerin rahatlıkla yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Atımlı Nd:YAG tipi, derin termal hasara yol açmadığı için operasyon sonrası oluşacak ağrı da minimaldir (De Nguyen vd., 1994; Kotlow, 2004; Lyes, 1969; Sun & Tunér, 2004).

Erbium lazerler. İki farklı dalga boyuna (Erbium, chromium:YSGG; 2780 nm; Erbium:YAG, 2940nm) sahip olan bu lazerler kızılötesi, görünmez, iyonize olmayan spektrumda yer almaktadır. Su tarafından emilimi oldukça yüksek olan bu lazerler, hidroksiapatite yüksek afinite göstermekte ve bu sayede hidroksiapatit ve suyun yoğun olarak bulunduğu dokularda (diş, kemik) yapılan işlemlerde oldukça başarılı olarak kullanılabilir. Her iki lazer de yüksek su içeriklerinden dolayı yumuşak doku eksizyonlarında kullanılmaktadır (De Nguyen vd., 1994; Kotlow, 2004; Lyes, 1969; Sun & Tunér, 2004).

CO₂ lazer. Kızılötesi spektrumun sonunda yer alan ve su tarafından yüksek absorpsiyon gösteren 1060 nm dalga boyuna sahip lazerdir. Yumuşak doku eksizyonlarında başarıyla kullanılmaktadır. Hemostaz özelliği sayesinde operasyon sahasında cerraha açık bir görüş sağlamaktadır. Yüzeysel doku penetrasyonu sayesinde dokunun alt katmanlarında hasar oluşturmaz. Bu özelliği sayesinde yüzeysel mukozal lezyonlarında ve fibröz dokuların buharlaştırılmasında rahatlıkla

kullanılmaktadır. Diş hekimliği alanında kullanılan lazerler arasında hidroksiapatite en fazla absorpsiyonu olan dalga boyuna sahip olması nedeniyle yumuşak doku cerrahilerinde diş yapısının dikkatlice korunması gerekmektedir (De Nguyen vd., 1994; Kotlow, 2004; Kutsch, 1993; Lyes, 1969; Sun & Tunér, 2004).

He-Ne lazer. Atımlı veya devamlı uygulanma tiplerine sahip 632.8 nm dalga boyunda lazerdir. Güvenli ve pratik olup devamlı ışın yayarlar. Yüksek dağılım ve düşük emilimde geniş bir doku kitlesi üzerine etkisi vardır. Penetrasyon derinliği direkt olarak 0.8 mm, indirekt olarak ise 10-15 mm'yi bulmaktadır. Transkutan ışınlama tedavisi alanında en çok tercih edilen lazer tipidir. Kollajen liflerin ve hücrelerin üzerinde çoğaltıcı etkisi vardır ve ağrıyı azaltıcı etkileri olduğu da bilinmektedir. Işık kaynağına devamlı bakılırsa gözde tahribat yapmaktadır (Boyras & Yıldız, 2016).

Diyot lazer. Diyot lazer, yarı iletken kristalden yapılan bir katı hal lazeridir. Bu lazer türü bilinen LED cihazları gibi çalışır; içinden elektrik geçince ışık verir. 412-1550 nm dalga boyu arasındaki yarı iletken lazerler tüm yumuşak doku işlemlerinde kullanılabilir. Terapötik amaçlar için 800-830 nm olanları tercih edilmektedir. Gallium Aluminium Arsenide (GaAlAs) içeren diyotlar 810 nm; Indium Gallium Arsenide (InGaAs) içerenleri 980 nm dalga boyunda emisyon (yayınma) yapar (Gökner, 2007). Tüm dalga boyları pigmente dokular tarafından oldukça yüksek absorpsiyon ve penetrasyona sahiptir. Diğer lazerlerle kıyasla diş dokuları tarafından daha az absorbe edilmesi sayesinde diş dokularına yakın yerlerde rahatlıkla kullanılabilirler (Ge vd., 2015; Youssef vd., 2008). Uygulamaları arasında; ağız içi dokularda polimerizasyon, terapi, koagülasyon, dezenfeksiyon ve yumuşak doku cerrahileri önde gelmektedir (Gökner, 2007).

Düşük Doz Lazer Terapisi

DDLTL'nin terminolojisi; yumuşak lazer, orta lazer, düşük enerjili lazer ve soğuk lazer terimlerini içermektedir. DDLTL, uluslararası alanda kabul gören ve elde edilen enerjinin tedavi edilen dokunun sıcaklığını 36.5 °C'nin üzerine çıkarmayacak ya da normal vücut sıcaklığında bir artışa neden olmayacak kadar düşük olduğu bir

lazer tedavisi şeklindedir (Kert & Rose, 1989). Bu lazerlerin, dokuda ısı artışına ve zarara neden olmaması sayesinde hücrelerin biyostimülasyon etkilerini artırarak yenilenme kapasitelerini hızlandırdığı bildirilmiştir (Kawasaki & Shimizu, 2000; Luger vd., 1998; Saito & Shimizu, 1997; Takeda, 1988; Vedovello vd., 2005). DDLT ilk olarak Mester vd. (1971) tarafından yara iyileşmesini hızlandırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde DDLT’nde sıklıkla kullanılan lazerlerin 632.8 nm dalga boyuna sahip He-Ne ve 650-980 nm dalga boyuna sahip olan GaAlAs lazerler olduğu bildirilmiştir (Vedovello vd., 2005). Yapılan araştırmalarda 830 nm’lik dalga boyuna sahip olan GaAlAs diyot lazerin optimum sınırlar içerisinde yer aldığı ve diğer lazerlere kıyasla çok daha iyi doku penetrasyonu gösterdiği rapor edilmiştir (Ohshiro & Caldenhead, 1991). Son zamanlarda yapılan bilimsel kongrelerde yansıtılan verilere göre sağlık alanında lazer kullanımıyla ilgili 750.000’den fazla makale yayımlanmıştır (Glinkowski & Pokora, 2001). Yayımlanan makalelerin % 15’inin biyostimülasyon terapisiyle ilgili olduğu fakat halen tam olarak oturmuş bir tedavi yönteminin olmadığı söylenmektedir (Aras & Güngörmüş, 2008).

DDLT’nin Biyostimülatör Etkisi Ve Kullanım Alanları

Lazer ışınlarının dokuda en fazla 1°C’lik ısı artışı yaratarak oluşturduğu etkilere biyostimülan etkiler, lazer ışınlarının biyostimülan etkilerinden faydalanılarak yapılan tedavilere lazer biyoaktivasyonu, fotobiyomodülasyon, fotobiyostimülasyon veya DDLT denilmektedir. Böylesi etkiler düşük ve orta güçteki lazerler ile elde edilmektedir. Bu tip lazerler kullanıldığında dokularda oluşan değişimler makroskobik olarak fark edilemeyebilir hatta çoğu zaman mikroskobik olarak bile gözlenemeyebilir. Lazer radyasyonunun bu tip etkileri ancak bazı hücre organel fonksiyonlarındaki değişimleri gözlemleyerek tespit edilebilmektedir.

Biyostimülasyon için en uygun dalga boyu 550-980 nm arasındadır. Bu aralığın üzerindeki dalga boyları, dokunun yüzeysel tabakalarıncaya absorbe edilir ve derin dokular tarafından stimüle edilemez. Dokusal ve takiben oluşacak sistemik reaksiyonlar doku katmanlarının fotonları tamamen soğurmasına bağlıdır. Foton emiliminin miktarı katmanların kalınlığına, kan damarı ağlarının yoğunluğuna, dokudaki su içeriğine ve pigmentlerin varlığına bağlıdır. Mikroskalada incelendiğinde, foton soğurumu primer olarak aminoasitler, nükleik asit, melanin,

hemoglobın, bilirubin, porfirin, riboflavin, quinonlar, betakaroten, rodopsin ve diğer fotoakseptörlerce belirlenir. Lazer radyasyonunun biyostimulan etkisi, fotoreseptörlerin ışık fotonlarını soğurmasıyla başlar. Işığın, respiratuar siklusun komponentleri (sitokrom) tarafından emilimiyle oksidasyon durumunda, mitokondri ve sitoplazmada değişimler ortaya çıkar. Hücre membranının geçirgenliği etkilenir; Na⁺/K⁺ oranı değişir ve ATP aktivitesi artar. Hücre içi proteinlerin oksidatif fosforilasyonu DNA ve RNA sentezinin modülasyonuna yol açar ve sonraki safhada hücrelerin proliferasyonu başlar (Altan, 2015).

Lazer radyasyonunun stimulan etkileriyle mikrosirkülasyon, hücre beslenmesi ve rejenerasyonu artmaktadır. Uygun enerji dozu, protein sentezini stimüle etmektedir. Lazer radyasyonunun biyostimulan mekanizmaları aktive etmesiyle fibroblast ve kollajen liflerinin büyümesi, kan damarlarının rejenerasyonu ve nöronların büyümesi aktive edilmektedir. Lazer uygulanan tüm vakalarda tedavi prosedürlerinin etkisi artırılır, enfeksiyon riski azaltılır ve hasarlı dokuların rejenerasyonu hızlandırılır (Altan, 2015).

DDL T'nin diş hekimliğinde kullanım alanları;

- Oral mukozadaki aft ve ülseratif lezyonların tedavisi,
- Radyasyona bağlı oluşan mukositis tedavisi,
- Çekim veya frenektomi gibi cerrahi müdahalelerden sonra iyileşmeyi hızlandırmak,
- İmplant sonrası osteointegrasyonun hızlandırılması ve stabilitenin artırılması,
- Periodontal defektlerde kemiğin yeniden şekillenmesi ve tamiri,
- Temporomandibular eklem rahatsızlıklarında ağrının giderilmesi.

DDL T'nin ortodontide kullanım alanları;

- Ortodontik tedavide aktivasyon sonrası oluşan ağrının azaltılması,
- RME sonrası midpalatal sutürda kemik rejenerasyonunun sağlanması,
- Ortodontik mini-vidaların stabilizasyonu,
- Osteoblast ve osteoklast sayısını artırmasıyla alveolar kemiğin yeniden şekillenme sürecini hızlandırması dolayısıyla diş hareketi hızının artırılması (Bensadoun vd., 1999; Boulton & Marshall, 1986; Khadra vd., 2005; Kim vd., 2007a; 2007b; 2010; Schultz, 1985; Van & Bar, 1992).

DDLDT'nin Diş Hareketi Hızı Üzerine Etkisi

DDLDT'nin biyostimülasyon etkisinin, alveolar kemikteki osteoblast ve osteoklastların sayısını artırdığı ve böylelikle kemiğin yeniden şekillenme sürecinde etkili olarak diş hareketini hızlandırdığı öne sürülmüştür (Altan vd., 2012; Kim vd., 2010; Yamaguchi vd., 2010; Yoshida vd., 2009).

Literatürde, DDLDT uygulamasının diş hareketi hızı üzerindeki etkilerini deneysel ve klinik olarak inceleyen birçok çalışma yer almaktadır.

Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar arasında, DDLDT'nin, diş hareketi hızı üzerine etkisi ilk kez Kawasaki & Shimizu (2000) tarafından incelenmiştir. Bu deneysel çalışmada, deney hayvanlarının molar dişlerine 10 gr ortodontik kuvvetle birlikte 12 gün süresince 830 nm'lik diyot lazer uygulanmıştır. Yapılan histolojik analizler sonucunda, çalışma ve kontrol grupları arasında kemik formasyon miktarı, gerilen taraftaki hücresel proliferasyon miktarı ve sıkışan taraftaki osteoklast sayısındaki artış bakımından istatistiksel düzeyde önemli farklılık olduğu ve diş hareketinin lazer grubunda 1.3 kat hızlandığı bildirilmiştir. Sun vd. (2001) tarafından 42 beyaz tavşan üzerinde yapılmış olan bir çalışmada ise lazer uygulanan gruptaki deneklerde diş hareketi miktarının ve osteoklast–osteoblast aktivitesinin kontrol grubuna kıyasla arttığı bulunmuştur. Yamaguchi vd. (2007), 50 Wistar ratı üzerinde yürüttükleri deneysel çalışmalarında, GaAlAs (810 nm) lazer cihazı ile 54 J lazer ışını uygulamış ve ortodontik diş hareketinin hızlandığını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar lazer uygulanan grupta M-CSF salınımının arttığını bildirmişlerdir. Fujita vd. (2008) tarafından yine ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada ise 54 J lazer ışını uygulanan gruptaki deneklerde diş hareketi miktarının ve RANKL immunoreaktivitesinin kontrol grubuna kıyasla arttığı bulunmuştur. Seifi vd. (2007), 18 Yeni Zelanda tavşanı üzerinde yaptıkları çalışmalarında, farklı dalga boylarındaki (850 nm, 630 nm) DDLDT'nin diş hareketi hızı üzerine olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak, farklı dalga boylarında lazer uygulanan her iki gruptaki diş hareketi hızının, kontrol grubuna kıyasla daha yavaş olduğunu ve her iki lazer grubu arasında diş hareketi hızı açısından anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Bu sonuçlara rağmen, DDLDT'nin diş hareketi hızını yavaşlattığı kanısına varılmaması gerektiğini; teorik olarak uygulanan enerji miktarının oldukça etkili olduğunu, bu nedenle insanlar için önerilen dozların tavşanlar için uygun olmayabileceğini bildirmişlerdir. Yoshida vd. (2009), DDLDT'nin diş hareketi üzerine etkisini 60 erkek Wistar ratı üzerinde araştırmışlardır.

Bu çalışmada molar dişlerin mezializasyonu sırasında, 30 ratın maksiller molar dişine toplamda diş başına 54 J lazer ışını uygulamışlardır. 30 ratı kontrol grubu olarak atayıp lazer uygulaması olmaksızın sadece molar mezializasyonu gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda lazer uygulanmış grupta diş hareketi hızının, kontrol grubuna kıyasla arttığını, bunun da lazerin alveoler kemik remodelasyonunu stimüle etmesiyle gerçekleştiğini öne sürmüşlerdir.

Bu sonuçlara rağmen hayvanlar ve insanlar arasındaki biyolojik değişkenlik nedeniyle, hayvan çalışmaları dikkatle değerlendirilmelidir.

DDL T'nin diş hareketi üzerindeki etkisine yönelik ilk klinik çalışma Cruz vd. (2004) tarafından yapılmıştır. Cruz vd. (2004), maksiller premolar çekim endikasyonu konulan ve maksiller kanin distalizasyonu yapılması gereken 11 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, hastalara, 780 nm dalga boyunda diyot (GaAlAs) lazer kullanarak her seans 10 doz, 10 saniye süresince, 20 mW, 5 J/cm² yoğunluğunda lazer ışını uygulamışlardır. Distalizasyon mekaniği ayda bir kere aktive edilmiş ve lazer uygulaması her ay 4 seans yapılmıştır. Çalışma sonucunda DDL T'nin ortodontik diş hareketini önemli ölçüde hızlandırdığını bu sayede tedavi süresini kısalttığını, hasta rahatsızlığında ve ağrı duyusunda da ciddi azalmaya neden olduğunu bildirilmişlerdir.

Youssef vd. (2008), çalışmalarında, kanin distalizasyonu esnasında DDL T uygulamasının ortodontik diş hareketi üzerindeki etkisini 15 hasta üzerinde değerlendirmişlerdir. Hastalara distalizasyonun 0., 3., 7. ve 14. günlerinde, kanin dişin bukkal ve lingual periodontal ligamentlerine, servikal-orta-apikal olmak üzere toplamda 6 bölgeden, 809 nm dalga boyunda, 100 mW'luk lazer dozu uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, DDL T, diş hareketi hızını artırma açısından etkili bir araç olarak kabul edilmiştir.

Türker vd. (2021), DDL T ve piezosizyon uygulamalarının ortodontik diş hareketi üzerine etkilerini karşılaştırdıkları bölünmüş ağız dizaynı klinik çalışmalarında, 20 hastanın (ortalama yaş, 16.35± 1.14) sağ maksiller kanin bölgesine distalizasyonun ilk seansında piezosizyon, sol maksiller kanin bölgesine distalizasyonunun 0., 3., 7., 14., 21., ve 28. günlerinde DDL T (940 nm, 5 J/cm²) uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda distalizasyonun ilk 4 haftasında lazer uygulamasının piezosizyon uygulamasına kıyasla ortodontik diş hareketini hızlandırmada daha etkili olduğunu fakat 12 haftalık periyotta bu etkinin her iki uygulama için benzer sonuçlar gösterdiğini rapor etmişlerdir.

da Silva Sousa vd. (2011), bölünmüş ağız dizaynı ile tasarladıkları klinik çalışmalarında, 13ü lazer uygulanmış, 13ü kontrol grubu olan toplam 26 kanin dişin distalizasyon hızlarına bakmışlardır. Her ayın 0., 3. ve 7. günlerinde üzere diyet lazer (780 nm, 20mW, 10 saniye, 5 J/cm²) uygulayarak, 3 aylık deney süresi sonrasında elde ettikleri sonuca bağlı olarak lazer uygulanmış grupta ortalama 3.09 mm'lik, kontrol grubunda ise ortalama 1.60 mm'lik kanin distalizasyonu gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Üretürk vd. (2017), DDLT'nin ortodontik diş hareketi üzerine etkilerini, kanin distalizasyonu sırasında diş eti oluşu sıvısındaki interlökin-1 beta (Interleukin-1 beta, IL-1 β) ve dönüştürücü büyüme faktörü beta-1 (Transforming growth factor beta-1, TGF- β 1) seviyelerini ölçerek değerlendirmişlerdir. 15 hastanın (12-19 yaş) sol maksiller kanin dişlerini deney grubu (lazer grubu) olarak, sağ maksiller kanin dişlerini de kontrol grubu olarak belirlemişlerdir. Hastalara distalizasyonun 0., 3., 7., 14., 21., 30., 33., 37., 60., 63. ve 67. günlerinde, kanin dişin bukkal ve palatinal taraflarına toplam 10 bölgeden 820 nm dalga boyunda her biri 10 saniye süresince 20 mW, 5 J/cm² yoğunluğunda lazer ışını uygulamışlardır. Dişeti oluşu sıvısı örnekleri, distalizasyonun başlangıcı 0., 1., 7., 14. ve 21. günlerinde elde edilmiş ve IL-1 β , TGF- β 1 sitokin seviyeleri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, ortodontik diş hareketinin, lazer grubunda, kontrol grubuna kıyasla %40 oranında daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Lazer terapisinin ortodontik diş hareketini önemli ölçüde hızlandırdığını ve bunun deney grubundan alınan diş eti oluşu sıvısındaki IL-1 β , TGF- β 1 seviyelerindeki artışla desteklendiği bildirilmiştir.

Genc vd. (2013), ortodontik tedavi planlaması sonucu maksiller birinci premolarların çekimiyle birlikte çekim boşluğunun kesici ve kanin dişlerin retraksiyonu ile kapatılması uygun görülen 20 hastada (14 kız, 6 erkek) diyet (GaAlAs) lazer uygulamışlardır. Yaptıkları bu çalışmada, ortodontik diş hareketi hızını ve diş eti oluşu sıvısındaki NO seviyelerini incelemişlerdir. Sağ maksiller yan kesici dişleri deney grubu (lazer grubu) olarak, sol maksiller yan kesici dişleri de kontrol grubu olarak belirlemişlerdir. Hastalara retraksiyonun 0., 3., 7., 14. ve 21. günlerinde, yan kesici dişin bukkal ve palatinal ligamentlerine, servikal-orta-apikal olmak üzere toplamda 3 bölgeden 808 nm dalga boyunda her biri 10 sn süresince 20 mW, 0.71 J/cm² yoğunluğunda lazer ışını uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, lazer uygulamasının ortodontik diş hareketini önemli ölçüde hızlandırdığını fakat

ortodontik tedavi sırasında diş eti oluşu sıvısındaki NO seviyelerinde önemli değişikliklerin olmadığını bildirmişlerdir.

Doshi-Mehta ve Bhad-Patil (2012), DDLT'nin, ortodontik tedavi süresi ve ağrı üzerine etkilerini, mandibuler ve/veya maksiller birinci premolar dişleri çekilmiş 20 hasta (8 erkek, 12 kız, 12-23 yaş) üzerinde araştırmışlardır. Seviyelendirme safhası tamamlandıktan sonra kanin dişlerini çekim boşluğuna doğru kapalı yay (150 g) kullanarak distalize etmişlerdir. Distalizasyon sırasında, deney grubuna, distalizasyonun 0., 3., 7. ve 14. günlerinde 810 nm dalga boyunda lazer uygulamışlardır. Bunun yanı sıra bireylerin kapalı yayın aktive edilmesiyle hissettikleri ağrı düzeyini çalışmanın 1., 3., ve 30. günlerinde Vizüel Analog Skalası (Visual Analog Scale-VAS)'na göre skorlamalarını istemişlerdir. Çalışmanın sonucunda deney grubunda %30 oranında artmış diş hareketi hızının yanı sıra deney grubunda lazerin uygulandığı bölgedeki ağrı skorlarının kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu sonuçların aksine, Limpanichkul vd. (2006), kanin distalizasyonu sırasında, 860 nm dalga boyunda ve 25 J/cm² dozunda toplamda 23 saniye süresince lazer uygulamışlardır. DDLT'nin, kullandıkları doza bağlı olarak diş hareketi üzerinde hızlandırıcı etkisi olmadığını, uygun olmayan doz kullanımının, osteoklastik aktivite üzerinde etkili olan, araşidonik asit ve PGE2 seviyelerinde düşüşe neden olduğunu ve diş hareketini hızlandırmak için gerekli olan dozun belirlenebilmesi açısından daha çok klinik çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir.

Mistry vd. (2020), maksiller kanin distalizasyonu sırasında her 4 haftada bir olmak üzere toplamda 12 hafta süreyle uyguladıkları DDLT'nin, diş hareketi hızına olan etkisini, 22 hasta (15 kız, 7 erkek) üzerinde değerlendirmişlerdir. Hastalara, kanin dişin toplam 8 bölgesinden (4 bukkal, 4 palatinal), 808 nm dalga boyunda, her biri 10 saniye süresince, 20 mW, 1.97 W/cm² (13 J her diş için) yoğunluğunda lazer ışını uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, klinik açıdan uygulanması daha pratik olarak düşünülen 4 haftada bir DDLT'nin, ortodontik diş hareketini önemli ölçüde hızlandırmadığını bildirmişler ve lazer dozu ve uygulama sıklığı üzerine daha çok klinik çalışma yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

DDL T'nin Ortodontik Ağrı Üzerine Etkisi

DDL T'nin, inflammatuvar faktörlerin ve ağrıya bağlı nörotransmitterlerin üretimini engellemekte olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Pallotta vd., 2012). DDL T'nin, madde P, histamin, dopamin ve PGE2 gibi ağrıya neden olan ajanların uzaklaştırılmasını hızlandırarak ağrı ile mücadele ettiği bulunmuş ve PG seviyelerinin azaltılması ve siklooksijenaz-2'nin inhibisyonu yoluyla da ağrının azaltılmasına katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Pires vd., 2010; Sakurai vd., 2000).

Martins vd. (2019), DDL T'nin, elastomerik seperatör uygulaması sonrası meydana gelen ortodontik ağrı üzerine etkilerini araştırdımışlardır. Hem deney hem de plasebo grubundaki hastaların seperatör uygulaması öncesi, 24 ve 48 saat sonrası alt birinci molar dişlerine 830 nm dalga boyunda, toplamda 8 bölgeden, her biri 30 saniye süresince, 100 mW, 95 J/cm² (24 J her diş için) yoğunluğunda lazer uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda elde edilen VAS skorları değerlendirilmiş ve lazer uygulamasının seperatör uygulaması sonrası meydana gelen ağrıyı hafiflettiği rapor edilmiştir.

Bu sonuçların aksine, AlSayed Hasan vd. (2018), iki farklı enerji yoğunluğunda (4 J, 16 J) uygulanan DDL T'nin, elastomerik seperatör uygulaması sonrası meydana gelen ağrı üzerine etkilerini, bölünmüş ağız randomize plasebo-kontrollü klinik çalışmalarında değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, her iki yoğunluktaki lazer uygulamasının da ortodontik ağrının azaltılmasında etkisi olmadığını rapor etmişlerdir.

Deana vd. (2017), yayınladıkları sistematik derleme ve meta-analiz'de, DDL T uygulamasının, ortodontik aktivasyon sonrası oluşan ağrıyı azalttığını fakat klinik çalışmaların yetersizliği ve henüz optimum dozun belirlenmemiş olması nedeniyle uygulayıcıların bu çalışma sonuçlarını dikkatlice değerlendirmeleri gerektiğini bildirmişlerdir.

Sınıf II Maloklüzyonlar

Sınıf II maloklüzyonun tedavi yaklaşımları, maloklüzyonun dentoalveolar ve/veya iskeletsel olup olmamasına, hastanın kooperasyonuna, hastanın iskeletsel yaşı ve büyüme gelişim dönemine bağlı olarak değişmektedir. Tedavi seçenekleri; ortopedik yaklaşım, cerrahi yaklaşım ve ortodontik yaklaşım olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır (Pancherza, 2000).

Ortopedik Yaklaşım

Bu yaklaşımla, iskeletsel sınıf II maloklüzyonun erken dönem tedavisinde, çenelerin büyüme yönünün değiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu yöntemler: ağız dışı apareyler, fonksiyonel apareyler, ağız dışı ve fonksiyonel apareylerin birlikte kullanılması şeklindedir (Gazivekili, 2007). Maksiller gelişim fazlalığından kaynaklı iskeletsel sınıf II maloklüzyonlarda, ağız dışı apareylerin (headgearlar) kullanımıyla birlikte maksillanın öne doğru gelişimi frenlenerek, mandibulanın normal büyüme paternini takip etmesiyle normal bir maksillo-mandibular ilişki elde edilmesi hedeflenmiştir (Proffit ve Fields, 2007). Mandibular gelişim geriliğinden kaynaklı iskeletsel sınıf II maloklüzyonda ise hedeflenen tedavi yaklaşımı, mandibulanın boyu ve konumunu değiştirerek büyüme modifikasyonu ile iskeletsel ilişkiyi düzeltmektir. Bu amaçla fonksiyonel apareyler kullanılmaktadır (Ülgen, 2000). Hem maksillanın gelişim fazlalığından hem de mandibulanın gelişim yetersizliğinden kaynaklanan bir anomali söz konusu ise, fonksiyonel apareylerle birlikte ağız dışı apareyler (headgearlar) kombine olarak kullanılmaktadır (Ülgen, 2000).

Cerrahi Yaklaşım

Büyüme gelişimini tamamlamış ya da tamamlamak üzere olan iskeletsel sınıf II maloklüzyonların tedavisi için yalnızca ortodontik/ortopedik müdahaleler yeterli olmamaktadır. Bu gibi durumlarda çenelerin ve dentoalveolar segmentlerin yeniden konumlandırıldığı ortognatik cerrahi tercih edilmektedir (Bishara, 2001).

Ortodontik Yaklaşım

Hastanın iskeletsel yapısına müdahale etmeden, mevcut maloklüzyonun kabul edilebilir bir estetik görünüm ve dental oklüzyon sağlanarak dişsel olarak tedavi edilmesidir (Bishara, 2001). Bu tür tedavilere kamuflaj tedavisi de denilmektedir (Akkaya, 2019). Kamuflaj tedavisi çekimli ya da çekimsiz olarak yapılmaktadır. Çekimli kamuflaj tedavisinde, genellikle maksiller birinci premolar dişler çekilerek maksiller kanin ve kesici dişlerin retraksiyonu için yer sağlanmaktadır (Luppanapornlarp & Johnston, 1993). Bu tedavi şekliyle artmış overjet elimine edilerek ve sınıf II molar ilişki korunmuş olur. Molar ilişkisinin düzeltilmesi hedefleniyorsa, mandibular birinci ya da ikinci premolar dişler çekilerek mandibular molarların mezial hareketiyle sınıf I molar ilişki elde edilmektedir (Bishara vd., 1995; Cleall & BeGole, 1982). Çekimsiz kamuflaj tedavisinde, gerekli boşlukların

elde edilmesi amacıyla sıklıkla maksiller molar dişlerin distalizasyonu tercih edilmektedir (Bishara vd., 1995). Bu amaçla ağız dışı ya da ağız içi distalizasyon mekanikleri kullanılabilir (Akkaya, 2019).

Ağız Dışı Molar Distalizasyon Yöntemleri. Maksillaya posterior yönde kuvvet uygulanmasına yarayan ağız dışı distalizasyon yöntemleri, maksillanın sagittal yön gelişiminin frenlenmesi, ankraj artırılması ve maksiller dişlerin distalizasyonu olmak üzere başlıca üç amaç için kullanılırlar (Coben, 1966; Turner, 1991; Ülgen, 1993). Ağız dışı aparey olarak tasarlanan “headgearler”, ankraj aldıkları bölgelere ve uyguladıkları kuvvetin yönlerine göre isimlendirilmektedir. Boyun bölgesinden ankraj alınarak kuvvet uygulanmasına yarayan “servikal headgearlar” en çok tercih edilen headgear tipidir (Salzmann, 1961). Ağız dışı apareylerin kullanıldığı tedavilerde başarılı sonuçların elde edilmesi büyük oranda hastanın kooperasyonuna bağlıdır. Hastalar, estetik açıdan olumsuz yönde etkilendiklerinden dolayı özellikle ağız dışı aparey kullanımında tedaviye uyumları zayıftır. Ağız dışı apareylerde, hasta kooperasyonunun problem olması, uykuda güçlük, boyun kaslarında gerilim ve ağrı, baş ağrısı, yaralanma ve benzeri çeşitli komplikasyon risklerinin bulunması bu apareylerin klinik kullanımını azaltmıştır. Gelişen teknoloji, ağız içinden uygulanan distalizasyon mekaniklerinin geliştirilmesine ve ortodontistlerin bu mekanikleri tercih etmelerine yol açmıştır (Alaçam, 2003).

Ağız İçi Molar Distalizasyon Yöntemleri. Ağız içi molar distalizasyon yöntemlerinin temel hedefi hasta kooperasyonunu minimuma indirgeyerek ortodontik tedavi kalitesini arttırmaktır. Bu alanda literatürde birçok yöntem ve aparey tanıtılmıştır (Arman & Gökçelik, 2005; Ghosh & Nanda, 1996; Gulati vd., 1998; Keles & Sayinsu, 2000). Distal Jet, First Class, Fixed Piston, Frog, Jones Jig, Sectional Jig, Wilson 3D Bimetrik Distalizasyon Arkı, Keleş Slider, Pendulum Apareyi ve modifikasyonları ağız içi molar distalizasyon apareylerinden bazılarıdır (Arman & Gökçelik, 2005). Ağız içi molar distalizasyon yöntemleri ağız dışı yöntemlere kıyasla, estetik açıdan daha tolere edilebilir olmaları, rahat ve kullanımlarının kolay olması, hasta kooperasyonuna daha az ihtiyaç duyulması ve bu sayede devamlı kuvvet uygulanacağı için tedavi süresinin de buna bağlı olarak kısılması gibi bazı avantajlara sahiptir. Bu avantajların yanı sıra, ağız içi molar

distalizasyonu yöntemlerinin istenmeyen diş hareketleri (ekstrüzyon, meziale devrilme, premolarlarda mezializasyon, keserlerde proklinasyon ve protrüzyon, overjet artması, ankraj kaybı) gibi dezavantajları vardır (Kaya, 2007). Bu istenmeyen yan etkileri ortadan kaldırmak veya minimuma indirmek amacıyla, dental implantlardaki gelişmelerin de sayesinde ortodonti pratiğine girmeyi başaran mini-vidalar gündeme gelmiştir (Carano vd., 2004; Takaki vd., 2010). Maksiller molar dişlerin distalizasyonu amacıyla kullanılan mekaniklerde mini-vidalar; palatal kemik, infrazigomatik çıkıntı, bukkal ya da palatal tarafta dişler arasındaki alveolar kemik gibi çeşitli bölgelere yerleştirilebilmektedir (Turan, 2018). Direkt iskeletsel ankraj prensibiyle mini-vida destekli ağız içi molar distalizasyon yöntemlerinin avantajları arasında; ankraj kaybının önüne geçilmesi, maksiller distalizasyondan sonra anterior dişlerin retraksiyonu için apareyin yeniden düzenlenmesine gerek kalmaması ve apareylerin sabitlenerek ağızda bırakılması sayesinde nüksün engellenebilmesi yer almaktadır (Wilmes, 2008). Ortodontistler tarafından en çok tercih edilen mini-vida destekli molar distalizasyon apareyleri; Pendulum, Distal Jet, Lokar Apareyi, Frog Apareyi, Keleş Slider, Beneslider Apareyi ve bu apareylerin modifikasyonlarıdır. Bu apareylerde ankraj, palatinal ruga bölgesinde, sutura palatina medianın her iki yanına veya önlü arkalı olacak şekilde sutura hizasına yerleştirilen mini-vidalardan sağlanmaktadır (Ryu vd., 2012). Tosun vd. (2002), ortodontik amaçla kullanılacak palatal mini-vida yerleşimi için paramedian bölgenin (palatal süturun lateral kenarları) kemik retansiyonu yönünden uygun olduğunu aktarmışlardır. Keles vd. (2000), konvansiyonel distalizasyon yöntemleriyle meydana gelen ankraj kaybının oluşturduğu devrilme hareketini elimine etmek için “Keles slider” ismiyle tanıttıkları bir aparey geliştirmişler ve bu apareye 2003 yılında iskeletsel ankrajı da ekleyerek yenilemişlerdir. Yeniledikleri aparey dizaynında palatinaldeki akrilik parça yerine 4.5 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda palatal implant yer almaktadır.

Konvansiyonel diş-doku destekli yöntemle ortalama 5.23 mm kütleli distalizasyon elde ettiklerini ve molar devrilme miktarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığını aktarmışlardır. Palatal bölgeden aldıkları kemik desteğiyle aynı apareyi uyguladıkları hastalarında ise 3 mm kütleli distalizasyon elde ettiklerini ve ön bölgede ankraj kaybı olmadığını bildirmişlerdir. Cozzani vd. (2014), çalışmalarında, mini-vida destekli distal jet ve diş destekli distal jet uygulamalarının molar distalizasyonu ve ankraj kaybı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, her iki grup için de distalizasyon miktarı ve süresi bakımında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bunun yanı sıra mini-vida destekli distal jet grubunda, konvansiyonel uygulamaya kıyasla, birinci premolar dişlerin spontan distalizasyonunun gerçekleştiğini ve bu sayede tedavi süresinin de kısaldığını öne sürmüşlerdir. Konvansiyonel ya da iskeletsel ankraj tercih edilerek yapılan molar distalizasyon yöntemlerinin etkilerinin kıyaslandığı bir sistematik derlemede; iskeletsel ankraj kullanılarak yapılan molar distalizasyon miktarının konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha fazla olduğunu ve maksiller keserlerin stabil kaldığı bildirilmiştir (Fudalej & Antoszewska, 2011).

Benefit Teknik

Değiştirilebilir Abutmentleriyle Benefit Mini-Vida Sistemi

Titanyum alaşımdan yapılmış olan Benefit mini-vidaların üst kısmında yiv bulunmaktadır. Bu mini-vidalar, self-drilling dizaynı sayesinde önceden el aleti ile drilleme işlemine gerek kalmaksızın direkt olarak yerleştirilebilmektedir. Mini-vidaların boyutları 7, 9, 11, 13 veya 15 mm uzunluğunda ve 2 veya 2.3 mm çapında değişmektedir. En çok tercih edilen ebatlar; anterior mini-vidalar için 2 mm çap x 11 mm uzunluk, posterior mini-vidalar için 2 mm çap x 9 mm uzunluktur. Alternatif olarak anterior mini-vidalar, 2 mm çap x 9 mm uzunluk, posterior mini-vidalar ise 2 mm çap x 7 mm uzunluğunda olabilir. Tek mini-vidanın kullanılacağı durumlarda ise (ör: molar ankrajı) 2.3 mm çap x 11 mm uzunluk olan boyutları tercih edilmektedir. 2 veya 2.3 mm çapındaki mini-vidalar daha küçük çaplı mini-vidalara kıyasla daha üstün stabilite sağlamaktadır (Wilmes, 2009). Mini-vidaları uygulamadan önce, 2 mm çapındaki mini-vida için 1.4 mm'lik drill, 2.3 mm çapındaki mini-vida için ise 1.7 mm'lik drill kullanılmaktadır. 12 yaşından küçük çocuklarda kemiğin düşük mineralizasyon seviyesi nedeni ile predrilling işlemine gerek duyulmamaktadır (Wilmes, 2015). Mini-vidaları yerleştirmek için maksilladaki en uygun bölge, anterior palatinada yer alan palatal rugaların distalinde kalan premolarların hizasındaki bölgedir. İnce bir yumuşak doku tabakası olması ve yeterli kalınlıkta kemik bulunması bu bölgenin avantajlarındadır (Kang vd., 2007; Ludwig vd., 2011). Benefit mini-vidalar özel bir el aleti yardımıyla mid-palatal sütür hizasında saggital bir doğru üzerinde mini-vidalar arası mesafe en az 4 mm olacak şekilde uygulanır. Mini-vidalar yerleştirildikten hemen sonra kullanılacak apareyin aktivasyonu için hazır hale gelir.

Beneplate

Her iki Benefit mini-vidanın birleştirilmesini sağlayarak stabilitelerini artırmak ve devrilmelerini önlemek için tasarlanmış 1.1 mm kalınlığında 12 veya 18 mm uzunluğunda paslanmaz çelikten üretilmiş plakadır. İki mini-vida arası çeşitli mesafelere uyum sağlaması için bir yuvarlak ve bir uzun delikten oluşur. Farklı tasarımlar ve klinik uygulamalar için paslanmaz çelik tel, palatal vida ve braket seçenekleri mevcuttur. Beneplate, plaka gövdesinin ve üzerindeki paslanmaz çelik telin bükülmesiyle Benefit mini-vidalara kolayca uyumlanabilmektedir. Bu işlem hasta başında direkt olarak yapılabileceği gibi ölçü alınarak laboratuvar ortamında da yapılabilmektedir. Apareyin laboratuvar ortamında hazırlanacağı durumlarda mini-vidalar yerleştirildikten maksimum 1 hafta içerisinde aparey ağız içerisine uygulanmalıdır. Beneplate’i mini-vidalara sabitlemek için sabitleyici vidalar kullanılmaktadır. Benefit mini-vidaların üzerine sabitleyici vida ile sabitlenebilen dört farklı çeşitte paslanmaz çelik abutment bulunmaktadır. Benefit mini-vida sistemi, farklı tipte abutment seçenekleri ve tasarımları sayesinde çeşitli klinik uygulamalarda kullanılabilir (Nanda, 2012).

Bu uygulamalar özet olarak aşağıdaki gibidir.

- Maksiller molar distalizasyonu (Beneslider- maksiller molar distalizasyon apareyi),
- Molar dikleştirilmesi,
- Maksiller molar intrüzyonu (Mousetrap apareyi),
- Maksiller anterior retraksiyon,
- Maksiller boşluk kapatılması (Lateral diş eksikliklerinde santral dişlere indirekt ankraj sağlamak amacıyla),
- Maksiller molar mezializasyonu (Mesialslider- maksiller molar mezializasyon apareyi),
- RME ve maksiller protraksiyon (Hybird Hyrax ve Mentoplate),
- Gömük ya da ektopik konumlanmış dişlerin ortodontik hareketi,
- Benefit abutment üzerine geçici diş uygulanması (Wilmes & Drescher, 2008; Wilmes vd., 2009; 2011; 2013).

Beneslider

Beneslider, anterior palatinal bölgeye yerleştirilen Benefit mini-vidalardan direkt iskeletsel ankraj olarak, maksiller molar distalizasyonunu sağlam ve güvenli hale getiren bir distalizasyon apareyidir (Wilmes & Drescher, 2008; Wilmes vd., 2009). Beneslider apareyini maksiller birinci molarlarla birleştirmek için bu dişlerde lingual sheatli bandlar kullanılmaktadır. Lingual sheatlerin mezial tarafından Benetube'ler geçirilerek aparey maksiller molar dişler ile birleştirilmektedir. Daha sonra mini-vidaların eksenine ve konumuna bağlı olarak Beneplate'in gövdesi ve üzerindeki 1.1 mm'lik paslanmaz çelik tel bükülerek hasta ağzına göre uyumlandırılmaktadır. Bu işlem doğrudan hasta başında ya da laboratuvar ortamında yapılabilmektedir. Laboratuvar ortamına aktarılabilmesi için mini-vidaların üzerine laboratuvar transfer başlıkları yerleştirilip silikon ölçüsü alınır. Uyumlandırılan Beneplate, sonrasında sabitleyici vidalarla ağız içerisindeki mini-vidalara sabitlenmektedir. Beneplate üzerindeki 1.1 mm'lik tel, lingual sheatlerin mezial tarafına yerleştirilen Benetube'lerin içerisinden geçerek molar distalizasyonuna rehberlik etmektedir. Son olarak distalizasyon kuvveti, aktivasyon anahtarlarının 1.1 mm'lik tel boyunca distal yönde hareket ettirilerek Ni-Ti açık yayları sıkıştırmasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu aktivasyonun çocuklarda 240 g, yetişkin bireylerde ise 500 g olması önerilmektedir (Nanda, 2012). Wilmes ve Drescher (2010), maksiller birinci molarların, Beneslider ile 6-10 ayda 4.6 ± 1.5 mm distalize edildiğini rapor etmişlerdir. Bu aparey ile distalizasyon yapılırken, Benetube'lerin molar dişin direnç merkezine yakın geçmesi ve kullanılan telin kalın olması sayesinde molarların paralel olarak hareket ettiğini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra bu sistemle yapılan distalizasyonun uzun sürmesinin nedeni olarak Benetube'lerin içerisinden geçen telin neden olduğu sürtünmeden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Nienkemper vd. (2014), maksiller ikinci moların ve yaş faktörünün, Beneslider ile yapılan molar distalizasyonu üzerine etkilerini araştırdıkları retrospektif çalışmalarında, distalizasyonla birlikte sınıf I molar ilişkisi elde ettikleri 51 hasta'nın (ortalama yaş 17.8 ± 9.6 yıl) tedavi öncesi ve sonrası sefalometrik filmlerini değerlendirmişlerdir. Hastaları yaş ve ikinci molarlarının varlığına göre: Grup 1 (14 çocuk, sürmemiş maksiller ikinci molar), Grup 2 (23 adolesan, sürmüş maksiller ikinci molar) ve Grup 3 (14 yetişkin) şeklinde 3 farklı gruba ayırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, Beneslider apareyinin molar distalizasyonu sağlanmasında etkili bir aparey olduğunu, gruplar arasında distalizasyon hızı açısından istatistiksel olarak önemli bir

fark bulunmadığını ve maksiller ikinci molar dişlerin varlığı nedeniyle oluşacak direncin daha yüksek kuvvet uygulaması ile kompanse edilebileceğini öne sürmüşlerdir.

BÖLÜM III

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın hipotezine ve modeline, çalışma grubuna, verilerin toplanması ve çözümlenmesine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Araştırma Hipotezi

Bu çalışmada; invazif bir işlem gerektirmeksizin diş eti üzerinden uygulanan DDLT'nin, maksiller molar dişlerin hareket hızını anlamlı şekilde etkilemediği sıfır hipotezi (H0) test edilmiştir

Araştırma Modeli

Bu çalışma, tek merkezli, prospektif randomize kontrollü klinik bir çalışma olarak bölünmüş ağız (split-mouth) dizaynıyla tasarlanmıştır. Çalışma başlangıcından sonra metodlarda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

Araştırma Etik Onayı

Araştırmanın protokolü Helsinki Bildirgesi prensiplerine uygun olarak oluşturulmuştur. Gerekli etik kurul onayı, Yakın Doğu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 28.01.2021 tarihli ve YDÜ/2021/87-1258 proje numaralı toplantısında alınmıştır (Ek-1). Yakın Doğu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Değerlendirme Etik Kurulu Başkanlığı tarafından onaylanan "Bilimsel Araştırmalar İçin Aydınlatılmış Onam Formu" tüm hastalara velilerine okutularak, doldurulup imzalatılmıştır. Çalışma grupları tamamen gönüllü bireylerden oluşturulmuştur. Çalışmaya başlamadan önce yapılacak tüm işlemler hasta ve hasta yakınlarına ayrıntılı bir şekilde anlatılmış ve araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlı kullanılacağı, kişisel bilgilerin özenle saklanıp korunacağı konusunda katılımcılar bilgilendirilmiştir. Çalışma boyunca açıklanacak herhangi bir fon olmamıştır.

Çalışmaya Dahil Edilme ve Edilmeme Kriterleri

Bu tez çalışmasına, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde bulunan Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na Ocak 2020-Ocak 2021 tarihleri arasında tedavi amacıyla başvuran ve çift taraflı maksiller molar distalizasyon endikasyonu konulan bireyler dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin seçiminde şu kriterler dikkate alınmıştır:

- 16 ile 22 yaş arası kız ve erkek bireyler,
- Bilateral sınıf II molar ilişki (yarım tüberkül kapanış),
- İskeletsel sınıf I veya hafif sınıf II ilişki ($ANB > 4^\circ < 7^\circ$),
- Normodiverjan iskeletsel patern,
- Posterior bölgede çapraşıklık veya diastema olmaması,
- Tamamen sürmüş maksiller birinci ve ikinci molar dişler,
- Konjenital olarak eksik veya çekilmiş üçüncü molar dişler,
- İyi oral hijyen,
- Periodontal hastalık veya alveolar kemik kaybının olmaması,
- Tedavi edilmemiş çürük diş olmaması,
- Sigara kullanılmaması.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Sistemik hastalıklar,
- Diş hareketi biyolojisini etkileyebilecek herhangi bir ilaç kullanımı [Ör: Nonsteroidal Antiinflamatuvar İlaçlar (NSAİİ)]
- Unilateral sınıf II molar ilişki,
- Şiddetli sınıf II iskeletsel ilişki ($ANB > 7^\circ$),
- Hipodiverjan veya hiperdiverjan iskeletsel patern,
- Posterior bölgede çapraşıklık veya diastema olması,
- İkinci molar diş eksikliği,
- Maksiller üçüncü molar dişlerin mevcut olması,
- Kötü oral hijyen,
- Periodontal hastalık veya alveolar kemik kaybının olması,
- Tedavi edilmemiş çürük dişlerin olması,
- Sigara kullanılması.

Tedavi süresince randevularına uymayan ve ağız hijyenine dikkat etmeyen hastalar çalışmadan çıkartılmıştır. Çalışma süresince analjezik kullanımının gerekli olduğu durumlarda yalnızca parasetamol (asetaminofen) etken maddesine sahip ilaçları kullanmaları konusunda hastalar uyarılmıştır. Ayrıca analjezik kullanımının VAS sonuçlarını etkileyebileceğinden kullanımının söz konusu olması halinde bireylerin bu durumu bildirmeleri istenmiştir.

Örneklem Büyüklüğü Hesaplanması

Çalışmanın örneklem büyüklüğü %5 tip I hata olasılığına göre hesaplanmış ve çalışmanın minimum gücü ($1-\beta$) 0.80 olarak belirlenmiştir. İnsanlar üzerinde yapılmış olan önceki bir DDLT çalışması (Türker vd., 2021) rehber olarak kullanılmıştır. DDLT'nin istatistiksel ve klinik olarak etkili olduğunu söylemek için diş hareketi hızında en az %40 oranında fark tespit edilmesi amaçlanmıştır. Buna göre gerekli örneklem sayısı minimum 24 diş olarak bulunmuştur

Çalışma Gruplarının Tanımı

Bireylerin rastgele gruplara atanmaları, basit randomizasyon tekniği kullanılarak yapılmış ve bireyler kapalı zarf tekniğiyle 3 gruba (Lazer, Kontralateral, Kontrol) ayrılmıştır. Bunun için 20 adet ışık geçirmeyen zarfın 10 adetine “Kontrol grubu”, 10 adetine “Deney grubu” yazan kartlar konulmuş ve bireylerden rastgele bir zarfı seçmeleri istenmiştir. Deney grubu zarfını çeken bireylere sonrasında, içerisinde 5 adetine “sağ lazer” ya da “sol lazer” yazan kartları içeren bir zarfı daha seçmeleri istenmiştir. Bu seçimden sonra lazer uygulanacak tarafın kontralateral tarafı “Kontralateral grubu” olarak atanmıştır. Hangi zarfı seçtiklerine bağlı olarak bireyler rastgele olarak bu gruplardan birine atanmıştır.

Deney grubundaki bireylerin seçtikleri kart doğrultusunda randomize olarak atanmış molar tarafına lazer uygulanarak molar distalizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kontralateral grup ve bağımsız kontrol grubuna ise diş hareketini hızlandırıcı herhangi bir uygulama yapılmaksızın yalnızca molar distalizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Grup başına 10 diş olacak şekilde çalışmanın yürütülmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple kontrol grubunda yer alan bireylerin, sağ ve sol molar dişlerinden çıkan sonuçların ortalaması alınarak tek bir diş olarak hesaplanmıştır. Bu sayede tüm gruplar arasında diş sayısı bakımından homojenite sağlanması hedeflenmiştir.

Girişimler

Tüm girişimlerin yer aldığı çalışma protololu Şekil 16 da özetlenmiştir.

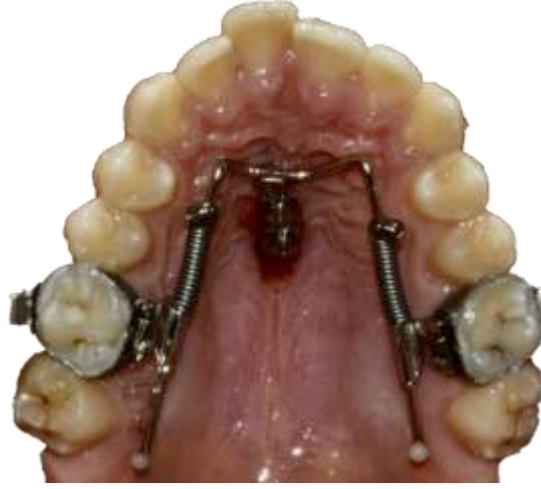
Distalizasyon Protokolü

Molar distalizasyonu sırasında hasta kooperasyonunu ve konvansiyonel distalizasyon yöntemleriyle meydana gelebilecek ortodontik yan etkileri (ankraj kaybı, meziale migrasyon) ortadan kaldırmak veya minimuma indirmek amacıyla deney ve kontrol grubundaki bireylerin tümüne ağız içi mini-vida destekli distalizasyon apareyi (Beneslider / Benefit system, PSM Medical Solutions, Tuttlingen, Almanya) uygulanmıştır (Şekil 3).

Benefit mini-vidaların yerleştirilmesi öncesi bireyler ağızlarını iki kez % 0.2 klorheksidin gargara ile 1 dakika süreyle çalkalamıştır. Daha sonra mini-vidaların yerleştirileceği bölgeye lokal anestezi (Ultracain D-S Forte) yapılmıştır. Hemen ardından anterior palatinada bulunan ikinci ve üçüncü palatal rugaların olduğu bölgeye, sagittal düzlem üzerinde iki adet Benefit mini-vida (anterior mini-vida, 2x11 mm; posterior mini-vida, 2x9 mm) yerleştirilmiştir (Şekil 4). Uygulama sonrası hastalara ağız hijyenlerine dikkat etmeleri ve 5 gün boyunca günde iki kez % 0.2 klorheksidin gargara kullanmaları söylenmiştir. Mini-vidalar uygulandıktan sonra maksiller birinci molar dişlere molar bandları uyumlanmış ve mini-vidaların üzerine laboratuvar transfer başlıkları yerleştirilerek maksillanın silikon ölçüsü alınmıştır (Şekil 5). Alınmış olan ölçülerdeki başlıkların içerisine, mini-vidaların laboratuvar analogları, bir ortodonti teknisyeni tarafından yerleştirilmiş ve alçı modeller elde edilmiştir (Şekil 6). Distalizasyon apareyi teknisyen tarafından hazırlanarak laboratuvarda uyumlandırılmıştır (Şekil 7). Daha sonra aparey, ağız içerisindeki mini-vidaların üzerine sabitleyici vidalarla sabitlenmiştir. 1.1 mm'lik çelik telin üzerinde bulunan Benetube'ler maksiller birinci molar bandlarının palatinal sheath'lerine geçirilmiş ve Beneslider Ni-Ti yaylar (500g) aktivasyon anahtarlarının yardımıyla bu tüplere doğru aktive edilerek maksiller molarlara telin rehberliğinde distal yönde kuvvet uygulanmıştır. Gerçekleştirilen ilk aktivasyondan sonra 12 hafta sürecek olan deney süreci başlamış ve bireyler her 3 haftada bir Ni-Ti yayların yeniden aktivasyonu için çağrılmıştır. Her iki tarafa da uygulanan kuvvetin (tek taraf-500g) eşit olması adına aynı aktivasyon protokolü takip edilmiştir.

Şekil 3.

Beneslider Apareyinin Ağız İçi Görünümü



Şekil 4.

Benefit Mini-Vidaların Ağız İçi Görünümü



Şekil 5.

Molar Bandları Ve Laboratuvar Transfer Başlıklarının Ağız İçi Görünümü



Şekil 6.

Ölçü İçerisindeki Laboratuvar Analoglarının Görünümü



Şekil 7.

Beneslider Apareyinin Alçı Model Üzerinde Uyumlandırılması



DDL T Protokolü

DDL T için kullanılan lazer tipi, 980 nm dalga boyuna sahip yarı iletken (GaAlAs) diyot lazerdir (Medency Primo dental laser, Vicenza, İtalya) (Şekil 8). Biyostimülasyon için ayarlar; sürekli dalga moduna, 20 mW potansiyel güce, 0.71 J/cm² enerji yoğunluğuna ve 10 saniyelik ışınlama süresine ayarlanmıştır. Lazer ışını, lazer probunun 0.28 cm² yüzey alanına sahip silindirik quartz ucundan yayılmaktadır. Siyah renk kodlu lazer ucu (terapötik amaçla kullanılan) DDL T için kullanılmıştır. Lazer parametreleri özet olarak Şekil 9 da gösterilmiştir. Lazer uygulaması, lazer grubundaki bireylere, distalizasyon apareyinin ilk aktivasyonundan sonraki 0., 3., 7., 14., 21., 42., ve 63. günlerinde uygulanmıştır. Böylelikle 12 hafta süren çalışma süresi boyunca her bireye toplamda 7 seans lazer uygulanmıştır. Lazer, maksiller birinci ve ikinci molar dişlerin bukkal (8) ve palatinal (8) kök yüzeylerine toplamda 16 ayrı noktadan uygulanmıştır. Molar dişlerinin etrafındaki tüm periodontal lifleri ve alveoler kemiği kapsamaları için lazer ışınları, bukkal tarafta; birinci ve ikinci

molar köklerinin servikal üçlüsünde 3 noktaya, birinci ve ikinci molar köklerinin apikal üçlüsünde 3 noktaya, birinci ve ikinci molar köklerinin orta üçlüsüne (köklerin ortasına) 2 noktaya yapılmıştır. Palatinal tarafta yapılan ışınlamalar da bukkal taraftakilerle aynı şekilde olmuştur (Şekil 10). Her uygulamada molar diş başına günlük alınan toplam enerji miktarı 2 J olarak belirlenmiştir. Böylelikle lazer grubundaki birinci ve ikinci molar dişleri için günlük alınan toplam enerji miktarı 3.2 J olmuştur. Lazerin ucu ışınlama süresi boyunca mukozayla temasta olacak şekilde dik vaziyette tutulmuştur. Çalışma süresince yapılan tüm ışınlamalar aynı operatör tarafından gerçekleştirilmiştir (Ö.B.).

Şekil 8.

Medency Primo Dental Lazer Cihazı



Şekil 9.

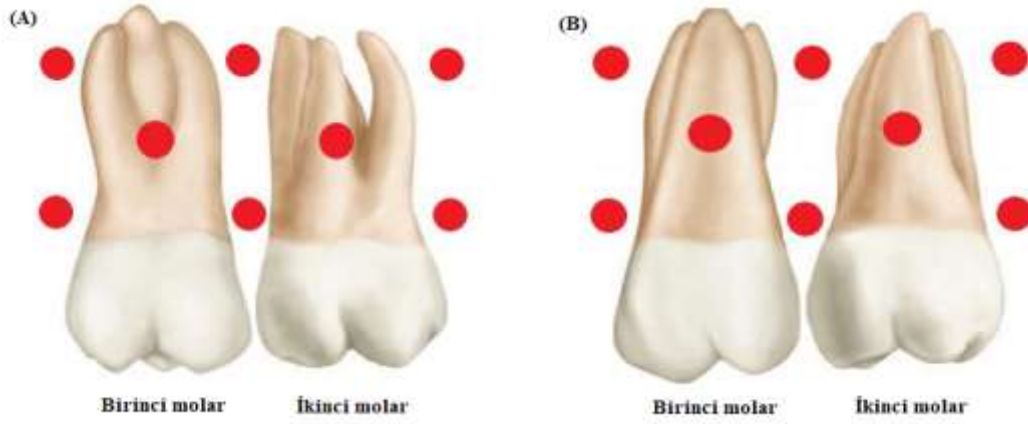
Lazer Parametreleri

Lazer tipi	Semikondüktör diyot lazer (GaAlAs)
Dalga boyu	980 nm
Spot alanı	0.28 cm ²
Güç yoğunluğu	20 mW
Uygulama süresi	10 s (her nokta)
Enerji yoğunluğu	0.71 J/cm ²
Uygulama sıklığı	İlk aktivasyondan sonraki 0., 3., 7., 14., 21., 42. ve 63. günler

Toplam uygulama noktası	16
Her uygulama sonrası molar başına düşen toplam enerji miktarı	2 J
Birinci ve ikinci molar için günlük alınan toplam enerji miktarı	3.2 J
Kümülatif doz	22.4 J

Şekil 10.

Birinci Ve İkinci Molar Üzerinde Lazer Uygulanan Noktalar. (A) Bukkal Görünüm (B) Palatal Görünüm



Verilerin Toplanması

Hastalardan ortodontik tedavi öncesinde ve sonrasında, lateral sefalometrik film, panoramik röntgen, ortodontik model ve fotoğraf kayıtları alınmıştır. Molar distalizasyonu başlangıcından sonuna kadar olan dönemde tüm hastalardan, dijital ağız içi taramalar, VAS skorlamaları ve periodontal değerlendirme kayıtları Şekil 16 da belirtilen zamanlarda alınmıştır.

Molar Distalizasyon, Devrilme ve Rotasyon Ölçümleri

Dijital ölçümlerin yapılabilmesi için örneklemdeki tüm bireylerin direkt olarak ağız içi dijital taramaları alınmıştır. Bu taramalar distalizasyon apareyinin ilk aktivasyonundan sonraki 0. (T0), 21. (T1), 42. (T2), 63. (T3) ve 84. (T4) günlerinde elde edilmiştir. Bu dijital taramalar, CEREC Omnicam intraoral kamera aracılığıyla (Dentsply Sirona, York, Pensilvanya, ABD; Salzburg, Avusturya) CEREC Ortho

(CEREC Ortho SW 1.1) yazılımını kullanılarak yapılmıştır (Şekil 11-12). Tarama sonrası elde edilen 3D modeller STL dosyası olarak dışa aktarılmıştır.

Şekil 11.

CEREC Omnicam İntraoral Tarayıcı



Şekil 12.

CEREC Ortho Yazılımı

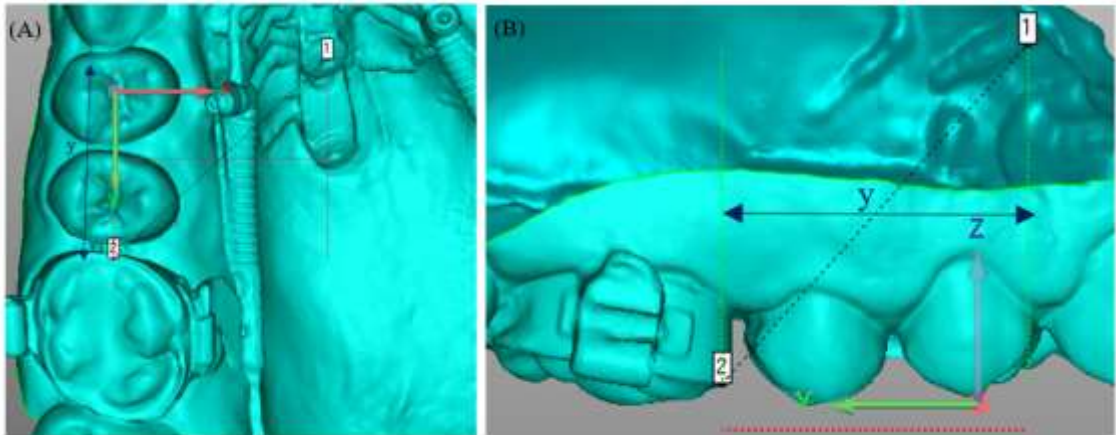


Dijital ölçümler, Gulduren vd. (2020)'nin, çalışmasına benzer şekilde mini-vidalar referans alınarak yapılmıştır. Tüm taramalar tamamlandıktan sonra deney ve kontrol grubunun her iki tarafındaki maksiller molar distalizasyonu ve rotasyon miktarlarını belirlemek amacıyla Geomagic Studio 2014 yazılımı (3D Systems, Rock Hill, Güney Karolina, ABD) üzerinde ölçümler yapılmıştır (Şekil 13). Yapılan ölçümlere güvenilirliğin artması için tüm 3D dijital model ölçüleri kodlanmış ve ölçümler aynı araştırmacı tarafından 3er hafta ara ile iki kez tekrarlanmıştır.

Modeller yönlendirilerek ölçümlerin gerçekleştirileceği taraftaki dental ark ile Y-ekseni arasında paralellik sağlanmıştır. Dental arkın Y-eksenine olan paralelliği aynı zamanda lateral görünümünden de kontrol edilmiştir. Oklüzal görünümde, birinci mini-vidanın orta noktası ile maksiller birinci moların mezial marjininin orta noktası işaretlenmiştir. Bu iki referans noktasının Y-eksenine izdüşümleri arasındaki mesafe ölçülmüştür (Şekil 13). Birbirini takip eden iki ölçüm arasındaki fark 3er haftalık distalizasyon miktarını göstermiştir.

Şekil 13.

Molar Distalizasyon Miktarlarının 3D Dijital Modeller Üzerinde Ölçülmesi. Dental Ark İle Y-ekseni Paralel Olacak Şekilde Modeller Yönlendirilmiştir. Birinci Mini-Vidanın Orta Noktası İle Maksiller Birinci Moların Mezial Marjininin Orta Noktası Referans Noktaları Olarak Belirlenmiştir. "y", Bu İki Referans Noktasının Y-eksenine Olan İzdüşümleri Arasındaki Mesafeyi Göstermektedir. (A) Oklüzal Görünüm (B) Lateral Görünüm

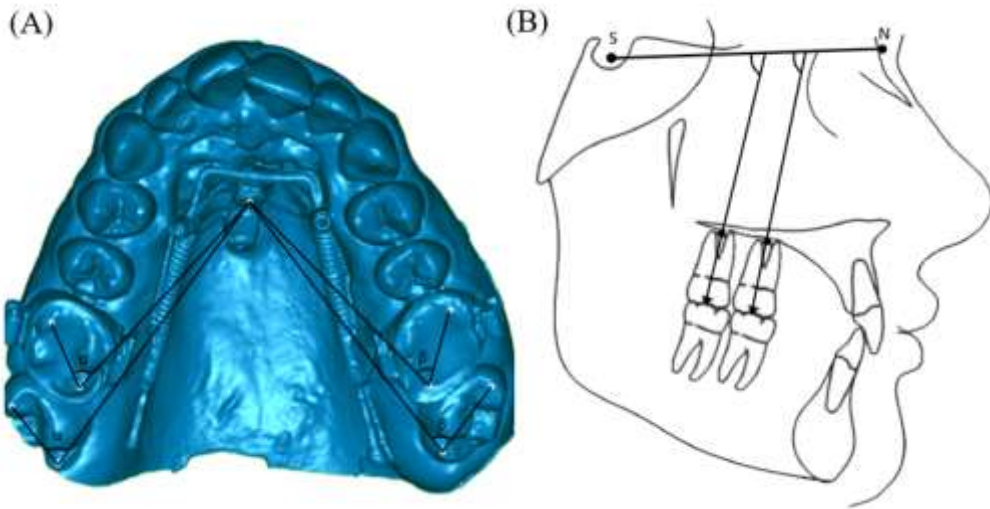


Maksiller birinci ve ikinci molarlardaki rotasyon miktarlarının hesaplanması için, birinci mini-vidanın orta noktasından molar dişin disto-palatal tüberkül tepesine çizilen çizgi ile mezio-bukkal tüberkül tepesinden disto-palatal tüberkül tepesine çizilen çizginin kesişerek oluşturduğu açı ölçülmüştür (Şekil 14). Bu ölçümler, tüm 3D modellerin her iki tarafında da yapılmıştır.

Maksiller birinci ve ikinci molarlardaki devrilme miktarlarının hesaplanması için hastalardan T0 ve T4 dönemlerinde alınan lateral sefalometrik filmler kullanılmıştır. Bu filmlerde, molar dişin uzun aksından çizilen çizginin Sella-Nasion düzleminde kesişmesiyle oluşan açı ölçülmüştür (Şekil 14). Tüm lateral sefalometrik filmler aynı X-ray cihazı (Orthophos XG 3D, Dentsply Sirona, Erlangen, Almanya) kullanılarak çekilmiştir.

Şekil 14.

Maksiller Birinci Ve İkinci Molar Dişlerin Rotasyon Ve Devrilme Miktarlarının Ölçümü. (A) Molar Rotasyon Miktarlarının 3D Dijital Modeller Üzerinde Ölçülmesi. Kesişen İki Referans Çizgisi Arasındaki Açı (Birinci Mini-Vidanın Orta Noktasından Molar Dişin Disto-Palatal Tüberkül Tepesine Çizilen Çizgi, Mezio-Bukkal Tüberkül Tepesinden Disto-Palatal Tüberkül Tepesine Çizilen Çizgi) Ölçülmüştür. (B) Molar Devrilme Miktarlarının Lateral Sefalometrik Film Üzerinde Ölçülmesi. Kesişen İki Referans Çizgisi Arasındaki Açı (Molar Dişin Uzun Aksından Çizilen Çizgi, Sella-Nasion Düzlemi) Ölçülmüştür.



Periodontal Değerlendirmeler

Periodontal değerlendirmeler, bireylerin hangi gruba atandığını bilmeyen bir periodontolog (Periodontoloji Departmanı, Diş Hekimliği Fakültesi, Yakın Doğu Üniversitesi) tarafından distalizasyon apareyinin ilk aktivasyonundan hemen önce (T0) yapılmıştır. Bu değerlendirmelerde her iki taraftaki maksiller ikinci premolar, birinci ve ikinci molarlar üzerinde plak indeksi, cep derinliği, gingival indeks, ataçman seviyesi, dişeti çekilmesi, furkasyon defekti ve mobilite parametreleri değerlendirilmiştir. Periodontal ölçümler, aynı periodontolog tarafından T1, T2, T3 ve T4 zaman noktalarında tekrarlanmıştır.

Vizüel Analog Skalası

Ağrı şiddeti skorlamaları VAS kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireyler tarafından skorlamalar, distalizasyon apareyinin ilk aktivasyonundan hemen sonraki 1., 3., 7., 14., ve 21. günlerinde yapılmıştır. Ayrıca bireylere gerekli olması halinde lazer prosedürünün tekrarlanmasına gönüllü olup olmadıkları ve başkalarına da bu işlemi tavsiye edip etmeyecekleri Şekil 15 te gösterilen skala ile sorulmuştur.

Şekil 15.

VAS Skorlamaları Ve Açıklamaları



Gerekli olsa yapılan bu işlemin tekrarlanmasına gönüllü olur musunuz? Evet Hayır

Yapılan bu işlemi başkalarına da önerir misiniz? Evet Hayır

Şekil 16.

Çalışma Protokolü

		0. Gün (T0)	3. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün (T1)	42. Gün (T2)	63. Gün (T3)	84. Gün (T4)
		Apareyin ilk aktivasyonu				Apareyin reaktivasyonu	Apareyin reaktivasyonu	Apareyin reaktivasyonu	Çalışmanın sonu
Lazer Grubu	Lazer uygulaması	•	•	•	•	•	•	•	
	Ağız içi tarama	•				•	•	•	•
	Periodontal muayene	•				•	•	•	•
	Lateral sefalometrik	•							•
Kontralateral ve Kontrol grubu	Ağız içi tarama	•				•	•	•	•
	Periodontal muayene	•				•	•	•	•
	Lateral sefalometrik	•							•

İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler SPSS 23 yazılımı (IBM, Armonk, New York, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Normallik ve homojenite kontrolü için Shapiro-Wilk ve Levene testleri kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubuna ait demografik bilgilerin gösteriminde cinsiyet için çapraz tablo kullanılmış ve Fisher'in kesin testi ile istatistiksel karşılaştırma yapılmıştır. Yaş için parametrik varsayımlar sağlanmadığından, Mann Whitney U Testi kullanılmıştır. Tedavinin farklı gruplardaki etkileri karışık etki modeli ile analiz edilmiştir. Rastgele etki olarak hasta, sabit etki olarak ise tedavi ve zaman seçilmiştir. Ayrıca, her zaman noktasında gruplar arası karşılaştırmalar için; kontrol grubu ile lazer ve kontralateral grupları arasında bağımsız, kontrol grubu ile kontralateral grubu arasında ise bağımlı t-testleri uygulanmıştır. Distalizasyon miktarları T1, T2, T3 ve T4'te karşılaştırılmıştır. Çoklu t-testleri için ise Bonferroni p değeri düzeltilmesi kullanılmıştır. Günlük diş hareketi hızları da ayrıca hesaplanmıştır. T0 ve T4 zaman diliminde, gerçekleşen molar rotasyon ve devrilme miktarlarının değerlendirilmesi için bağımlı t-testleri kullanılmıştır. 0.05'ten küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Maksiller birinci molarların T0-T1 zaman dilimi için tüm 3D modeller üzerinde ölçülen distalizasyon miktarları, ilk yapılan ölçümlerden 3 hafta sonra aynı araştırmacı tarafından tekrarlanmıştır. Cronbach alfa değeri 0.99 olarak hesaplanarak güvenilirlik yüksek bulunmuştur.

Hem operatörün hem de bireylerin kürlemesi, işlemlerin uygulanması sırasında mümkün olmamaktadır. Bu nedenle krleme elde edilen verilerin ölüm aşamasında gerçekleştirilmiştir. Tüm dijital modeller kodlanarak verileri değerlendirecek kişinin kürlemesi sağlanmıştır. İstatistiksel analize gönderilmeden önce verilerin dekodlaması yapılmıştır.

BÖLÜM IV

Bulgular ve Yorumlar

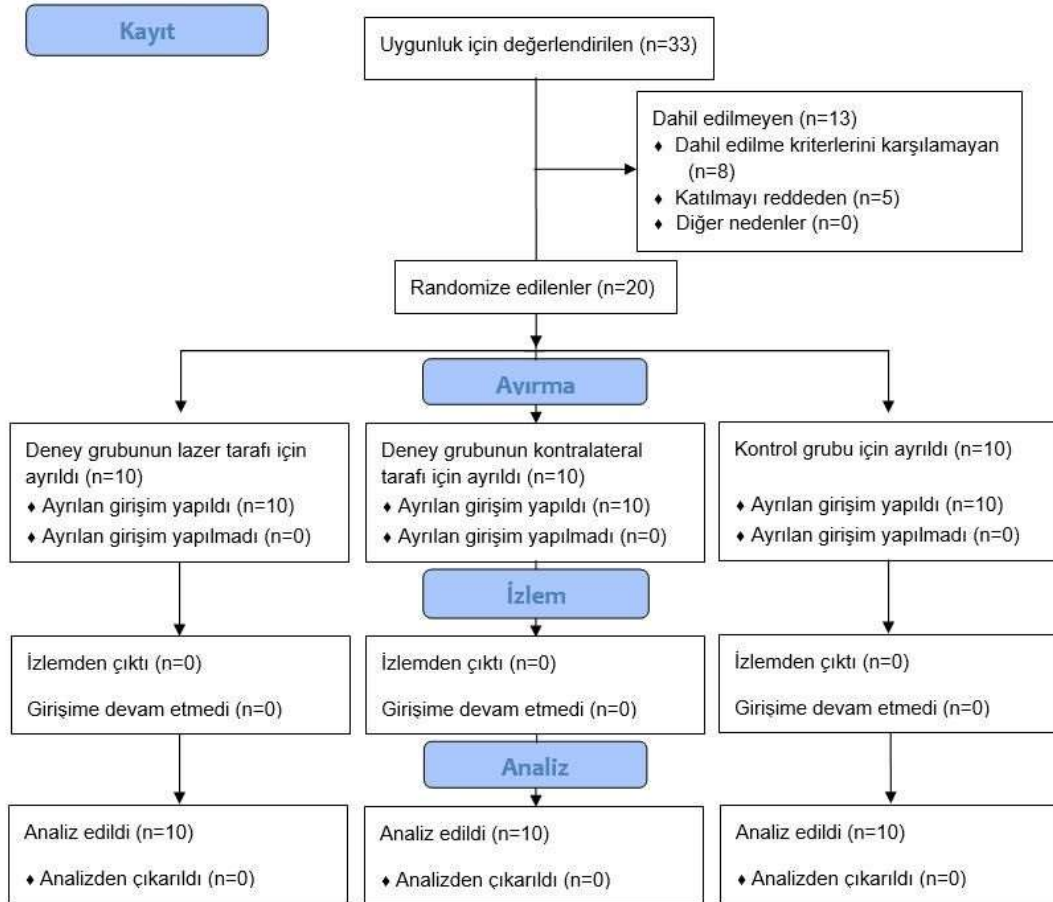
Bu bölümde çalışmaya yönelik toplanan veriler ışığında ulaşılan bulgulara değinilmektedir.

Katılımcı Akışı

Tez çalışmasına uygunluk için değerlendirilen toplam 33 bireyden, dahil edilme kriterlerine uymayan 8 birey ve katılmayı reddeden 5 birey olmuştur. Dahil edilme kriterlerine uyan 10 u deney (4 kız, 6 erkek), 10 u (5 kız, 5 erkek) kontrol grubundan olmak üzere toplam 20 birey çalışmayı tamamlayarak analiz aşamasına dahil edilmiştir (Şekil 17).

Şekil 17.

CONSORT 2010 Akış Diyagramı



Analiz Sonuçları

Temel Veriler

Bu tez çalışması toplam 20 birey üzerinden yürütülmüştür. Deney grubunda 4 kız, 6 erkek, kontrol grubunda ise 5 kız, 5 erkek yer almaktadır. Çalışmadaki bireylerin tedavi başındaki kronolojik yaşları 16-22 yaş arasında değişmekte olup yaş ortalaması 18.8 ± 1.8 'dir. Grupların yaş ve cinsiyet bakımından benzer dağılım gösterdiği tespit edilmiştir ($p > 0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1.

Gruplara Göre Katılımcıların Demografik Değişkenlere Göre Dağılımı

Demografik Değişkenler	Deney grubu	Kontrol grubu	P değeri
Kız	4 (40.0 %)	5 (50.0 %)	0.500
Cinsiyet, [sayı (%)]			
Erkek	6 (60.0 %)	5 (50.0 %)	
Yaş, [ortanca (min.-maks.)]	19.0 (16-22)	18.5 (16-22)	0.796

Molar Distalizasyon Miktarına Ait Bulgular

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre; diş hareketi hızı için karışık etki modeli Tablo 2’de, T0’dan T1, T2, T3 ve T4 zamanlarına kadar olan molar distalizasyon miktarlarına ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması Tablo 3’te, farklı zaman dilimlerindeki molar distalizasyon miktarlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması Tablo 4’te, farklı zaman dilimlerindeki molar distalizasyon miktarlarının grup içi karşılaştırılması Tablo 5’te, günlük diş hareketi hızlarına ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması Tablo 6’da verilmiştir.

Yapılan diş hareketi hızı için karışık etkili model analizi sonucunda hem tedavi ve zaman etkileşim teriminin, hem de ana etkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.001$) (Tablo 2).

Tablo 2.

Diş Hareketi Hızı İçin Karışık Etki Modeli

Sabit etki	Tip III kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P değeri
Tedavi	2.245	1.123	278.909	< 0.001*
Zaman	137.196	34.299	8521.249	< 0.001*
Tedavi*zaman	1.270	0.159	39.440	< 0.001*

*p < 0.05

Gruplar arası değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, tüm zaman dilimlerinde lazer grubundaki diş hareketi miktarının kontralateral ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla olduğu bulunmuştur (1-2) (2-3) (p < 0.001) (Tablo 3).

Tüm zaman dilimlerinde kontralateral ile kontrol grubu arasında diş hareketi miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (1-3) (p > 0.05) (Tablo 3).

Tablo 3.

T0'dan T1, T2, T3 Ve T4 Zaman Noktalarına Kadar Olan Molar Distalizasyon Miktarlarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Zaman	Kontrol grubu (1)	Deney grubu			P değeri		
		Lazer (2)	Kontralateral (3)	1-2	1-3	2-3	
T0-T1	0.524 ± 0.033	0.632 ± 0.016	0.523 ± 0.033	< 0.001*	0.917	< 0.001*	
T0-T2	1.088 ± 0.064	1.313 ± 0.051	1.091 ± 0.068	< 0.001*	0.913	< 0.001*	
T0-T3	1.681 ± 0.082	2.068 ± 0.066	1.711 ± 0.079	< 0.001*	0.345	< 0.001*	
T0-T4	2.273 ± 0.102	2.797 ± 0.085	2.297 ± 0.095	< 0.001*	0.541	< 0.001*	

*p < 0.05

Gruplar arası değerler bir birimlik zaman noktalarına göre farkları alınarak istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, tüm farklı zaman dilimlerinde lazer grubundaki diş hareketi miktarının kontralateral grup ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla olduğu bulunmuştur (1-2) (2-3) ($p < 0.001$) (Tablo 4).

Tüm farklı zaman dilimlerinde kontralateral ile kontrol grubu arasında diş hareketi miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (1-3) ($p > 0.05$) (Tablo 4).

Ayrıca farklı zaman dilimlerinde gerçekleşen distalizasyon miktarları, gruplar içerisinde karşılaştırılmıştır. Buna göre, kontrol grubunda; sadece T2-T1 (b) zaman aralığı ile T3-T2 (c) zaman aralığı ($p=0.098$) ve T3-T2 (c) zaman aralığı ile T4-T3 (d) zaman aralığı ($p=0.921$) arasındaki fark hariç, tüm zaman aralıkları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4).

Lazer grubunda; T2-T1 (b) zaman aralığı ile T4-T3 (d) ($p=0.057$) zaman aralığı ve T3-T2 (c) zaman aralığı ile T4-T3 (d) zaman aralığı ($p=0.170$) arasındaki fark hariç, tüm zaman aralıkları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4).

Kontralateral grubunda; T2-T1 (b) zaman aralığı ile T3-T2 (c) ($p=0.016$) zaman aralığı ve T2-T1 (b) zaman aralığı ile T4-T3 (d) zaman aralığı ($p=0.424$) arasındaki fark hariç, tüm zaman aralıkları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4).

Tablo 4.

Farklı Zaman Dilimlerindeki Molar Distalizasyon Miktarlarının Gruplar Arası Ve Grup İçi Karşılaştırılması

Zaman	Kontrol grubu (1)	Deney grubu		P değeri		
		Lazer (2)	Kontralateral (3)	1-2	1-3	2-3
T1-T0 (a)	0.524 ± 0.033	0.632 ± 0.016	0.523 ± 0.033	< 0.001*	0.917	< 0.001*
T2-T1 (b)	0.564 ± 0.047	0.681 ± 0.040	0.568 ± 0.042	< 0.001*	0.817	< 0.001*
T3-T2 (c)	0.593 ± 0.050	0.755 ± 0.027	0.621 ± 0.034	< 0.001*	0.109	< 0.001*
T4-T3 (d)	0.592 ± 0.040	0.727 ± 0.051	0.585 ± 0.040	< 0.001*	0.680	< 0.001*

Karşılaştırmalar	P değeri		
a-b	0.003*	0.002*	0.002*
a-c	< 0.001*	< 0.001*	< 0.001*
a-d	< 0.001*	< 0.001*	0.003*
b-c	0.098	< 0.001*	0.016
b-d	0.020*	0.057	0.424
c-d	0.921	0.170	0.001*

*p < 0.05

Lazer grubundaki molar dişlerin, kontralateral gruptaki molar dişler ile kontrol grubundaki molar dişlere kıyasla 12 haftada 1.22 kat daha fazla hareket ettiği belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5.

Günlük Diş Hareket Miktarı

	Kontrol grubu	Deney grubu		P değeri		
	(1)	Lazer (2)	Kontralateral (3)	1-2	1-3	2-3
Günlük hız	0.027 ± 0.001	0.033 ± 0.001	0.027 ± 0.001	< 0.001*	0.541	< 0.001*

*p < 0.05

Molar Devrilme ve Rotasyon Miktarlarına Ait Bulgular

T0-T4 zaman dilimi boyunca, maksiller birinci ve ikinci molar dişlerin devrilme miktarlarında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Maksiller birinci molarların devrilme miktarları, kontrol grubu için ortalama $1,40^\circ \pm 3,85^\circ$, deney grubu için ortalama $1,00^\circ \pm 1,00^\circ$ olmuştur. Maksiller ikinci molarların devrilme miktarları, kontrol grubu için ortalama $2,40^\circ \pm 3,21^\circ$, deney grubu için ortalama $2,30^\circ \pm 3,30^\circ$ olmuştur (Tablo 6).

T0-T4 zaman dilimi boyunca, maksiller birinci ve ikinci molar dişlerin rotasyon miktarları arasındaki değişimler Tablo 6 da verilmiştir. Buna göre; T0-T4 zaman dilimi boyunca, hem kontrol hem de deney grubu için maksiller birinci ve ikinci molar dişlerde meydana gelen rotasyon miktarlarında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 6.

Distalizasyon Öncesi Ve Sonrası 1. Ve 2. Molarların Devrilme Ve Rotasyon Miktarları

Ölçümler ve Gruplar	Diş	Distalizasyon öncesi (T0)	Distalizasyon sonrası (T4)	Fark	P değeri
		(Ortalama ± SS)	(Ortalama ± SS)	(Ortalama ± SS)	
Devrilme (°)					
Kontrol grubu	1. Molar-SN (°)	70,60 ± 5,94	69,20 ± 5,45	1,40 ± 3,85	0,461
	2. Molar-SN (°)	67,20 ± 4,87	64,80 ± 2,17	2,40 ± 3,21	0,170
Deney grubu	1. Molar -SN (°)	71,00 ± 4,74	70,00 ± 5,43	1,00 ± 1,00	0,089
	2. Molar -SN (°)	68,60 ± 5,40	66,30 ± 4,88	2,30 ± 3,30	0,055
Rotasyon (°)					
Kontrol grubu	Sol 1. Molar (°)	70,25 ± 4,91	68,18 ± 5,20	2,07 ± 8,06	0,438
	Sağ 1. Molar (°)	61,11 ± 5,16	57,90 ± 5,17	3,21 ± 8,24	0,249
	Sol 2. Molar (°)	68,80 ± 5,07	67,00 ± 2,92	1,80 ± 3,19	0,276
	Sağ 2. Molar (°)	68,40 ± 3,95	67,80 ± 4,16	0,60 ± 5,02	0,714
Lazer grubu	Sol 1. Molar (°)	70,00 ± 5,92	67,60 ± 2,30	2,40 ± 5,18	0,358
	Sağ 1. Molar (°)	70,20 ± 5,02	67,00 ± 6,78	3,20 ± 2,95	0,072
	Sol 2. Molar (°)	67,80 ± 4,49	66,60 ± 3,29	1,20 ± 2,68	0,374
	Sağ 2. Molar (°)	55,26 ± 6,06	54,64 ± 7,11	0,62 ± 9,66	0,844
Kontralateral grup	Sol 1. Molar (°)	70,40 ± 4,16	67,20 ± 2,28	3,20 ± 3,03	0,078
	Sağ 1. Molar (°)	68,30 ± 5,70	65,80 ± 5,22	2,50 ± 3,75	0,064
	Sol 2. Molar (°)	68,50 ± 3,98	67,60 ± 3,31	0,90 ± 1,97	0,182
	Sağ 2. Molar (°)	70,53 ± 4,24	69,47 ± 6,22	1,06 ± 4,27	0,454

*p < 0.05

SS, Standard sapma

Periodontal Ölçümlere Ait Bulgular

Maksiller ikinci premolar, birinci molar ve ikinci molarların tüm gruplar arası kıyaslanan plak indeksi, gingival indeks ve cep derinliği değerleri arasında bazı zaman noktalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p < 0.05$) tespit edilse de klinik açıdan değerlendirildiğinde bu fark anlamlı bulunmamıştır (Tablo 7-8).

Bu dişlerde, deneylerin başlangıcından sonuna kadar olan süreçte furkasyon defekti, dişeti çekilmesi, ataçman kaybı ve mobilite tespit edilmemiştir.

Tablo 7.

Periodontal İndeksler İçin Karışık Etki Modeli

	Sabit etki	Diş	Tip III kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P değeri
Plak indeksi	Tedavi	2. premolar	2.691	1.346	3.098	0.047*
		1. molar	6.311	3.156	7.714	0.001*
		2. molar	2.259	1.130	2.555	0.080
Gingival indeks	Tedavi	2. premolar	2.496	1.248	5.910	0.003*
		1. molar	2.857	1.428	5.706	0.004*
		2. molar	6.545	3.272	15.431	< 0.001*
Cep derinliği	Tedavi	2. premolar	0.301	0.151	0.614	0.542
		1. molar	0.820	0.410	1.218	0.298
		2. molar	1.247	0.624	2.147	0.120

* $p < 0.05$

Tablo 8.

T0, T1, T2, T3 Ve T4 Zamanlarındaki 2. Premolar, 1. Molar ve 2. Molar Periodontal İndeks Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Ölçümler	Diş	Zaman	Kontrol grubu (1)	Deney grubu		P değeri		
				Lazer (2)	Kontralateral (3)	1-2	1-3	2-3
Plak indeksi	2. premolar	T0	0.27 ± 0.48	1.03 ± 0.20	0.97 ± 0.33	< 0.001*	< 0.001*	0.462
		T1	0.35 ± 0.46	0.62 ± 0.34	0.70 ± 0.38	0.120	0.050	0.634
		T2	0.49 ± 0.91	0.82 ± 0.27	0.70 ± 0.29	0.280	0.487	0.398
		T3	0.70 ± 1.10	0.72 ± 0.39	0.60 ± 0.41	0.952	0.721	0.625
		T4	0.83 ± 1.09	0.77 ± 0.35	0.63 ± 0.25	0.806	0.442	0.417
	1. molar	T0	0.27 ± 0.48	1.03 ± 0.41	1.27 ± 0.20	< 0.001*	< 0.001*	0.182
		T1	0.42 ± 0.66	0.87 ± 0.38	0.72 ± 0.50	0.055	0.213	0.507
		T2	0.59 ± 0.88	0.92 ± 0.43	0.83 ± 0.35	0.283	0.415	0.614
		T3	0.84 ± 0.97	0.83 ± 0.33	0.95 ± 0.43	0.973	0.741	0.535
		T4	0.60 ± 0.89	0.80 ± 0.45	0.78 ± 0.44	0.528	0.564	0.940
	2. molar	T0	0.43 ± 0.77	1.02 ± 0.25	1.22 ± 0.35	0.005*	0.001*	0.265
		T1	0.40 ± 0.46	0.85 ± 0.20	0.73 ± 0.42	0.001*	0.067	0.414
		T2	0.68 ± 0.89	0.88 ± 0.44	1.02 ± 0.42	0.509	0.271	0.585
		T3	0.98 ± 1.00	0.82 ± 0.31	0.85 ± 0.36	0.523	0.623	0.849
T4		0.87 ± 1.01	0.72 ± 0.36	0.70 ± 0.23	0.558	0.490	0.912	
Gingival indeks	2. premolar	T0	0.68 ± 0.55	1.27 ± 0.46	1.13 ± 0.46	0.007*	0.034*	0.519
		T1	0.63 ± 0.49	0.92 ± 0.31	0.90 ± 0.49	0.096	0.157	0.941
		T2	0.36 ± 0.35	0.85 ± 0.36	0.82 ± 0.40	0.001*	0.003*	0.853
		T3	0.85 ± 0.65	0.62 ± 0.32	0.83 ± 0.25	0.202	0.921	0.191
		T4	0.64 ± 0.34	0.65 ± 0.25	0.57 ± 0.21	0.946	0.533	0.413
	1. molar	T0	0.80 ± 0.56	1.57 ± 0.53	1.33 ± 0.43	0.001*	0.014*	0.264
		T1	0.86 ± 0.52	1.10 ± 0.29	1.10 ± 0.40	0.113	0.210	0.999
		T2	0.66 ± 0.61	1.10 ± 0.38	0.87 ± 0.39	0.045*	0.333	0.187

		T3	1.00 ± 0.54	1.00 ± 0.34	0.92 ± 0.35	0.999	0.664	0.586
		T4	0.81 ± 0.54	0.75 ± 0.36	0.80 ± 0.33	0.762	0.965	0.745
	2. molar	T0	0.80 ± 0.41	1.42 ± 0.20	1.55 ± 0.44	< 0.001*	< 0.001*	0.498
		T1	0.55 ± 0.53	1.03 ± 0.29	1.02 ± 0.24	0.013*	0.003*	0.879
		T2	0.65 ± 0.34	0.93 ± 0.34	0.92 ± 0.48	0.042*	0.089	0.913
		T3	0.63 ± 0.63	0.83 ± 0.36	0.75 ± 0.27	0.362	0.487	0.544
		T4	0.56 ± 0.57	0.82 ± 0.30	0.73 ± 0.25	0.191	0.252	0.521
Cep derinliği	2. premolar	T0	1.62 ± 0.45	1.79 ± 0.33	1.82 ± 0.46	0.333	0.284	0.884
		T1	1.67 ± 0.40	1.73 ± 0.70	1.45 ± 0.52	0.786	0.215	0.438
		T2	1.64 ± 0.53	1.68 ± 0.77	1.57 ± 0.72	0.862	0.747	0.766
		T3	1.48 ± 0.22	1.50 ± 0.40	1.47 ± 0.64	0.904	0.937	0.903
		T4	1.56 ± 0.39	1.45 ± 0.51	1.32 ± 0.53	0.525	0.170	0.515
	1. molar	T0	1.58 ± 0.51	2.12 ± 0.59	1.78 ± 0.72	0.015*	0.367	0.308
		T1	1.68 ± 0.37	1.82 ± 0.42	1.63 ± 0.60	0.381	0.780	0.552
		T2	1.80 ± 0.35	1.78 ± 0.73	1.68 ± 0.92	0.920	0.688	0.807
		T3	1.88 ± 0.48	1.65 ± 0.65	1.53 ± 0.66	0.289	0.116	0.752
		T4	1.91 ± 0.48	1.38 ± 0.79	1.45 ± 0.69	0.076	0.041*	0.863
	2. molar	T0	1.48 ± 0.42	1.90 ± 0.77	1.70 ± 0.57	0.135	0.247	0.611
		T1	1.45 ± 0.39	1.53 ± 0.61	1.43 ± 0.61	0.651	0.928	0.785
		T2	1.43 ± 0.41	1.78 ± 0.59	1.63 ± 0.56	0.066	0.272	0.664
		T3	1.39 ± 0.24	1.57 ± 0.60	1.53 ± 0.72	0.394	0.558	0.925
		T4	1.46 ± 0.51	1.37 ± 0.76	1.47 ± 0.78	0.697	0.976	0.779

*p < 0.05

VAS Ölçümlerine Ait Bulgular

Ağrı VAS skorları, lazer grubunda, kontralateral gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0.05$) daha düşük bulunmuş olmasına karşın skorlar arasındaki fark sadece 21. günde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 10).

Ağrı VAS skorları, lazer grubunda, kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 10).

Ağrı VAS skorları, kontralateral grupta, kontrol grubuna kıyasla sadece 1. 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 10).

Ağrı düzeyi, tüm gruplarda, 3. günde en yüksek seviyeye ulaşmış sonrasında düşüş göstermiştir (Tablo 10).

Tablo 9.

VAS Skorları İçin Karışık Etki Modeli

Sabit etki	Tip III kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P değeri
Ağrı	76.285	38.143	26.248	< 0.001*

* $p < 0.05$

Tablo 10.

1., 3., 7., 14. Ve 21. Günlerdeki Ağrı VAS Skorlarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Zaman (Gün)		Kontrol grubu (1)	Deney grubu		P değeri		
			Lazer (2)	Kontralateral (3)	1-2	1-3	2-3
1.		3.60 ± 0.68	1.80 ± 0.63	2.70 ± 0.67	<0.001*	0.002*	0.029*
3.		4.55 ± 0.83	3.10 ± 0.88	4.40 ± 1.07	<0.001*	0.675	0.004*
7.		3.40 ± 0.75	1.90 ± 0.57	3.00 ± 0.82	<0.001*	0.193	0.001*
14.		2.50 ± 0.69	1.00 ± 0.67	1.90 ± 0.74	<0.001*	0.036*	0.004*
21.		1.90 ± 0.64	0.60 ± 0.52	1.00 ± 0.82	<0.001*	0.003*	0.104

* $p < 0.05$

BÖLÜM V

Tartışma

Bu bölümde, elde edilen bulgular literatürde yer alan araştırmalar çerçevesinde tartışılmıştır.

Güç analizinde minimum 24 molar diş kullanılmasının yeterli olacağı bulunmuştur. Bu sebeple çalışmamız her biri 10 molar diş içeren 3 gruptan ve toplamda 30 molar diş üzerinden yürütülmüştür. Bu sayede istatistiksel olarak kapsamlı bir değerlendirme yapılabilmektedir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında; Cruz vd. (22), da Silva Sousa vd. (26), Youssef vd. ve Üretürk vd. (30), Genc vd., Türker vd. ve Doshi-Mehta & Bhad-Patil (40) diş üzerinden çalışmalarını yürütmüşlerdir (Cruz vd., 2004; da Silva Sousa vd., 2011; Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Genc vd., 2013; Türker vd., 2021; Üretürk vd., 2017; Youssef vd., 2008).

Çalışmaya dahil edilme kriterlerinde bireylerin 16 yaşından büyük olmalarının nedeni; maksiller ikinci molarların tamamıyla sürmüş olması gerekliliği ve 16 yaşından küçük bireylerde daha büyük yaş grubundakilere (>16 yaş) kıyasla daha hızlı diş hareketi görüldüğünün rapor edilmiş olmasıdır (Dudic vd., 2013). Ortodontik tedavilerde, 18 yaş üstündeki bireyler erişkin kabul edilmektedir. Erişkin bireylerde kemik yapısında yer alan osteoklastların sayısının azaldığı, aktif apozisyon alanlarının küçüldüğü, bu nedenle ortodontik kuvvetlere karşı verilen doku cevabının değişerek diş hareketinde gecikmeler meydana geldiği bildirilmiştir (Bulut, 1994). Bu sebeple, diş hareketi hızının karşılaştırıldığı çalışmalarda, bireyler arasında yaş açısından homojenite sağlanması oldukça önemlidir. Çalışmamıza dahil edilen bireylerin tedavi başındaki ortalama yaşları 18.8 ± 1.8 olmuştur. Çalışmamızda yer alan bireylerin yaş ortalaması ve yaş dağılımı literatürdeki diğer çalışmalarla (Gün, 2004; Limpanichkul vd., 2006; Türker vd., 2021; Youssef vd., 2008) uyum içerisindedir.

Posterior bölgede diastema ve çapraşıklık mevcudiyeti, maksiller ikinci molarların eksikliği ve maksiller üçüncü molarların mevcut olması maksiller birinci molarların hareket hızını etkileyebileceğinden çalışmaya dahil edilmeme kriterleri olarak belirlenmiştir. Maksiller birinci ve ikinci molarları tamamen sürmüş olan bireyler çalışma kapsamına dahil edilmiştir.

Nienkemper vd. (2014), yetişkin ve genç bireylerde, tamamıyla sürmüş ikinci molarların neden olduğu yüksek direncin kompanse edilebilmesi için 5.0 N

distalizasyon kuvvetine ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda, tek taraf molar bölge için 500 g distalizasyon kuvveti uygulanmıştır.

Diş hareketi hızı oklüzal kuvvetlerden etkilenebileceğinden benzer maloklüzyon şiddetine sahip olan bireyler bu çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm bireyler, başlangıç ve kontrol randevularında herhangi engelleyici bir oklüzal temas varlığı durumuna karşı kontrol edilmiştir. Çalışma süresi boyunca herhangi bir oklüzal düzenlemeye gerek duyulmamıştır.

Hipo ve hiper-diverjan iskeletsel paterne sahip hastalar arasındaki farklı ısırma kuvvetlerinin, diş hareketi hızını etkileyebileceğini öne süren çalışmalar vardır (Pepicelli vd., 2005). Artmış dik yön değerlerine sahip sınıf II hastaların daha dar ve daha yüksek damak yapısına sahip olduğu, azalmış dik yön değerlerine sahip olan sınıf II hastaların ise daha geniş ve daha sığ damak yapısına sahip olduğu bildirilmiştir (Paoloni vd., 2017). Bu nedenle iskeletsel paternleri benzer olan normodiverjan bireyler çalışma kapsamına dahil edilmiştir.

Nikotinin ratlardaki ortodontik diş hareketi üzerine etkisinin incelendiği hayvan çalışmalarında, nikotinin alveoler kemik rezorpsiyonunu indüklediği bu sayede ortodontik diş hareketini hızlandırdığı rapor edilmiştir (Matoba vd., 2021; Sodagar vd., 2011). Bu sebeple sigara kullanan bireyler tedavi kapsamı dışında tutulmuştur.

NSAİİ'lerin, PG lerin salınımını baskılayarak hücre dışı kollajenin remodelasyon aktivitesini önemli ölçüde inhibe ettiği ve diş hareketi hızında azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir (Kehoe vd., 1996; Walker & Buring, 2001). Bu bağlamda çalışma süresince analjezik kullanımının gerekli olduğu durumlarda yalnızca asetaminofen (parasetamol) etken maddesine sahip ilaçları kullanmaları konusunda hastalar uyarılmıştır.

Periodontal hastalık, sistemik hastalık, kötü ağız hijyeni ve alveoler kemik kaybı gibi durumların diş hareketi hızını etkileyebileceği daha önceki yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Bartzela vd., 2009; Okamoto vd., 2009). Bu sebeple tedavi kapsamına alınan bireylerin seçiminde diş hareketi hızını etkileyebilecek herhangi sistemik rahatsızlık, alveoler kemik kaybı, kötü ağız hijyeni ve periodontal hastalığın olmamasına dikkat edilmiştir.

Dişi hayvanlar üzerinde yapılan bazı çalışmalarda, oestradiol seviyesinin diş hareketi hızını etkileyebileceği bildirilmiştir (Celebi vd., 2013; Haruyama vd., 2002). Buna rağmen, cinsiyet farklılıklarının, diş hareketi hızı üzerinde önemli bir etkisi

olmadığını bildiren çeşitli insan çalışmaları da mevcuttur (Alkebsi vd., 2018; Al-Naoum vd., 2014; Dudic vd., 2013). Ayrıca pek çok çalışmada cinsiyet ile kortikal kemik kalınlığı arasında bir ilişki olmadığı bildirilmiştir (Beck & Harris, 1994; Deguchi vd., 2006; Farnsworth vd., 2011; Harris & Baker, 1990; McFadden vd., 1989; Pan vd., 2014; Schwartz-Dabney vd., 2003). Bu sonuçlardan yola çıkarak cinsiyetin incelenen parametreler üzerinde klinik bir etkisi olmadığına karar verilmiş ve bireyler arasında cinsiyetle ilgili bir ayırım yapılmamıştır.

Diş hareketinin, bireylerin metabolik ve fizyolojik farklılıklarından doğruca etkilenmelerine bağlı olarak sonuçlar üzerindeki yanıtıcı etkisini elimine etmek amacıyla literatürde, lazerin diş hareketi hızı üzerine etkilerinin araştırıldığı insan çalışmalarında bölünmüş ağız dizaynı kullanılmıştır (Alikhani vd., 2013; Krishnan & Davidovitch, 2006; Limpanichkul vd., 2006; Sousa vd., 2011). Bu sebeple çalışmamız bölünmüş ağız dizaynı olarak tasarlanmıştır.

Ölçü materyalinde (aljinat/silikon) meydana gelebilecek deformasyonlardan kaynaklı alçı modeller üzerinde yapılabilecek hatalı ölçümleri elimine etmek amacıyla bireylerin direkt olarak ağız içi taranmıştır. Dijital ölçümler, dişlerin referans noktası olarak kullanıldığı önceki çalışmalardan farklı olarak, Gulduren vd. (2020)'nin çalışmasında olduğu gibi palatine yerleştirilen mini-vidalar referans alınarak yapılmıştır. Tüm mini-vidalar yüksek stabilite göstererek deney süresi boyunca stabil kalmıştır. Mini-vida çevresindeki dokularda minimal inflamasyon görülsede birkaç gün içerisinde iyileşme görülmüştür.

Literatürde, DDLT'nin, farklı dalga boylarında, enerji yoğunluğunda ve uygulama sıklığında kullanıldığı çalışmalar mevcut olmasına rağmen henüz optimum doz ve uygulama süresi belirlenebilmiş değildir.

Farklı dalga boylarında yapılan çalışmalar arasında; Cruz vd. (740 nm), Genc vd. (808 nm), Doshi-Mehta & Bhad-Patil (810 nm), Limpanichkul vd. (860 nm), Youssef vd. (809 nm), Türker vd. ve Usumez vd. (940 nm), Mistry vd. (808 nm), da Silva Sousa vd. (780 nm) ve Li-Fang Hsu (970 nm) dalga boyunda lazer kullanmışlardır (Cruz vd., 2004; da Silva Sousa vd., 2011; Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Genc vd., 2013; Li-Fang Hsu, 2018; Limpanichkul vd., 2006; Mistry vd., 2020; Türker vd., 2021; Usumez vd., 2014; Youssef vd., 2008). Usumez vd. (2014), 660 nm, 810 nm, 980 nm ve 1064 nm dalga boyuna sahip lazerlerin yara iyileşmesi üzerine etkilerini inceledikleri deneysel çalışmalarında, tüm dalga boylarında 8 J/cm² dozunda lazer uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda 980 nm dalga boyundaki diyet

ve 1064 nm dalga boyundaki Nd:YAG lazer kullanımının yara iyileşmesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız 980 nm'lik dalga boyuna sahip GaAlAs diyot lazerin, Usumez vd.'nin yara iyileşmesi üzerine elde ettikleri sonuçla benzer şekilde diş hareketi üzerinde de olumlu etkileri olabileceği düşünülmüştür. Bu dalga boyunda lazer kullanımı, lazer ışınının, hemoglobin ve su tarafından daha az absorbe edilmesini bu sayede dokulara olan penetrasyonunu artırarak lazerin biyostimülasyon etkisinin oluşmasını sağlamaktadır.

Farklı potansiyel güç kullanılarak yapılan çalışmalar arasında; Cruz vd., Genc vd. ve da Silva Sousa vd. (20 mW), Doshi-Mehta & Bhad-Patil, Limpanichkul vd. ve Youssef vd. (100 mW), Türker vd. (40 mW) potansiyel güçte lazer uygulamışlardır (Cruz vd., 2004; da Silva Sousa vd., 2011; Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Genc vd., 2013; Limpanichkul vd., 2006; Türker vd., 2021; Youssef vd., 2008). Long vd. (2015), 20 mW luk lazer kullanımının, 2 ve 3 aylık kullanımda diş hareketini hızlandırmada etkili olacağını bildirmişlerdir. Bu bağlamda Long vd.'nin bulguları göz önünde bulundurularak, çalışmamızda, literatürle uyumlu olarak 20 mW potansiyel güçte lazer kullanılmıştır.

Farklı enerji yoğunluğunda yapılan çalışmalar arasında; Cruz vd., Türker vd. ve da Silva Sousa vd. (5 J/cm²), Genc vd. (0.71 J/cm²), Doshi-Mehta & Bhad-Patil ve Limpanichkul vd. (25 J/cm²), Youssef vd. ve Usumez vd. (8 J/cm²) enerji yoğunluğunda lazer uygulamışlardır (Cruz vd., 2004; da Silva Sousa vd., 2011; Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Genc vd., 2013; Limpanichkul vd., 2006; Türker vd., 2021; Usumez vd., 2014; Youssef vd., 2008). Literatürde, lazerin enerji yoğunluğu üzerine yapılan çalışmalarda, genel olarak düşük enerji yoğunluklu lazer uygulamasının diş hareketi hızını artırmada daha etkili olduğu bildirilmektedir (Ge vd., 2015; Goulart vd., 2006; Imani vd., 2018). Bu bağlamda çalışmamızda, Genc vd. (2013)'nin çalışmasıyla uyumlu olarak 0.71 J/cm² yoğunlukta lazer kullanılmıştır. Bu yoğunlukta lazer kullanımı sayesinde lazer uygulanan bölgelere lazer ışınının daha homojen şekilde dağılması hedeflenmiştir.

Diş başına günlük alınan toplam enerji açısından literatürde yer alan çalışmalar arasında; Cruz vd., da Silva Sousa vd. ve Genc vd. (2 J), Doshi-Mehta & Bhad-Patil ve Youssef vd. (8 J), Limpanichkul vd. (18.4 J), Türker vd. (4 J) ve Mistry vd. (1.72 J) enerji uygulamıştır (Cruz vd., 2004; da Silva Sousa vd., 2011; Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Genc vd., 2013; Limpanichkul vd., 2006; Mistry vd., 2020; Türker vd., 2021; Usumez vd., 2014; Youssef vd., 2008). Sousa vd.

(2014)'nin yaptıkları sistematik derlemede, tek bir dişin ortodontik olarak hareketinin hızlandırılması için diş başına günlük alınan toplam enerjinin 2-8 J olması gerektiğini bildirilmişlerdir. Bu bulgular göz önünde bulundurularak çalışmamızda, her seansta molar diş başına günlük alınan toplam enerji 2 J olarak belirlenmiştir.

Literatürde, lazerin diş hareketi hızı üzerine etkisine yönelik yapılan çalışmalarda, lazerin uygulama sıklığı çoğu çalışmada benzer şekilde olmuştur. Işınlamalar; Limpanichkul vd. (ilk 3 gün), Youssef vd. ve da Silva Sousa vd. (0., 3., 7., 14. gün), Genc vd. (0., 3., 7., 14., 21., 28. gün), Doshi-Mehta & Bhad-Patil (0., 3., 7., 14. gün ve distalizasyon bitene kadar her 15 günde bir olacak şekilde) uygulanmıştır. Bu çalışmalarda, lazerin klinik etkilerinin ne kadar sürdüğünü değerlendirebilmek amacıyla deney süresi; Limpanichkul vd. ve da Silva Sousa vd. (3 ay), Youssef vd. (9 hafta), Genc vd. (35 gün) ve Doshi-Mehta & Bhad-Patil (4.5 ay) şeklinde olmuştur (Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Genc vd., 2013; Limpanichkul vd., 2006; Sousa vd., 2014; Youssef vd., 2008). Kawasaki ve Shimizu (2000), lazer uygulaması ile artan osteoklast sayısının 4. günde azalmaya başladığını rapor etmişlerdir. Sousa vd. (2014), tek bir dişin ortodontik olarak hareketinin hızlandırılması için ayda en az 3 ila 6 seans lazer uygulanmasının etkili olacağını bildirmişlerdir. Bu bağlamda, çalışmamızda, distalizasyon apareyinin ilk aktivasyonundan hemen sonraki 0., 3., 7., 14. ve 21. günlerinde lazer uygulaması yapılmıştır. Klinik açıdan uygulanması daha pratik olarak düşünülen 3 haftada bir lazer uygulamasının klinik etkilerini araştırmak için ilk 21 günden sonraki süreçte 3 haftada bir tekrarlanacak şekilde lazer uygulanmıştır. Böylelikle çalışma süresi boyunca toplamda 7 seans lazer uygulaması yapılmıştır. Ayrıca bu uygulamaların klinik etkinliğinin ne kadar sürdüğünü değerlendirebilmek amacıyla 3 haftada bir molar distalizasyon miktarları ölçülmüş ve toplamda 12 haftalık sürede ölçümler yapılmıştır.

Literatürde, DDLT'nin, diş hareketi hızı üzerindeki etkilerini deneysel ve klinik olarak inceleyen birçok çalışma yer almaktadır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar arasında, DDLT'nin, diş hareketini hızlandırdığını bildiren (Fujita vd., 2008; Kawasaki & Shimizu., 2000; Yamaguchi vd., 2007; Yoshida vd., 2009) ve hızlandırmadığını bildiren (Seifi vd., 2007) çalışmalar yer almaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalar arasında diş hareketini hızlandırdığını bildiren (da Silva Sousa vd., 2011; Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Genc vd., 2013; Türker vd.,

2021; Üretürk vd., 2017) ve hızlandırmadığını bildiren (Limpanichkul vd., 2006; Mistry vd., 2020) çalışmalar yer almaktadır. Kanin dişler üzerine yapılmış olan bazı çalışmalar (Cruz vd., 2004; Doshi-Mehta & Bhad-Patil., 2012; Türker vd., 2021; Üretürk vd., 2017; Youssef vd., 2008), DDLT'nin, diş hareketini klinik açıdan etkili bir şekilde hızlandırdığını bildirmiş olsa da maksiller molarların distalizasyonu uygulanan kuvvet ve mekanikler açısından farklı bir uygulamadır.

Çalışmamızın birincil amacı olarak, DDLT'nin, molar distalizasyon miktarı üzerine etkisinin araştırılması hedeflenmiştir. Çalışmamızda lazer uyguladığımız tarafta elde ettiğimiz 1.22 kat daha fazla diş hareketi miktarı, Kawasaki ve Shimizu (2000), Doshi-Mehta ve Bhad-Patil (2012) ve Yoshida vd. (2009) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçla (1.3 kat) benzerlik göstermektedir. Lazer grubundaki diş hareketi miktarındaki artışın, DDLT'nin, diş hareketini hızlandırıcı etkisinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. da Silva Sousa vd. (2011), çalışmamızda kullanılan ile aynı diş başına günlük alınan toplam enerji (2 J) ve potansiyel güçte (20 mW) lazer uyguladıkları çalışmanın 3 aylık takip süresi sonrasında, lazer uygulanmış tarafta ortalama 3.09 mm'lik, kontralateral tarafta ise ortalama 1.60 mm'lik diş hareketi olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlara bağlı olarak, lazer uygulanmış tarafta, kontralateral tarafa kıyasla 12 haftada 1.93 kat daha fazla diş hareketi meydana geldiği görülmektedir. Bu çalışmanın, 10.5-20.2 yaş aralığında 10 birey üzerinden yürütülmüş olması, yaptıkları çalışmanın kısıtlılığı olarak düşünülmektedir. Literatüre baktığımızda, bu denek sayısının elde edilen sonuçların verimliliği açısından yetersiz kalmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca 16 yaş altındaki bireylerde daha hızlı diş hareketi görüldüğü daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Dudic vd., 2013). Bir diğer kısıtlılık, diş hareketi hızı ölçümü için maksiller ve mandibular kaninlerin ölçülmüş olmasıdır. Her iki çene kemiği arasındaki kemik yoğunluğu ve kemik metabolizmasının farklı olmasının, çalışma sonuçlarının güvenilirliğini etkileyebileceği düşünülmektedir (Deguchi vd., 2008). Genc vd. (2013), çalışmamızda kullanılan ile aynı diş başına günlük alınan toplam enerji (2 J) ve enerji yoğunluğunda (0.71 cm²) lazer uyguladıkları çalışmanın 4.5 aylık takip süresi sonrasında, lazer uygulanan grupta, kontrol grubuna kıyasla % 20-40 oranında daha fazla diş hareketi olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmamızda bu değer ortalama % 18 olarak hesaplanmıştır. Genc vd. (2013)'nin çalışmasında, diş hareketi miktarı ölçümü, lateral distalizasyonu sırasında santral dişlerin distal kenarıyla lateral dişlerin mezial kenarı arasındaki mesafenin doğrudan ağız içerisinde

dijital kumpas ile ölçülmesiyle elde edilmiştir ancak, lateral distalizasyonu sırasında santral kesici dişlerin de hareket etmiş olma ihtimali çalışma sonuçlarının güvenilirliğini etkilemektedir. Doshi-Mehta ve Bhad-Patil (2012), lazer uygulanan kanin dişlerin ayda ortalama 1.46 mm distal yönde hareket ettiklerini ve kontrol grubuna kıyasla bu hareketin oldukça hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, lazer uygulanan tarafta aylık ortalama diş hareketi 1.02 mm olmuştur. Bu çalışmada, diş hareketi hızı ölçümü için maksiller ve mandibular kaninlerin ölçülmüş olması, yaptıkları çalışmanın kısıtlılığı olarak görülmektedir. Buna ek olarak, kanin distalizasyonu, molar dişe asılan kapalı yay kullanılarak yapılmıştır. Molar dişin ankrajını artırmak için Nance apareyi kullanılmış olsa da molar dişin ankraj kaybederek meziale hareketi söz konusu olabilir. Bu nedenle, kanin distalizasyon miktarının net olarak belirlenmesinin mümkün olmayacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızda, kontralateral gruptan ayrı olarak bağımsız bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Bu sayede, lazer uygulamasının, kontralateral taraftaki diş hareketi üzerine de etkisinin olup olmadığının bağımsız kontrol grubuyla karşılaştırılarak araştırılması hedeflenmiştir. Literatürde, lazerin kontralateral taraf üzerindeki etkisini, bağımsız kontrol grubuyla karşılaştıran bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. da Silva Sousa vd. (2011), kanin distalizasyonu sırasında, lazer uygulanan taraf ile kontralateral taraf arasında diş hareketi miktarı açısından başlangıç ve final zaman aralığında (T4-T1) istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulmasına rağmen ara seanslarda [(T2-T1) (T3-T2) ve (T4-T3)] bu farkın zaman ilerledikçe azaldığını rapor etmişlerdir. Bunun sebebi olarak da, lazerin, lazer uygulanmamış kontralateral taraf üzerinde de etkili olarak diş hareketini hızlandırdığını bildirmişlerdir. Bu sonuçların aksine, çalışmamızda, lazer grubu ile kontralateral grubu arasında ara seanslarda [(T1-T0) (T2-T1) (T3-T2) ve (T4-T3)] ölçülen diş hareketi miktarı farkı azalmamış hemen hemen aynı kalmıştır (Tablo 4). Buna ek olarak, kontralateral grup ile kontrol grubu arasında, tüm zaman dilimlerinde ölçülen diş hareketi miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4). Elde ettiğimiz bu bulgu, DDLT'nin, kontralateral tarafı etkilememiş olduğunu göstermektedir. da Silva Sousa vd. (2011), 3 aylık çalışma süresi boyunca ayda 3 seans toplamda 9 seans lazer uygulamalarına karşın, çalışmamızda, 12 haftalık süre boyunca ilk 21 gün 5 seans, sonraki her 21 günde bir 1 seans olacak şekilde toplamda 7 seans lazer uygulanmıştır. Bu uygulama sıklığına bağlı olarak, çalışma süresi boyunca kanin diş başına toplamda 18 J enerji uygulanırken, çalışmamızda bu miktar molar diş başına

toplamda 14 J olmuştur. Bu sonuçlara bağlı olarak, çalışmamızda tercih ettiğimiz uygulama sıklığı ve enerji dozunun kontralateral taraftaki molar dişin hareketini hızlandıracak düzeyde olmadığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın ikincil amacı olarak, birinci ve ikinci molar dişlerinde meydana gelen rotasyon ve devrilme miktarları hesaplanmıştır. Uygulama sırasında distalizasyon kuvveti, paralel diş hareketi elde edilebilmesi açısından maksiller birinci molarların direnç merkezinden uygulanmıştır. Bu nedenle, maksiller birinci molarlarda devrilme miktarı ortalama 1.40° olarak gerçekleşmiştir. Literatürdeki diğer molar distalizasyonu çalışmalarında bu değer ortalama $3.1^\circ - 11.3^\circ$ arasında olmuştur (Bolla vd., 2002; Escobar vd., 2007; Kircelli vd., 2006). Beneslider apareyinin distal yöndeki kuvvetinin palatinalden uygulanması nedeniyle birinci molar dişlerde distal yönde rotasyon görülmesi beklenen bir durumdur. Buna bağlı olarak, maksiller sağ ve sol birinci molarlarda distal rotasyon miktarı, sırasıyla ortalama $3,21^\circ$ ve $3,20^\circ$ olarak gerçekleşmiştir. Literatürdeki diğer çalışmalarda bu değer ortalama $2.40^\circ - 8.35^\circ$ arasında olmuştur (Gulati vd., 1998; Kinzinger vd., 2009; Kircelli vd., 2006).

Çalışmamızın üçüncül amacı olarak, deney süresince yapılan uygulamaların periodontal dokular üzerine etkilerini araştırmak için maksiller posterior dişler üzerinde periodontal ölçümler yapılmıştır. Domínguez vd. (2015), çalışmalarında, lazer grubu ve kontrol grubu arasında periodontal parametreler açısından klinik ve istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulmadıklarını rapor etmişlerdir. Cruz vd. (2004), DDLT'nin, periodontal sağlık açısından kullanımının güvenli olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, tüm grupların plak indeksi, gingival indeks ve cep derinliği skorları arasında bazı zaman noktalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p < 0.05$) tespit edilse de klinik açıdan değerlendirildiğinde bu fark anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca, hiçbir grupta dişeti çekilmesi, ataçman kaybı, furkasyon defekti veya mobilite tespit edilmemiştir.

Çalışmamızın dördüncül amacı olarak, DDLT'nin, bireylerin yaşam kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Buna bağlı olarak ağrı şiddeti, gönüllülük ve tavsiye üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda ağrı skorları, lazer grubunda, kontralateral ve kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 10). Lazer grubundaki düşük ağrı skorlarınının, DDLT'nin, analjezik etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen bulgular literatürdeki diğer çalışmalarla

benzer şekilde olmuştur (Domínguez vd., 2015; Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012; Martins vd., 2019). Youssef vd. (2008), lazer uygulanmış gruptaki ağrı VAS skorlarının, kontralateral grubuna kıyasla anlamlı olarak daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca ağrının, ortodontik kuvvet uygulanmasıyla birlikte ilk birkaç saat ya da birkaç gün içerisinde şiddetlendiğini ve 7 gün sonrasında normal seviyelere döndüğünü bildirmişlerdir. Bu sonuçlara benzer şekilde, çalışmamızda, tüm gruplar için 3. günde ölçülen ağrı VAS skorları diğer günlere kıyasla daha yüksek bulunmuş ve skorlar 7. günde ve sonrasında kademeli olarak düşüş göstermiştir (Tablo 10).

Deney grubunda yer alan bireylerin tümü, gerekli olması halinde lazer prosedürünün tekrarlanmasına gönüllü olup olmadıkları ve başkalarına da bu işlemi tavsiye edip etmeyecekleri konusunda olumlu cevap vermişlerdir. Bu sonuçların, DDLT'nin non-invaziv doğasına bağlı olarak elde edildiği düşünülmektedir. Elde edilen bulgular literatürdeki diğer çalışmalarla benzer şekilde olmuştur (Cruz vd., 2004; Ge vd., 2015)

BÖLÜM VI

Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde araştırmanın amaç ve alt amaçları doğrultusunda ulaşılan sonuçlara ve bu sonuçlardan yola çıkarak geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

Sonuç

DDL T'nin diş hareketini hızlandırma üzerine etkisi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olsa da klinik açıdan değerlendirildiğinde bu etki anlamlı bulunmamıştır.

DDL T için tercih edilen parametreler, molar distalizasyonunun klinik açıdan belirgin şekilde hızlandırılması için yetersiz kalmıştır.

DDL T için tercih edilen parametreler, kontralateral taraftaki molar distalizasyonunu etkilememiştir.

DDL T, periodontal sağlığı olumsuz yönde etkilememiştir.

DDL T, ağrı şikayetinin giderilmesinde etkili olmuştur.

Kısıtlılıklar

Bu çalışmada elde edilen sonuçların dikkatlice değerlendirilmesi gereken kısıtlılıkları vardır.

1. Bu tez çalışmasında, DDL T'nin, maksiller molar distalizasyon miktarı üzerine etkileri tek bir merkezde, 12 haftalık gözlem süresince, 20 birey üzerinden araştırılmıştır.
2. İskeletsel ankraj olarak kullanılan mini-vidalar maruz kaldıkları kuvvetlere karşı kemik içerisinde yer değiştirmiş olabilirler. Bu nedenle, her ne kadar da diğer metodlara kıyasla daha güvenilir olsa da, diş hareket ölçümü için referans olarak kullanılması şüphelidir.
3. İnflamatuar belirteçlerin aktivitesi araştırılmamıştır.
4. VAS skorlamaları, gözlemimiz dışında yapılmıştır. Bu skorlamaların, belirtilen günlerde yapılmamış olma ihtimali vardır.
5. Lazer uygulaması sırasında hastalarda ve operatörde körleme yapılmamıştır. Bireylerde körleme yapılmaması VAS skorlamaları ve diş hareketi miktarı sonuçlarını etkileyebilir. Körleme, ölçüm aşamasında verilerin kodlanmasıyla yapılmış ve oluşabilecek yanlışlık riskinin azaltılması hedeflenmiştir.

Öneriler

Genelleştirilebilirlik için farklı dentoalveolar bölgeler ve farklı ortodontik diş hareketleri üzerinde, DDLT etkisinin daha uzun takip süresiyle araştırıldığı, daha çok denek sayısına sahip, çok merkezli, randomize kontrollü klinik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Kaynakça

- Alfawal, A. M. H., Hajeer, M. Y., Ajaj, M. A., Hamadah, O., & Brad, B. (2016). Effectiveness of minimally invasive surgical procedures in the acceleration of tooth movement: a systematic review and meta-analysis. *Progress in Orthodontics*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-016-0146-9>
- Aihara, N., Yamaguchi, M., & Kasai, K. (2006). Low-energy irradiation stimulates formation of osteoclast-like cells via RANK expression in vitro. *Lasers in Medical Science*, 21(1), 24–33. <https://doi.org/10.1007/s10103-005-0368-4>
- Akın, E., Gurton, A. Umit., & Ölmez, H. (2004). Effects of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(5), 608–614. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.08.032>
- Akkaya, O. (2019). *Çekimli ve Çekimsiz Tedavi Edilen Angle Sınıf II Vakaların Icon İndeksi ve Sefalometrik Analiz ile Değerlendirilmesi. (Doctoral dissertation Doktora tezi)*. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Aksakalli, S., Calik, B., Kara, B., & Ezirganli, S. (2015). Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 86(1), 59–65. <https://doi.org/10.2319/012215-49.1>
- Alaçam, F. A. (2003). *Begg intraoral distalizasyon sisteminin dentofasiyal yapılar üzerine olan etkilerinin incelenmesi. (Doctoral dissertation Doktora tezi)*. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Alikhani, M., Raptis, M., Zoldan, B., Sangsuwon, C., Lee, Y. B., Alyami, B., Corpodan, C., Barrera, L. M., Alansari, S., Khoo, E., & Teixeira, C. (2013). Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(5), 639–648. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.06.017>
- Alkebsi, A., Al-Maaitah, E., Al-Shorman, H., & Abu Alhaija, E. (2018). Three-dimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with Class II malocclusion: A randomized controlled clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(6), 771–785. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.11.026>

- Al-Naoum, F., Hajeer, M. Y., & Al-Jundi, A. (2014). Does Alveolar Corticotomy Accelerate Orthodontic Tooth Movement When Retracting Upper Canines? A Split-Mouth Design Randomized Controlled Trial. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(10), 1880–1889.
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2014.05.003>
- AlSayed Hasan, M. M. A., Sultan, K., & Hamadah, O. (2016). Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. *The Angle Orthodontist*, 87(4), 499–504.
<https://doi.org/10.2319/062716-503.1>
- AlSayed Hasan, M. M. A., Sultan, K., & Hamadah, O. (2018). Evaluating low-level laser therapy effect on reducing orthodontic pain using two laser energy values: a split-mouth randomized placebo-controlled trial. *European Journal of Orthodontics*, 40(1), 23–28. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx013>
- Altan, A. B. (2015). Ortodontide Lazer Uygulamaları. *Turkiye Klinikleri Orthodontics - Special Topics*, 1(1), 42–49.
<https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-ortodontide-lazer-uygulamalari-71868.html>
- Altan, B. A., Sokucu, O., Ozkut, M. M., & Inan, S. (2012). Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. *Lasers in Medical Science*, 27(1), 131–140.
<https://doi.org/10.1007/s10103-010-0853-2>
- Aras M.H, & Güngörmüş M. (2008). Düşük Seviyeli Lazer Terapisi, *Türk Dişhekimliği Dergisi*, 72, 98-101.
- Arman A, Gökçelik A. Ağız içi molar distalizasyon yöntemleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2005; 8(1): 48-55.
- Arqub, S. A., Gandhi, V., Iverson, M. G., Ahmed, M., Kuo, C.-L., Mu, J., Dutra, E., & Uribe, F. (2021). The effect of the local administration of biological substances on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review of human studies. *Progress in Orthodontics*, 22(1).
<https://doi.org/10.1186/s40510-021-00349-5>
- Ashcraft, M. B., Southard, K. A., & Tolley, E. A. (1992). The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 102(4), 310–319. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(92\)70046-d](https://doi.org/10.1016/0889-5406(92)70046-d)

- Atalı, E. (2007). Lazer Nedir?. *Dentiss*, 1(2), 22-25.
- Bartzela, T., Türp, J. C., Motschall, E., & Maltha, J. C. (2009). Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(1), 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.08.016>
- Beck, B. W., & Harris, E. F. (1994). Apical root resorption in orthodontically treated subjects: Analysis of edgewise and light wire mechanics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 105(4), 350–361. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(94\)70129-6](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(94)70129-6)
- Bensadoun, R. J., Franquin, J. C., Ciais, G., Darcourt, V., Schubert, M. M., Viot, M., Dejou, J., Tardieu, C., Benezery, K., Nguyen, T. D., Laudoyer, Y., Dassonville, O., Poissonnet, G., Vallicioni, J., Thyss, A., Hamdi, M., Chauvel, P., & Demard, F. (1999). Low-energy He/Ne laser in the prevention of radiation-induced mucositis. *Supportive Care in Cancer*, 7(4), 244. <https://doi.org/10.1007/s005200050256>
- Bishara, S. E. (2001). *Textbook of orthodontics*. W B Saunders.
- Bishara, S. E., Cummins, D. M., & Jakobsen, J. R. (1995). The morphologic basis for the extraction decision in Class II, Division 1 malocclusions: A comparative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(2), 129–135. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70127-3](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70127-3)
- Blechman, A. M., & Smiley, H. (1978). Magnetic force in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*, 74(4), 435–443. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(78\)90066-0](https://doi.org/10.1016/0002-9416(78)90066-0)
- Bolat, E. (2019). *Micro-osteoperforations*. In *Current Approaches in Orthodontics*. IntechOpen.
- Bolla, E., Muratore, F., Carano, A., & Bowman, S. J. (2002). Evaluation of maxillary molar distalization with the distal jet: a comparison with other contemporary methods. *The Angle Orthodontist*, 72(5), 481–494. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2002\)072<0481:EOMMDW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2002)072<0481:EOMMDW>2.0.CO;2)
- Boulton M. & Marshall J. (1986). He-Ne Laser Stimulation of Human Fibroblast Proliferation and Attachment in vitro, *Lasers Life Sci.*, 1, 125-134.
- Boyraz, İ., & Yıldız, A. (2016). Lazer Çeşitleri ve yüksek yoğunluklu lazer kullanımı. *Journal of Contemporary Medicine*, 6(0). <https://doi.org/10.16899/ctd.55797>

- Brennan, P. A., Thomas, G. J., & Langdon, J. D. (2003). The role of nitric oxide in oral diseases. *Archives of Oral Biology*, 48(2), 93–100.
[https://doi.org/10.1016/s0003-9969\(02\)00183-8](https://doi.org/10.1016/s0003-9969(02)00183-8)
- Brooks, P. J., Heckler, A. F., Wei, K., & Gong, S.-G. (2011). M-CSF accelerates orthodontic tooth movement by targeting preosteoclasts in mice. *The Angle Orthodontist*, 81(2), 277–283. <https://doi.org/10.2319/051210-258.1>
- Brudvik, P., & Rygh, P. (1994). Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. *European Journal of Orthodontics*, 16(4), 265–273. <https://doi.org/10.1093/ejo/16.4.265>
- Bulut, H. E. (1994). *Erişkinlerde Ortodonti. (Doctoral dissertation Doktora tezi)*. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Buschang, P. H., Campbell, P. M., & Ruso, S. (2012). Accelerating Tooth Movement With Corticotomies: Is It Possible and Desirable? *Seminars in Orthodontics*, 18(4), 286–294. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2012.06.007>
- Bussick, T. J., & McNamara, J. A. (2000). Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117(3), 333–343.
[https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(00\)70238-1](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(00)70238-1)
- Carano, A., & Testa, M. (1996). The distal jet for upper molar distalization. *Journal of clinical orthodontics : JCO*, 30(7), 374–380.
- Carano, A., Velo, S., Incorvati, C., & Poggio, P. (2004). Clinical applications of the Mini-Screw-Anchorage-System (M.A.S.) in the maxillary alveolar bone. *Progress in Orthodontics*, 5(2), 212–235.
<https://europepmc.org/article/med/15546013>
- Celebi, A. A., Demirer, S., Catalbas, B., & Arikan, S. (2013). Effect of ovarian activity on orthodontic tooth movement and gingival crevicular fluid levels of interleukin-1 β and prostaglandin E2 in cats. *The Angle Orthodontist*, 83(1), 70–75. <https://doi.org/10.2319/012912-78.1>
- Cernavin, I., Pugatschew, A., de Boer, N., & Tyas, M. J. (1994). Laser applications in dentistry: a review of the literature. *Australian dental journal*, 39(1), 28–32. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1994.tb05543.x>
- Chiu, P. P., McNamara, J. A., & Franchi, L. (2005). A comparison of two intraoral molar distalization appliances: Distal jet versus pendulum. *American Journal*

- of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(3), 353–365.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.04.031>
- Cleall, J. F., & BeGole, E. A. (1982). Diagnosis and treatment of class II division 2 malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 52(1), 38–60.
[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1982\)052<0038:DATOCI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1982)052<0038:DATOCI>2.0.CO;2)
- Coben, S. E. (1966). Growth and class II treatment. *American Journal of Orthodontics*, 52(1), 5–26. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(66\)90093-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(66)90093-5)
- Collins, M. K., & Sinclair, P. M. (1988). The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 94(4), 278–284. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(88\)90052-2](https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90052-2)
- Coluzzi, D. J. (2000). An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dental Clinics of North America*, 44(4), 753–765. [https://doi.org/10.1016/s0011-8532\(22\)01318-0](https://doi.org/10.1016/s0011-8532(22)01318-0)
- Cozzani, M., Pasini, M., Zallio, F., Ritucci, R., Mutinelli, S., Mazzotta, L., Giuca, M. R., & Piras, V. (2014). Comparison of maxillary molar distalization with an implant-supported distal jet and a traditional tooth-supported distal jet appliance. *International Journal of Dentistry*, 2014, 937059.
<https://doi.org/10.1155/2014/937059>
- Cruz, D. R., Kohara, E. K., Ribeiro, M. S., & Wetter, N. U. (2004). Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 35(2), 117–120.
<https://doi.org/10.1002/lsm.20076>
- D'Attilio, M., Di Maio, F., D'Arcangela, C., Filippi, M. R., Felaco, M., Lohinai, Z., Festa, F., & Perinetti, G. (2004). Gingival endothelial and inducible nitric oxide synthase levels during orthodontic treatment: a cross-sectional study. *The Angle Orthodontist*, 74(6), 851–858. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2004\)074<0851:GEAINO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2004)074<0851:GEAINO>2.0.CO;2)
- da Silva Sousa, M. V., Scanavini, M. A., Sannomiya, E. K., Velasco, L. G., & Angelieri, F. (2011). Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. *Photomedicine and Laser Surgery*, 29(3), 191–196.
<https://doi.org/10.1089/pho.2009.2652>
- Darendeliler, M. A., Darendeliler, H., & Uner, O. (1997). The drum spring (DS) retractor: constant and continuous force for canine retraction. *European*

Journal of Orthodontics, 19(2), 115–130.

<https://doi.org/10.1093/ejo/19.2.115>

- Darendeliler, M. A., Sinclair, P. M., & Kusy, R. P. (1995). The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(6), 578–588. <https://doi.org/10.1001/jama.1982.03320300027017>
- Davidovich, Z., Finkelson, M., Steigman, S., Shanfeld, J., Montgomery, P., & Korostoff, E. (1980). Electric currents, bone remodeling and orthodontic tooth movement I. The effects of electric current on periodontal cyclic nucleotides. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 77(1), 14–32.
- Davidovitch, Z., Nicolay, O. F., Ngan, P. W., & Shanfeld, J. L. (1988). Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dental Clinics of North America*, 32(3), 411–435. [https://doi.org/10.1016/s0011-8532\(22\)00320-2](https://doi.org/10.1016/s0011-8532(22)00320-2)
- Davidovitch, Zeev. (1991). Tooth movement. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine: An Official Publication of the American Association of Oral Biologists*, 2(4), 411–450. <https://doi.org/10.1177/10454411910020040101>
- De Nguyen, T., & Turcotte, J. Y. (1994). Lasers in dentistry and in oral and maxillofacial surgery. *Journal (Canadian Dental Association)*, 60(3), 227–228, 231–236.
- Deana, N. F., Zaror, C., Sandoval, P., & Alves, N. (2017). Effectiveness of low-level laser therapy in reducing orthodontic pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal de La Societe Canadienne Pour Le Traitement de La Douleur [Pain Research & Management]*, 2017, 1–18. <https://doi.org/10.1155/2017/8560652>
- Deguchi, T., Nasu, M., Murakami, K., Yabuuchi, T., Kamioka, H., & Takano-Yamamoto, T. (2006). Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(6), 721.e7-12. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.02.026>
- Deguchi, T., Takano-Yamamoto, T., Yabuuchi, T., Ando, R., Roberts, W. E., & Garetto, L. P. (2008). Histomorphometric evaluation of alveolar bone turnover between the maxilla and the mandible during experimental tooth

- movement in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(6), 889–897. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.12.013>
- Dibart, S., Sebaoun, J. D., & Surmenian, J. (2009). Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 30(6), 342–344, 346, 348–350.
- Domínguez, A., Gómez, C., & Palma, J. C. (2015). Effects of low-level laser therapy on orthodontics: rate of tooth movement, pain, and release of RANKL and OPG in GCF. *Lasers in Medical Science*, 30(2), 915–923. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1508-x>
- Doshi-Mehta, G., & Bhad-Patil, W. A. (2012). Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(3), 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.09.009>
- Dubey, I., Khera, A., & Raghav, P. (2021). Role of vibrations in orthodontics. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 7(2), 70–73. <https://doi.org/10.22271/oral.2021.v7.i2b.1190>
- Ducy, P., Despois, C., Boyce, B., Pinero, G., Story, B., Dunstan, C., Smith, E., & Bonadio, J. (1996). Increased bone formation in osteocalcin deficient mice. *Nature of Science*, 382, 448–452.
- Dudic, A., Giannopoulou, C., & Kiliaridis, S. (2013). Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143(5), 616–621. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.12.009>
- Ekizer, A., Türker, G., Uysal, T., Güray, E., & Taşdemir, Z. (2016). Light emitting diode mediated photobiomodulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial: PHOTOBIMODULATION ASSISTS ORTHODONTIC TREATMENT. *Lasers in Surgery and Medicine*, 48(10), 936–943. <https://doi.org/10.1002/lsm.22516>
- Erverdi, N., Koyutürk, O., & Küçükkeles, N. (1997). Nickel-titanium coil springs and repelling magnets: a comparison of two different intra-oral molar distalization techniques. *British Journal of Orthodontics*, 24(1), 47–53. <https://doi.org/10.1093/ortho/24.1.47>

- Escobar, S. A., Tellez, P. A., Moncada, C. A., Villegas, C. A., Latorre, C. M., & Oberti, G. (2007). Distalization of maxillary molars with the bone-supported pendulum: a clinical study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *131*(4), 545–549.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.08.012>
- Euler, V. (1934). Contributions to the Understanding of the Pharmacologic Effect of Secretions and Extracts from Secondary Male Sex Glands. Naunym-Schmeideberg's. *Archiv Fur Experimental Pathologie Und Pharmakologie*, *175*(4), 78–84.
- Farnsworth, D., Rossouw, P. E., Ceen, R. F., & Buschang, P. H. (2011). Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *139*(4), 495–503.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.03.057>
- Friedrichsdorf, S. P., Chavez, V. E. A., Bradaschia-Correa, V., Cattaneo, P. M., & Dominguez, G. C. (2019). Infrared light-emitting diode (LED) effects on orthodontic tooth movement. *Brazilian Dental Journal*, *30*(4), 410–416.
<https://doi.org/10.1590/0103-6440201902416>
- Frost, H. M. (1983). The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hospital Medical Journal*, *31*(1), 3–9.
- Frost, H. M. (1994). Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *The Angle Orthodontist*, *64*(3), 175–188.
[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1994\)064<0175:WLABSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1994)064<0175:WLABSA>2.0.CO;2)
- Fudalej, P., & Antoszewska, J. (2011). Are orthodontic distalizers reinforced with the temporary skeletal anchorage devices effective? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *139*(6), 722–729.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.01.019>
- Fujita, S., Yamaguchi, M., Utsunomiya, T., Yamamoto, H., & Kasai, K. (2008). Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthodontics & Craniofacial Research*, *11*(3), 143–155. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2008.00423.x>
- Fuller, K., Kirstein, B., & Chambers, T. J. (2006). Murine osteoclast formation and function: differential regulation by humoral agents. *Endocrinology*, *147*(4), 1979–1985. <https://doi.org/10.1210/en.2005-1340>

- Fuller, T. A. (1997). *Physical considerations of Surgical Lasers*. Clayman, L. Ve Kuo, P. *Lasers in maxillofacial surgery and dentistry*. (s. 1-11). Thieme Medical Publishers Incorporation.
- Gay, C. V., & Weber, J. A. (2000). Regulation of differentiated osteoclasts. *Critical Reviews in Eukaryotic Gene Expression*, 10(3-4), 213-230.
<https://doi.org/10.1615/critreveukargeneexpr.v10.i3-4.10>
- Gazivekili, C. (2007). *Mandibular retrognatiye bağlı sınıf II olgularda iskeletsel ankraj desteği ile birlikte kullanılan Jasper Jumper apareyinin etkilerinin sefalometrik incelemesi*. (Doctoral dissertation Doktora tezi). Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Ge, M. K., He, W. L., Chen, J., Wen, C., Yin, X., Hu, Z. A., Liu, Z. P., & Zou, S. J. (2015). Efficacy of low-level laser therapy for accelerating tooth movement during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Lasers in Medical Science*, 30(5), 1609-1618. <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1538-z>
- Genc, G., Kocadereli, I., Tasar, F., Kilinc, K., El, S., & Sarkarati, B. (2013). Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers in Medical Science*, 28(1), 41-47. <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1059-6>
- Ghosh, J., & Nanda, R. S. (1996). Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110(6), 639-646. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(96\)80041-2](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(96)80041-2)
- Gianelly, A. A., & Schnur, R. M. (1969). The use of parathyroid hormone to assist orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*, 55(3), 305. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(69\)90114-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(69)90114-6)
- Gianelly, A. A., Bednar, J., & Dietz, V. S. (1991). Japanese NiTi coils used to move molars distally. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 99(6), 564-566. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)81633-6](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81633-6)
- Gil, A. P. S., Haas, O. L., Jr, Méndez-Manjón, I., Masiá-Gridilla, J., Valls-Ontañón, A., Hernández-Alfaro, F., & Guijarro-Martínez, R. (2018). Alveolar corticotomies for accelerated orthodontics: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 46(3), 438-445. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.12.030>

- Gilrsoy, N. (1988). *Ortodontinin Biyolojik Temelleri*, Doyuran Matbaası, İstanbul.
- Glinkowski, W., & Pokora, L. (2001). *Lasers In Theraphy*. Quintessence Publishing Co.
- Gökner Y. (2007). Diş Hekimliğinde Lazer Uygulamaları, *Dentist*, 1(2), 28-32.
- Goldie, R. S., & King, G. J. (1984). Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *American Journal of Orthodontics*, 85(5), 424–430. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90163-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90163-5)
- Goulart, C. S., Nouer, P. R. A., Mouramartins, L., Garbin, I. U., & de Fátima Zanirato Lizarelli, R. (2006). Photoradiation and orthodontic movement: experimental study with canines. *Photomedicine and Laser Surgery*, 24(2), 192–196. <https://doi.org/10.1089/pho.2006.24.192>
- Gross, A. J., & Herrmann, T. R. W. (2007). History of lasers. *World Journal of Urology*, 25(3), 217–220. <https://doi.org/10.1007/s00345-007-0173-8>
- Gulati, S., Kharbanda, O. P., & Parkash, H. (1998). Dental and skeletal changes after intraoral molar distalization with sectional jig assembly. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114(3), 319–327. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(98\)70215-x](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(98)70215-x)
- Gulduren, K., Tumer, H., & Oz, U. (2020). Effects of micro-osteoperforations on intraoral miniscrew anchored maxillary molar distalization : A randomized clinical trial: A randomized clinical trial. *Fortschritte Der Kieferorthopadie [Journal of Orofacial Orthopedics]*, 81(2), 126–141. <https://doi.org/10.1007/s00056-019-00207-4>
- Gün, I. O. (2014). *Piezoinsizyon 'Un Ortodontik Kanin Distalizasyonu Hızına Olan Etkisinin İncelenmesi. (Doctoral dissertation Doktora tezi)*. Marmara Üniversitesi.
- Güngörmüş, M., & Ömezli, M. M. (2007). Diş hekimliğinde lazer kullanımı sırasında oluşabilecek zararlar ve alınacak önlemler. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.*
- Harell, A., Dekel, S., & Binderman, I. (1976). Biochemical effect of mechanical stress on cultured bone cells. *Calcified Tissue Research*, 22(S1), 202–207. <https://doi.org/10.1007/bf02064065>

- Harris, E. F., & Baker, W. C. (1990). Loss of root length and crestal bone height before and during treatment in adolescent and adult orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 98(5), 463–469. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(05\)81656-7](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(05)81656-7)
- Haruyama, N., Igarashi, K., Saeki, S., Otsuka-Isoya, M., Shinoda, H., & Mitani, H. (2002). Estrouscycledependent variation in orthodontic tooth movement. *J Dent Res*, 81(6), 406–410.
- Hashimoto, F., Kobayashi, Y., Matakai, S., Kobayashi, K., Kato, Y., & Sakai, H. (2001). Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. *European Journal of Orthodontics*, 23(5), 535–545. <https://doi.org/10.1093/ejo/23.5.535>
- Horowitz, M. C., Coleman, D. L., Flood, P. M., Kupper, T. S., & Jilka, R. L. (1989). Parathyroid hormone and lipopolysaccharide induce murine osteoblast-like cells to secrete a cytokine indistinguishable from granulocyte-macrophage colony-stimulating factor. *The Journal of Clinical Investigation*, 83(1), 149–157. <https://doi.org/10.1172/JCI113852>
- Hsu, L.-F., Tsai, M.-H., Shih, A. H.-Y., Chen, Y.-C., Chang, B.-E., Chen, Y.-J., & Yao, C.-C. J. (2018). 970 nm low-level laser affects bone metabolism in orthodontic tooth movement. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B, Biology*, 186, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.05.011>
- Huang, H., Williams, R. C., & Kyrkanides, S. (2014). Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 146(5), 620–632. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.07.007>
- Ileri, Z., Akin, M., Erdur, E. A., Dagi, H. T., & Findik, D. (2014). Bacteremia after piezocision. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 146(4), 430–436. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.06.009>
- Imani, M., Golshah, A., SafariFaramani, R., & Sadeghi, M. (2018). Effect of low-level laser therapy on orthodontic movement of human canine: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Acta Informatica Medica*, 26(2), 139. <https://doi.org/10.5455/aim.2018.26.139-143>
- Jacques, L. (2016). Upper arch molar distalization appliances in treatment of Class II malocclusion: A critical analysis. *International Journal of Orthodontics (Milwaukee, Wis.)*, 27(3), 67–74.

- Jimi, E., Ikebe, T., Takahashi, N., Hirata, M., Suda, T., & Koga, T. (1996). Interleukin-1 alpha activates an NF-kappaB-like factor in osteoclast-like cells. *The Journal of Biological Chemistry*, 271(9), 4605–4608. <https://doi.org/10.1074/jbc.271.9.4605>
- Kaku, M., Kohno, S., Kawata, T., Fujita, I., Tokimasa, C., Tsutsui, K., & Tanne, K. (2001). Effects of vascular endothelial growth factor on osteoclast induction during tooth movement in mice. *Journal of Dental Research*, 80(10), 1880–1883. <https://doi.org/10.1177/00220345010800100401>
- Kale, S., Il, K., Atilla, P., & Aşan, E. (2004). Comparison of the effects of 1, 25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E 2 on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125(5), 607–614.
- Kalemaj, Z., DebernardI, C. L., & Buti, J. (2015). Efficacy of surgical and non-surgical interventions on accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. *European Journal of Oral Implantology*, 8(1), 9–24.
- Kang, S., Lee, S.-J., Ahn, S.-J., Heo, M.-S., & Kim, T.-W. (2007). Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4 Suppl), S74-81. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.09.029>
- Kanzaki, H., Chiba, M., Arai, K., Takahashi, I., Haruyama, N., Nishimura, M., & Mitani, H. (2006). Local RANKL gene transfer to the periodontal tissue accelerates orthodontic tooth movement. *Gene Therapy*, 13(8), 678–685. <https://doi.org/10.1038/sj.gt.3302707>
- Karamehmetoğlu, H., & Gökmen, K. U. R. T. (2013). Ortodontide Hızlı Diş Hareketi Uygulamaları. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(2), 178–182.
- Kardos, T. B., & Simpson, L. O. (1980). A new periodontal membrane biology based upon thixotropic concepts. *American Journal of Orthodontics*, 77(5), 508–515. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(80\)90130-x](https://doi.org/10.1016/0002-9416(80)90130-x)
- Katona, T. R., Paydar, N. H., Akay, H. U., & Roberts, W. E. (1995). Stress analysis of bone modelling response to rat molar orthodontics. *Journal of Biomechanics*, 28(1), 27–38. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)80004-2](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)80004-2)
- Kawasaki, K., & Shimizu, N. (2000). Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers in Surgery and Medicine*, 26(3), 282. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1096-9101\(2000\)26:3<282::aid-lsm6>3.3.co;2-o](https://doi.org/10.1002/(sici)1096-9101(2000)26:3<282::aid-lsm6>3.3.co;2-o)

- Kaya, B. (2007). *Bukkal Segment Distalizasyonunda Zigoma Ankraji ve Ağız Dışı Ankraj Uygulamalarının Karşılaştırılması. (Doctoral dissertation Doktora tezi)*. Başkent Üniversitesi.
- Kehoe, M. J., Cohen, S. M., Zarrinnia, K., & Cowan, A. (1996). The effect of acetaminophen, ibuprofen, and misoprostol on prostaglandin E2 synthesis and the degree and rate of orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*, 66(5), 339–349. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1996\)066<0339:TEOAIA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1996)066<0339:TEOAIA>2.3.CO;2)
- Keles, A. (2001). Maxillary unilateral molar distalization with sliding mechanics: a preliminary investigation. *European Journal of Orthodontics*, 23(5), 507–515. <https://doi.org/10.1093/ejo/23.5.507>
- Keles, A. (2002). Unilateral distalization of a maxillary molar with sliding mechanics: a case report. *Journal of Orthodontics*, 29(2), 97–100. <https://doi.org/10.1093/ortho/29.2.97>
- Keles, A., & Sayinsu, K. (2000). A new approach in maxillary molar distalization: intraoral bodily molar distalizer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117(1), 39–48. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(00\)70246-0](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(00)70246-0)
- Kert, J., & Rose, L. (1989). Clinical Laser Therapy Low Level Laser Therapy. *Scandinavian Medical Laser Technology*.
- Keser, E. I., & Dibart, S. (2013). Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(6), 879–889. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.12.014>
- Khadra, M., Lyngstadaas, S. P., Haanes, H. R., & Mustafa, K. (2005). Effect of Laser Therapy on Attachment, Proliferation and Differentiation of Human Osteoblastlike Cells Cultured on Titanium Implant Material. *Biomaterials*, 26, 3503–3509.
- Kharkar, V. R., Kotrashetti, S. M., & Kulkarni, P. (2010). Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: a pilot study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 39(11), 1074–1079. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2010.06.012>

- Kim, S.-J., Park, Y.-G., & Kang, S.-G. (2009). Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*, 79(2), 284–291. <https://doi.org/10.2319/020308-60.1>
- Kim, Y. D., Kim, S. S., & Hwang, D. S. (2007a). Effect of Low-level Laser Treatment after Installation of Dental Titanium Implant- Immunohistochemical Study of RANKL, RANK, OPG: An Experimental Study in Rats, *Lasers Surg. Med.*, 39, 441–450.
- Kim, Y. D., Kim, S. S., & Hwang, D. S. (2007b). Effect of Low-level Laser Treatment after Installation of Dental Titanium Implant- Immunohistochemical Study of Vascular Endothelial Growth Factor: An Experimental Study in Rats. *Laser Phys. Lett*, 4, 681–685.
- Kim, Y.-D., Kim, S.-S., Kim, S.-J., Kwon, D.-W., Jeon, E.-S., & Son, W.-S. (2010). Low-level laser irradiation facilitates fibronectin and collagen type I turnover during tooth movement in rats. *Lasers in Medical Science*, 25(1), 25–31. <https://doi.org/10.1007/s10103-008-0585-8>
- Kim, Y.-S., Kim, S.-J., Yoon, H.-J., Lee, P. J., Moon, W., & Park, Y.-G. (2013). Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(1), 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.01.022>
- Kinzinger, G. S. M., Gül den, N., Yildizhan, F., & Diedrich, P. R. (2009). Efficiency of a skeletonized distal jet appliance supported by miniscrew anchorage for noncompliance maxillary molar distalization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(4), 578–586. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.10.049>
- Kircelli, B. H., Pektaş, Z. O., & Kircelli, C. (2006). Maxillary molar distalization with a bone-anchored pendulum appliance. *The Angle Orthodontist*, 76(4), 650–659. [https://doi.org/10.1043/00033219\(2006\)076\[0650:MMDWAB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/00033219(2006)076[0650:MMDWAB]2.0.CO;2)
- Kişnişci, R. S., Işeri, H., Tüz, H. H., & Altug, A. T. (2002). Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 60(4), 389–394. <https://doi.org/10.1053/joms.2002.31226>
- Kohno, S., Kaku, M., Kawata, T., Fujita, T., Tsutsui, K., Ohtani, J., Tenjo, K., Tohma, Y., Motokawa, M., Shigekawa, M., Kamada, H., & Tanne, K. (2005).

Neutralizing effects of an anti-vascular endothelial growth factor antibody on tooth movement. *The Angle Orthodontist*, 75(5), 797–804.

[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2005\)75\[797:NEOAAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)75[797:NEOAAE]2.0.CO;2)

Kole, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 12(5), 515–29 concl. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(59\)90153-7](https://doi.org/10.1016/0030-4220(59)90153-7)

Kotlow, L. A. (2004). Lasers in pediatric dentistry. *Dental Clinics of North America*, 48(4), 889–922, vii. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.05.005>

Krishnan, V., & Davidovitch, Z. (2006). Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 469.e1-32.

<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.007>

Krishnan, V., & Davidovitch, Z. (2015). Biologic orthodontics: Methods to accelerate or decelerate orthodontic tooth movement. In V. Krishnan & Z. Davidovitch (Eds.), *Biological Mechanisms of Tooth Movement* (pp. 191–209). John Wiley & Sons.

Krishnan, Vinod, & Davidovitch, Z. (2006). Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 469.e1-32.

<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.007>

Kutsch, V. K. (1993). Lasers in dentistry: Comparing wavelengths. *JADA*, 124, 49–53.

Lavine, L., Lustrin, I., Rinaldi, R., & Shamos, M. (1974). Clinical and ultrastructural investigations of electrical enhancement of bone healing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 238(1 Electrically), 552–563.

<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1974.tb26821.x>

Lee, W. (1990). Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement-with particular emphasis on the relationship to the method of PGE 1 administration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98(3), 231–241.

Leiker, B. J., Nanda, R. S., Currier, G. F., Howes, R. I., & Sinha, P. K. (1995). The effects of exogenous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(4), 380–388.

[https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70035-8](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70035-8)

- Lems, W. F., Jacobs, J. W., Van Rijn, H. J., & Bijlsma, J. W. (1995). Changes in calcium and bone metabolism during treatment with low dose prednisone in young, healthy, male volunteers. *Clinical Rheumatology*, *14*(4), 420–424. <https://doi.org/10.1007/bf02207675>
- Lim, H. M., Lew, K. K., & Tay, D. K. (1995). A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *108*(6), 614–622. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70007-2](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70007-2)
- Limpanichkul, W., Godfrey, K., Srisuk, N., & Rattanayatikul, C. (2006). Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthodontics & Craniofacial Research*, *9*(1), 38–43. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2006.00338.x>
- Liou, E. J., & Huang, C. S. (1998). Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *114*(4), 372–382. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(98\)70181-7](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(98)70181-7)
- Liu, Z. J., King, G. J., Gu, G. M., Shin, J. Y., & Stewart, D. R. (2005). Does human relaxin accelerate orthodontic tooth movement in rats? *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1041*(1), 388–394. <https://doi.org/10.1196/annals.1282.059>
- Long, H., Zhou, Y., Xue, J., Liao, L., Ye, N., Jian, F., & Lai. (2015). The effectiveness of low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement: a metaanalysis. *Lasers in Medical Science*, *30*, 1161–1170.
- Ludwig, B., Glasl, B., Bowman, S. J., Wilmes, B., Kinzinger, G. S. M., & Lisson, J. A. (2011). Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. *Journal of Clinical Orthodontics*, *45*(8), 433–441; quiz 467.
- Luger, E. J., Rochkind, S., Wollman, Y., Kogan, G., & Dekel, S. (1998). Effect of low-power laser irradiation on the mechanical properties of bone fracture healing in rats. *Lasers in surgery and medicine*. *22*, 97–102.
- Luppanapornlarp, S. (1993). The effects of premolar-extraction: a longterm comparison of outcomes in “clear-cut” extraction and nonextraction Class II patients. *Angle Orthod*, *63*(4), 257–272.
- Lyles, S. T. (1969). Biology of microorganisms. *The CV Mosby Company, Saint Louis*. 81–100.

- Madan, M. S., Liu, Z. J., Gu, G. M., & King, G. J. (2007). Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *131*(1), 8.e1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.06.014>
- Maiman, T. H., Stimulated Optical Radiation in Ruby. *Nature*, no. 4736, August 6, 1960.
- Marakoğlu, İ., Ataoğlu, T., & Doruk, E. C. (1998). Ortodontik tedavide periodontal dokulardaki değişiklikler ve periodontal hastalıklarda ortodontik girişimler. *CÜ Dişhek. Fak. Dergisi*, *1*(2), 102–105.
- Marks, M., & Corn, H. (1983). Periodontics and orthodontics Coordinating the disciplines for optimal treatment Planning. *Alpha Omegan*.
- Martins, I. P., Martins, R. P., Caldas, S. G. F. R., Dos Santos-Pinto, A., Buschang, P. H., & Pretel, H. (2019). Low-level laser therapy (830 nm) on orthodontic pain: blinded randomized clinical trial. *Lasers in Medical Science*, *34*(2), 281–286. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-2583-9>
- Matoba, H., Nishiura, A., Honda, Y., Fujiwara, S.-I., & Matsumoto, N. (2021). Smoking cessation rescues tooth movement delays caused by tobacco smoke components. *Orthodontic Waves (English Ed.)*, *80*(1), 17–22.
<https://doi.org/10.1080/13440241.2020.1867812>
- Mcfadden, W. M., Engstrom, D., & Engstrom, H. (1989). A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, *96*, 390–396.
- Melsen, B. (1999). Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*, *69*(2), 151–158.
[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1999\)069<0151:BROABT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1999)069<0151:BROABT>2.3.CO;2)
- Mester, E., Spiry, T., Szende, B., & Tota, J. G. (1971). Effect of laser rays on wound healing. *American Journal of Surgery*, *122*(4), 532–535.
[https://doi.org/10.1016/0002-9610\(71\)90482-x](https://doi.org/10.1016/0002-9610(71)90482-x)
- Miles, P., Smith, H., Weyant, R., & Rinchuse, D. J. (2012). The effects of a vibrational appliance on tooth movement and patient discomfort: a prospective randomised clinical trial. *Australian Orthodontic Journal*, *28*(2), 213–218.
- Mistry, D., Dalci, O., Papageorgiou, S. N., Darendeliler, M. A., & Papadopoulou, A. K. (2020). The effects of a clinically feasible application of low-level laser

therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A triple-blind, split-mouth, randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 157(4), 444–453.

<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.12.005>

Mittal, S., Sharma, R., & Singla, A. (2011). Piezocision assisted orthodontics: a new approach to accelerated orthodontic tooth movement. *J Innov Dent*, 1(1), 1–4.

Mohammed, A. H., Tatakis, D. N., & Dziak, R. (1989). Leukotrienes in orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 95(3), 231–237. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(89\)90053-x](https://doi.org/10.1016/0889-5406(89)90053-x)

Mostafa, Y. A., Weeks-Dybvig, M., & Osdoby, P. (1983). Orchestration of tooth movement. *American Journal of Orthodontics*, 83(3), 245–250.

[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(83\)90088-x](https://doi.org/10.1016/0002-9416(83)90088-x)

Murphy, K. G., Wilcko, M. T., Wilcko, W. M., & Ferguson, D. J. (2009).

Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(10), 2160–2166.

<https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.04.124>

Murray, R. K., Mayes, P. A., Granner, D. K., & Rodwell, V. W. (1993). Lipidlerin Fiziyojik Önemi. Harper'in Biyokimyası. *Bariş Yayın evi*.

Nakamura, K., Sahara, N., & Deguchi, T. (2001). Temporal changes in the distribution and number of macrophage-lineage cells in the periodontal membrane of the rat molar in response to experimental tooth movement.

Archives of Oral Biology, 46(7), 593–607. [https://doi.org/10.1016/s0003-9969\(01\)00020-6](https://doi.org/10.1016/s0003-9969(01)00020-6)

Nalcaci, R., & Cokakoglu, S. (2013). Lasers in orthodontics. *European Journal of Dentistry*, 7(Suppl 1), S119–S125. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.119089>

Nanda, R. (2012). *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics-E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Niemz, M. H. (2020). *Laser-Tissue Interactions: Fundamentals and Applications* (4th ed.). Springer Nature.

Nienkemper, M., Wilmes, B., Pauls, A., Yamaguchi, S., Ludwig, B., & Drescher, D. (2014). Treatment efficiency of mini-implant-borne distalization depending on age and second-molar eruption. *Fortschritte Der Kieferorthopadie*

[*Journal of Orofacial Orthopedics*], 75(2), 118–132.

<https://doi.org/10.1007/s00056-013-0199-z>

- Nishimura, M., Chiba, M., Ohashi, T., Sato, M., Shimizu, Y., Igarashi, K., & Mitani, H. (2008). Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), 572–583. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.046>
- Norman, A. W. (1965). Actinomycin d and the response to vitamin d. *Science (New York, N.Y.)*, 149(3680), 184–186. <https://doi.org/10.1126/science.149.3680.184>
- Norman, A. W. (1979). *Vitamin D: the calcium homeostatic hormone* (Vol. 6). Academic Press.
- O'Brien, C. A., Gubrij, I., Lin, S.-C., Saylor, R. L., & Manolagas, S. C. (1999). STAT3 activation in stromal/osteoblastic cells is required for induction of the receptor activator of NF- κ B ligand and stimulation of osteoclastogenesis by gp130-utilizing cytokines or interleukin-1 but not 1,25-dihydroxyvitamin D3 or parathyroid hormone. *The Journal of Biological Chemistry*, 274(27), 19301–19308. <https://doi.org/10.1074/jbc.274.27.19301>
- Ohshiro, T., & Calderhead, R. G. (1991). Development of low reactive-level laser therapy and its present status. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 9(4), 267–275. <https://doi.org/10.1089/clm.1991.9.267>
- Okamoto, A., Ohnishi, T., Bandow, K., Kakimoto, K., Chiba, N., Maeda, A., Fukunaga, T., Miyawaki, S., & Matsuguchi, T. (2009). Reduction of orthodontic tooth movement by experimentally induced periodontal inflammation in mice. *European Journal of Oral Sciences*, 117(3), 238–247. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2009.00625.x>
- Okumura E. (1982). Light and electron microscopic study of multinucleated giant cells related with the resorption of hyalinized tissues. *Nihon Kyosei Shika Gakkai zasshi [The journal of Japan Orthodontic Society]*, 41(3), 531–555.
- Oliveira, D. D., Oliveira, B., & Soares, R. V. (2010). Alveolar corticotomies in orthodontics: Indications and effects on tooth movement. *Dental Press J Orthod*, 15(4), 144–157.
- Ong, C. K., Walsh, L. J., Harbrow, D., Taverne, A. A., & Symons, A. L. (2000). Orthodontic tooth movement in the prednisolone-treated rat. *The Angle*

Orthodontist, 70(2), 118–125. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2000\)070<0118:OTMTP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2000)070<0118:OTMTP>2.0.CO;2)

- Owman-Moll, P., Kurol, J., & Lundgren, D. (1996). Effects of a doubled orthodontic force magnitude on tooth movement and root resorptions. An inter-individual study in adolescents. *European Journal of Orthodontics*, 18(2), 141–150. <https://doi.org/10.1093/ejo/18.2.141>
- Özçelik, O., Haytaç, C., & Çağlayan, G. (2010). *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*. 370–379.
- Pallotta, R. C., Bjordal, J. M., Frigo, L., Leal Junior, E. C. P., Teixeira, S., Marcos, R. L., Ramos, L., Messias, F. de M., & Lopes-Martins, R. A. B. (2012). Infrared (810-nm) low-level laser therapy on rat experimental knee inflammation. *Lasers in Medical Science*, 27(1), 71–78. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0906-1>
- Pan, H. Y., Yang, H., Zhang, R., Yang, Y. M., Wang, H., Hu, T., & Dummer, P. M. H. (2014). Use of cone-beam computed tomography to evaluate the prevalence of root fenestration in a Chinese subpopulation. *International Endodontic Journal*, 47(1), 10–19. <https://doi.org/10.1111/iej.12117>
- Pancherza, H. (2000). Dentofacial orthopedics or orthognathic surgery: is it a matter of age? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117(5), 571–574.
- Paoloni, V., Lione, R., Farisco, F., Halazonetis, D. J., Franchi, L., & Cozza, P. (2017). Morphometric covariation between palatal shape and skeletal pattern in Class II growing subjects. *European Journal of Orthodontics*, 39(4), 371–376. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx014>
- Park, Y. G., Kang, S. G., & Kim, S. J. (2006). Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujyutsu Taikai Sokai*, 48, 6–15.
- Park, Young Guk. (2016). Corticision: A flapless procedure to accelerate tooth movement. *Frontiers of Oral Biology*, 18, 109–117. <https://doi.org/10.1159/000351904>
- Pepicelli, A., Woods, M., & Briggs, C. (2005). The mandibular muscles and their importance in orthodontics: a contemporary review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(6), 774–780. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.09.023>

- Pires, D., Xavier, M., Araújo, T., Silva, J. A., & Albertini, A. F. (2010). Low-level laser therapy (LLLT; 780 nm) acts differently on mRNA expression of anti- and proinflammatory mediators in an experimental model of collagenase-induced tendinitis in rat. *Lasers Med Sci*, 26(1), 85–94.
- Proffit, W. R. (2014). The Biologic Basis of Orthodontic Therapy. In W. R. Proffit, H. W. Fields, & D. M. Sarver (Eds.), *Contemporary Orthodontics*. Mosby Elsevier, 278–311.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., & Sarver, D. M. (2014). Orthodontic Treatment Planning: From Problem List to Specific Plan. In W. R. Proffit, H. W. Fields, & D. M. Sarver (Eds.), *Contemporary Orthodontics*. Mosby Elsevier, 220–277.
- Proffit, W., & Fields, H. (2007). *Contemporary Orthodontics*. 113, 352–367.
- Reeve, J., & Zanelli, J. M. (1986). Parathyroid hormone and bone. *Clinical Science (London, England: 1979)*, 71(3), 231–238. <https://doi.org/10.1042/cs0710231>
- Reitan, K. (1957). Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*, 43(1), 32–45. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(57\)90114-8](https://doi.org/10.1016/0002-9416(57)90114-8)
- Reitan, K. (1960). Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*, 46(12), 881–900. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(60\)90091-9](https://doi.org/10.1016/0002-9416(60)90091-9)
- Ren, A., Lv, T., Kang, N., Zhao, B., Chen, Y., & Bai, D. (2007). Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(2), 160.e1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.05.029>
- Ren, Y., Maltha, J. C., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2003). Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *The Angle Orthodontist*, 73(1), 86–92. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073<0086:OFMFOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073<0086:OFMFOT>2.0.CO;2)
- Reza, F., Katayoun, K., Farzaneh, A., & Nikoo, T. (2011). Laser in orthodontics. In: (Ed.) DSN, editor. *Principles in Contemporary Orthodontics: In Tech*.
- Rifkin, B. R., Baker, R. L., Somerman, M. J., Pointon, S. E., Coleman, S. J., & Au, W. Y. (1980). Osteoid resorption by mononuclear cells in vitro. *Cell and Tissue Research*, 210(3), 493–500. <https://doi.org/10.1007/bf00220205>

- Ristic, M., Vlahovic Svabic, M., Sasic, M., & Zelic, O. (2007). Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. *Orthodontics & Craniofacial Research*, *10*(4), 187–195. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2007.00396.x>
- Rodan, G. A., Bourret, L. A., & Norton, L. A. (1978). DNA synthesis in cartilage cells is stimulated by oscillating electric fields. *Science (New York, N.Y.)*, *199*(4329), 690–692. <https://doi.org/10.1126/science.625660>
- Rygh, P. (1973). Ultrastructural changes in pressure zones of human periodontium incident to orthodontic tooth movement. *Acta Odontologica Scandinavica*, *31*(2), 109–122. <https://doi.org/10.3109/00016357309004617>
- Rygh, P., & Brudvik, P. (1995). The histological responses of the periodontal ligament to horizontal orthodontic loads. *The periodontal ligament in health and disease*. St Louis: Mosby, 250-254.
- Ryu, J.-H., Park, J. H., Vu Thi Thu, T., Bayome, M., Kim, Y., & Kook, Y.-A. (2012). Palatal bone thickness compared with cone-beam computed tomography in adolescents and adults for mini-implant placement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *142*(2), 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.03.027>
- Saito, S., & Shimizu, N. (1997). Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *111*(5), 525–532. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(97\)70152-5](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(97)70152-5)
- Sakurai, Y., Yamaguchi, M., & Abiko, Y. (2000). Inhibitory effect of lowlevel laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *Eur J Oral Sci*, *108*, 29–34.
- Salzmann, J. A. (1961). Philadelphia: Lippincott; 1950.) (Kloehn SJ. Evaluation of cervical anchorage force in treatment). *Angle Orthod*, *31*(2), 91–104.
- Sattayut, S., Hughes, F., & Bradley, P. (1999). 820 nm gallium aluminum arsenide laser modulation of prostaglandin e2 production in interleukin i stimulated myoblasts. *Laser Therapy*, *11*(2), 88–95. <https://doi.org/10.5978/islsm.11.88>
- Schultz, R. J. (1985). Effects of Varying Intensities of Laser Energy on Articular Cartilage, *Lasers Surg. Lasers Surg. Med*, *5*, 577–588.

- Schwartz-Dabney, C. L., & Dechow, P. C. (2003). Variations in cortical material properties throughout the human dentate mandible. *American Journal of Physical Anthropology*, 120(3), 252–277. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10121>
- Schwarz, A. M. (1932). Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *The International Journal of Orthodontia, Oral Surgery, and Radiography*, 18(4), 331–352. [https://doi.org/10.1016/s0099-6963\(32\)80074-8](https://doi.org/10.1016/s0099-6963(32)80074-8)
- Segal, G. R., Schiffman, P. H., & Tuncay, O. C. (2004). Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 7(2), 71–78. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2004.00286.x>
- Seifi, M., Eslami, B., & Saffar, A. S. (2003). The effect of prostaglandin E2 and calcium gluconate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *European Journal of Orthodontics*, 25(2), 199–204. <https://doi.org/10.1093/ejo/25.2.199>
- Seifi, M., Shafeei, H. A., Daneshdoost, S., & Mir, M. (2007). Effects of two types of low-level laser wave lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movements in rabbits. *Lasers in Medical Science*, 22(4), 261–264. <https://doi.org/10.1007/s10103-007-0447-9>
- Shahabee, M., Shafaei, H., Abtahi, M., Rangrazi, A., & Bardideh, E. (2020). Effect of microosteoperforation on the rate of orthodontic tooth movement-a systematic review and a meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 42(2), 211–221.
- Sodagar, A., Donyavi, Z., Arab, S., & Kharrazifard, M. J. (2011). Effect of nicotine on orthodontic tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(3), e261-5. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.08.018>
- Soma, S., Iwamoto, M., Higuchi, Y., & Kurisu, K. (1999). Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. *J Bone Miner Res*, 14(3), 546–554.
- Sousa, M. V. S., Pinzan, A., Consolaro, A., Henriques, J. F. C., & de Freitas, M. R. (2014). Systematic literature review: influence of low-level laser on orthodontic movement and pain control in humans. *Photomedicine and Laser Surgery*, 32(11), 592–599. <https://doi.org/10.1089/pho.2014.3789>

- Storey, E., & Smith, R. (1952). Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Aust Dent J*, 56(6), 11–18.
- Strauss, R. A., & Magid, K. S. (2014). *Esthetic Dentistry: A Clinical Approach to Techniques and Materials* (A. W. Kenneth, Ed.). Elsevier Mosby.
- Sun X., Zhu X., Xu C., Ye N., & Zhu H. (2001). Effects of low energy laser on tooth movement and remodeling of alveolar bone in rabbits. *Hua xi kou qiang yi xue za zhi [West China journal of stomatology]*, 19(5), 290–293.
- Sun, G., & Tunér, J. (2004). Low-level laser therapy in dentistry. *Dental Clinics of North America*, 48(4), 1061–1076, viii.
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.05.004>
- Takaki, T., Tamura, N., Yamamoto, M., Takano, N., Shibahara, T., & Yasumura, T. (2010). Clinical study of temporary anchorage devices for orthodontic treatment - stability of micro/mini-screws and mini-plates: experience with 455 cases. *Bull Tokyo Dent Coll*, 51(3), 151–163.
- Takano-Yamamoto, T., Kawakami, M., & Yamashiro, T. (1992). Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1, 25 (OH) 2D3 and mechanical force in the rat. *J Dent Res*, 71(8), 1487–1492.
- Takeda, Y. (1988). Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone after tooth extraction. Experimental study in rats. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 17(6), 388–391. [https://doi.org/10.1016/s0901-5027\(88\)80070-5](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(88)80070-5)
- Thomas, M. G., & Brainerd, F. S. (1985). *Orthodontics Current Principles and Techniques The C.V. Mosby Company*.
- Tosun, T., Keles, A., & Erverdi, N. (2002). Method for the placement of palatal implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 17(1), 95–100.
- Tunçer, N. İ. (2015). *Minivida destekli kütleli (en-masse) retraksiyon vakalarında piezoinsizyon yönetiminin etkinliğinin değerlendirilmesi. (Doctoral dissertation, Doktora tezi)*. Başkent Üniversitesi.
- Tuncer, N. I., & Yilmaz, A. (2012). Tooth movement acceleration techniques. *Turk J Orthod*, 25(1), 76–91.
- Turan, İ. S. (2018). *Dişlerden veya Kemikten Destek Alan Carriere Distalizer Apareyiyle Yapılan Tek Taraflı Distalizasyonun Dentofasiyal Yapılar Üzerine*

- Etkilerinin Değerlendirilmesi. (Doctoral dissertation, Doktora tezi).*
Hacettepe Üniversitesi.
- Türker, G. (2016). *Düşük Doz Lazer Tedavisi ve Piezosizyon Uygulamalarının Kanin Distalizasyonu Sırasında Ortodontik Diş Hareket Hızı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. (Doctoral dissertation, Doktora tezi).* Erciyes Üniversitesi.
- Türker, Gökhan, Yavuz, İ., & Gönen, Z. B. (2021). Which method is more effective for accelerating canine distalization short term, low-level laser therapy or piezoscision? A split-mouth study. *Fortschritte Der Kieferorthopadie [Journal of Orofacial Orthopedics]*, 82(4), 236–245. <https://doi.org/10.1007/s00056-020-00250-6>
- Turner, P. J. (1991). Extra-oral traction. *Dental Update*, 18(5), 197–203.
- Tyrovola, J. B., & Spyropoulos, M. N. (2001). Effects of drugs and systemic factors on orthodontic treatment. *Quintessence International*, 32(5), 365–371.
- Ülgen M. (2000). Ortodonti: anomaliler, sefalometri, etoloji, büyüme ve gelişim, tanı. *Yeditepe Üniversitesi Yayınları.*
- Ülgen, M. (1993). Ortodontik Tedavi Prensipleri. *Ankara Üniversitesi Basımevi.*
- Üretürk, S., Saraç, M., & Fıratlı, S. (2017). The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. *Lasers Med Sci*, 32(4), 757–764.
- Usumez, A., Cengiz, B., Oztuzcu, S., Demir, T., Aras, M. H., & Gutknecht, N. (2014). Effects of laser irradiation at different wavelengths (660, 810, 980, and 1,064 nm) on mucositis in an animal model of wound healing. *Lasers in Medical Science*, 29(6), 1807–1813. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1336-z>
- Van Breugel, H. H., & Bär, P. R. (1992). Power density and exposure time of He-Ne laser irradiation are more important than total energy dose in photo-biomodulation of human fibroblasts in vitro. *Lasers in surgery and medicine*. 12, 528–537.
- van Leeuwen, E. J., Maltha, J. C., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (1999). Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. *European Journal of Oral Sciences*, 107(6), 468–474. <https://doi.org/10.1046/j.0909-8836.1999.eos107608.x>
- Van, T., Vignery, P. T., & Baron, A. (1982). Cellular kinetics of the bone remodeling sequence in the rat. *Anat Rec*, 202(4), 445–451.

- Vedovello Filho, M., Oliveira, P., Tubel, C., Vedovello, S., & Côrrea, F. (2005). Avaliação da ossificação da sutura palatina pós-disjunção maxilar com e sem aplicação do softlaser. *Ortodontia*, 51–58.
- Vercellotti, T., & Podesta, A. (2007). Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 27(4), 325–331.
- von Böhl, M., Maltha, J. C., Von Den Hoff, J. W., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2004). Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125(5), 615–623. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.08.023>
- Walker, J. B., & Buring, S. M. (2001). NSAID impairment of orthodontic tooth movement. *The Annals of Pharmacotherapy*, 35(1), 113–115. <https://doi.org/10.1345/aph.10185>
- Wilcko, M. T., Wilcko, W. M., Pulver, J. J., Bissada, N. F., & Bouquot, J. E. (2009). Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(10), 2149–2159. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.04.095>
- Wilcko, M. W., Ferguson, D. J., & Bouquot, J. E. (2003). Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod*, 4, 197–205.
- Wilcko, M., & Bissada, W. W. (2008). An Evidence-Based Analysis of the Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A synthesis of Scientific Perspectives. *Seminars in Orthodontics*, 14, 305–316.
- Wilcko, W. M., Wilcko, M. T., & Bouquot, J. E. (2000). Accelerated orthodontics with alveolar reshaping. *J Ortho Practice*, 10, 63–70.
- Wilcko, W. M., Wilcko, T., Bouquot, J. E., & Ferguson, D. J. (2001). Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 21(1), 9–19.
- Wilmes, B. (2015). Achieving Optimal Esthetics with Palatal Mini-Implants: The Benefit Technique. *Nanda R, Ed. Esthetics and Biomechanics in Orthodontics*, 360–390.
- Wilmes, B., & Drescher, D. (2008). A miniscrew system with interchangeable abutments. *Journal of Clinical Orthodontics*, 42(10), 574–580; quiz 595.

- Wilmes, B., & Drescher, D. (2010). Application and effectiveness of the Beneslider: a device to move molars distally. *World Journal of Orthodontics*, *11*(4), 331–340.
- Wilmes, B., Drescher, D., & Nienkemper, M. (2009). A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics*, *43*(8), 494–501.
- Wilmes, B., Nienkemper, M., Ludwig, B., Kau, C. H., & Drescher, D. (2011). Early Class III treatment with a hybrid hyrax-mentoplate combination. *Journal of Clinical Orthodontics*, *45*(1), 15–21; quiz 39.
- Wilmes, B., Nienkemper, M., Ludwig, B., Nanda, R., & Drescher, D. (2013). Upper-molar intrusion using anterior palatal anchorage and the Mousetrap appliance. *Journal of Clinical Orthodontics*, *47*(5), 314–320; quiz 328.
- Wong-Riley, M. T., Liang, H. L., Eells, J. T., Chance, B., Henry, M. M., & Buchmann, E. (2005). Photobiomodulation Directly Benefits Primary Neurons Functionally Inactivated by Toxins. Role of Cytochrome c oxidase. *J Biol Chem*, *280*(6), 4761–4771.
- Yaffe, A., Fine, N., & Binderman, I. (1994). Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flap surgery. *Journal of Periodontology*, *65*(1), 79–83. <https://doi.org/10.1902/jop.1994.65.1.79>
- Yamaguchi, M., Fujita, S., & Yoshida, T. (2007). Low-energy laser irradiation stimulates the tooth movement velocity via expression of M-CSF and c-fms. *Orthodontic Waves*, *66*(4), 139–148.
- Yamaguchi, Masaru, Hayashi, M., Fujita, S., Yoshida, T., Utsunomiya, T., Yamamoto, H., & Kasai, K. (2010). Low-energy laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expressions of matrix metalloproteinase-9, cathepsin K, and alpha(v) beta(3) integrin in rats. *European Journal of Orthodontics*, *32*(2), 131–139. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjp078>
- Yamasaki, K., Miura, F., & Suda, T. (1980). Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *Journal of Dental Research*, *59*(10), 1635–1642. <https://doi.org/10.1177/00220345800590101301>
- Yamasaki, K., Shibata, Y., & Fukuhara, T. (1982). The effect of prostaglandins on experimental tooth movement in monkeys (*Macaca fuscata*). *Journal of*

Dental Research, 61(12), 1444–1446.

<https://doi.org/10.1177/00220345820610121401>

Yamasaki, K., Shibata, Y., Imai, S., Tani, Y., Shibasaki, Y., & Fukuhara, T. (1984).

Clinical application of prostaglandin E 1 (PGE 1) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 85(6), 508–518.

Yoshida, T., Yamaguchi, M., Utsunomiya, T., Kato, M., Arai, Y., Kaneda, T.,

Yamamoto, H., & Kasai, K. (2009). Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 12(4), 289–298.

<https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2009.01464.x>

Youssef, M., Ashkar, S., Hamade, E., Gutknecht, N., Lampert, F., & Mir, M. (2008).

The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers in Medical Science*, 23(1), 27–33.

<https://doi.org/10.1007/s10103-007-0449-7>

Zhang, F., Richards, L., Angel, M. F., Zhang, J., Liu, H., Dorsett-Martin, W., &

Lineaweaver, W. C. (2002). Accelerating flap maturation by vascular endothelium growth factor in a rat tube flap model. *British Journal of Plastic Surgery*, 55(1), 59–63. <https://doi.org/10.1054/bjps.2001.3704>

Ekler**Ek 1.****Etik Kurul Raporu**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 28.01.2021
Toplantı No : 2021/87
Proje No :1258

Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Beste Kamiloğlu'nun sorumlu araştırmacısı olduğu, YDU/2021/87-1258 proje numaralı ve "Düşük Doz Lazer Terapisinin Mini Vida Destekli Ağız İçi Apeyle Yapılan Maksiller Molar Distalizasyonu Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi" başlıklı proje önerisi kurumumuzca online toplantıda değerlendirilmiş olup, etik olarak uygun bulunmuştur.



Prof. Dr. Rüştü Omur

Yakın Doğu Üniversitesi

Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ek 2.**Yayınlar****Uluslararası hakemli dergilerde (SCI / SCI-Expanded) yayımlanan makaleler:**

1. Özsoy, B., Güldüren, K., & Kamiloğlu, B. (2023). Effect of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement during miniscrew-supported maxillary molar distalization in humans: a single-blind, randomized controlled clinical trial. *Lasers in Medical Science*, 38(1), 76.
<https://doi.org/10.1007/s10103-023-03736-y>

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

1. Beren Özsoy, Beste Kamiloğlu, Mohammed Türk, Yaman Kashoura, Amer Rahmani. Dudak Ve Damak Yarığı Ve İzole Damak Yarığı Olgularında Sendromlar. Dudak Damak Yarıkları Derneği 4.Uluslararası Kongresi, İzmir, Türkiye, 22-24 Eylül 2018.
2. Twana Hussein, Kani Bilginaylar, Beren Özsoy, Ceren Melahat Dönmezer, Damla Akşit Bıçak. Multidisciplinary Oral Rehabilitation Of Malocclusion Developed Due To Premature Extraction Of Primary Molars – A Case Report. International Dentistry & Health Congress, İzmir Democracy University, İzmir, Türkiye, 28-29 November 2020.
3. Şerife Tuğçe Hasoğlan, Beren Özsoy, Twana Hussein. Erken Süt Dişi Kaybına Bağlı Gelişen Şiddetli Maloklüzyonun Multidisipliner Tedavisi-Vaka Raporu. 18. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresi, Antalya, Türkiye, 16-22 Kasım 2022.

Ek 3.

İntihal Raporu

Beren Ozsoy Tez

ORIGINALITY REPORT

14%
SIMILARITY INDEX

13%
INTERNET SOURCES

4%
PUBLICATIONS

3%
STUDENT PAPERS



Assignments Students Grade Book Libraries Calendar Discussion Preferences

NOW VIEWING: HOME > DOKTORA > DOKTORA

About this page

This is your assignment inbox. To view a paper, select the paper's title. To view a Similarity Report, select the paper's Similarity Report icon in the similarity column. A ghosted icon indicates that the Similarity Report has not yet been generated.

Doktora

INBOX | NOW VIEWING: NEW PAPERS ▼

Submit File Online Grading Report | Edit assignment settings | Email non-submitters

<input type="checkbox"/>	AUTHOR	TITLE	SIMILARITY	GRADE	RESPONSE	FILE	PAPER ID	DATE
<input type="checkbox"/>	Beren Ozsoy	Tez	14% ■	-	-		2035130540	12-Mar-2023

Özgeçmiş

Adı	Beren	Soyadı	Özsoy
Doğum Yeri	Lefkoşa	Doğum Tarihi	27/04/1993
Uyruğu	KKTC	Tel	0392 680 20 30
E-mail	beren.ozsoy@neu.edu.tr		

Eğitim Düzeyi	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık	Yakın Doğu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	2023
Lisans	Yakın Doğu Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi	2016
Lise	Girne Amerikan Koleji	2011

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Yıl-Yıl)
Araştırma Görevlisi	Yakın Doğu Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı	2016-2023

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	Çok iyi	İyi	İyi

Yabancı Dil Sınav Notu	
NPT	IGCSE English
79	CC

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanım Becerisi
Microsoft Office	Çok iyi