



ND:YAG Lazerin Üst Kanin Dişlerin Distalizasyon Hızı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

The Effects of Nd:YAG Laser on Maxillary Canine Distalization Rate



**Dt. Burcu
KOÇOĞLU-ALTAN ***
**Yrd.Doç.Dr. Oral
SÖKÜCÜ ****

* Cumhuriyet Üniv. Dişhek.
Fak. Ortodonti A.D. Sivas ,
** Gaziantep Üniv. Dişhek.
Fak. Ortodonti A.D.
Gaziantep / Cumhuriyet
Univ. Faculty of Dentistry
Dept. of Orthodontics, Sivas,
** University of Gaziantep
Faculty of Dentistry Dept. of
Orthodontics, Gaziantep,
Turkey

**Yazışma adresi:
Corresponding Author:**
Dt. Burcu KOÇOĞLU-ALTAN,
Cumhuriyet Üniversitesi, Diş
Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti AD.
58140 Sivas, Türkiye
Tel: + 90 346 219 1010
Faks: + 90 346 219 1237
E-mail: burcuk12@yahoo.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Nd:YAG lazer cihazıyla uygulanan düşük doz lazer terapinin maksiller kanin dişlerin distalizasyon hızı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

Çalışmaya 15-19 yaşları arasında, sağ-sol 1.küçükazı dişleri için çekim endikasyonu konmuş 14 hasta dahil edilmiştir. İlgili dişler çekilip, dental arkların seviyelenmesinin ardından 0.016 "0.022" paslanmaz çelik arklar üzerinde, 12 mm'lik kapalı yaylar kullanılarak uygulanan 150 gr kuvvetle kanin distalizasyonuna başlanmıştır. Hastaların dental arklarının sağ tarafı lazer uygulama bölgesi, sol tarafı kontrol bölgesi olarak değerlendirilmiştir. Kanin dişlerin kökleri iki bölüme ayrılıp; bukkal ve lingual yüzlerden her iki bölüm için 10 sn lik lazer uygulanmıştır. Uygulamalar Nd:YAG lazer cihazı ve biyostimülasyon başlığı kullanılarak, kuvvet aktivasyonundan itibaren 1.,2.,3. ve 7. günlerde yapılmıştır. Hastalara bir seansa 40 J/cm²'lik lazer enerjisi uygulanmıştır. Kanin distalizasyonunun öncesinde ve 1 aylık distalizasyon sürecinin sonunda alınan ölçülerden elde edilen modeller üzerinde distalizasyon miktarları hesaplanmıştır. Veriler SPSS 10.1 programında Mann-Whitney U testiyle değerlendirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme sonucunda çalışma grubuna kıyasla kontrol grubunda diş hareketinin daha fazla olduğu, ancak aradaki farkın biyometrik olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (p=.294).

Mevcut çalışmada uygulanan lazer stimülasyon parametreleri kanin distalizasyon hızında değişiklik meydana getirmemiştir. Bu amaçla, spesifik dalga boyu ile farklı dozlar kullanılarak yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır. (*Türk Ortodonti Dergisi 2009;22:16-25*)

Anahtar Kelimeler: Kanin distalizasyonu, Düşük doz lazer terapisi, Nd:YAG lazer.

SUMMARY

The aim of this study was to assess the effects of low level radiation of Nd:YAG laser on maxillary canine distalization rate.

The study was consisted of 14 (9 girls, 5 boys) upper premolar extraction patients aged 15-19 years. After the extraction of teeth, dental arches were aligned. Afterwards canine distalization was performed by 12 mm closed coil spring on 0.016"0.022" ss arch wire with force of 150 grams. The right canines of the patients were included in laser group and the left canines were included in control group. The roots of canines were separated into two parts both on the vestibular and palatal sides and each part were irradiated for 10 seconds. Laser application was carried out at the first, second, third and seventh day of canine distalization period. The density of the applied energy at each appointment was 40 J/cm². The distalization amounts were defined on dental casts taken just before and at the end of distalization period. Data was analysed on SPSS 10.1 by Mann-Whitney U analysis.

According to the statistical analysis, canine distalization rate was higher in the control group. When two groups were compared, the difference between the distalization amounts was not statistically significant (p=.294).

Laser biostimulation parameters used in this study did not affect the canine distalization rate significantly. For this purpose further studies using specific wave lengths with different doses are needed. (*Turkish J Orthod 2009;22:16-25*)

Key Words: Canine distalization, Low level laser therapy, Nd:YAG laser.



GİRİŞ

Ortodontik tedavi gören hastaların çoğunun tedavisiyle ilgili ana şikayeti tedavisi süresinin uzunluğudur (1,2). Tedavi süreci uzadıkça hastaların sıkılmalarının yanı sıra kök rezorbsiyonu, gingivitis ve çürük gelişme riski de artmaktadır.

Son yıllarda ortodonti sektöründeki üretici firmaların diş hareketini hızlandırmak amacıyla braketleri ve telleri modifiye ederek ciddi şekilde yatırım yaptığını görmekteyiz. Bazı araştırmacılar ise ortodontik kuvvetlere bağlı olarak meydana gelen hücresel düzeydeki cevapları ve değişimleri inceleyerek farklı bir bakış açısından çözüm arayışına girmişlerdir. Bu bağlamda dişin ortodontik kuvvet uygulanan bölgesine kimyasal olarak PGE₂ (prostaglandin E₂) (3-8), 1,25-(OH)₂D₃ (1,25 dihidroksikolekalsiferol) (9-12), parathormon (13-15), diazepam (16), aspirin (17,18) ve non-steroid anti-inflamatuar ilaçlar (19,20) uygulanmıştır. Ayrıca atımsal elektromanyetik sahaya (PEMF) gibi uygulamalarla da fiziksel olarak hızlandırılmıştır (21).

Ancak bu tip uygulamaların birtakım yan etkileri olduğu bulunmuştur. PGE₂ enjeksiyonu lokal ağrıya ve kök rezorbsiyonuna sebep olurken (8); 1,25-(OH)₂D₃ ve PTH sistemik olarak istenmeyen etkiler yaratmaktadır.

Günümüzde hızla ilerleyen teknoloji sadece endüstriyel alanda sınırlı kalmayıp diş hekimliğinde teşhis yöntemlerini kolaylaştırıcı ve tedavi imkanlarını zenginleştirici etkileri ortaya çıkmaya başlamıştır. Lazer teknolojisi de tıbbın birçok dalında kendine yer bulan ve etkin kullanılan enstrümanlardan biri olmuştur.

Lazer ışınlarının dokularda yaratabileceği etkiler çeşitlidir. Bunlar; biyostimülasyon, fotodinamik reaksiyon, termik reaksiyonlar, fotoablasyon, vaporizasyon, koagülasyon, fotodistrupsiyon, mikroeksplozyon olarak söylenebilir.

1971 yılından bu yana düşük doz lazerin çeşitli biyostimülasyon etkileri üzerinde çalışılmaktadır. Çeşitli araştırmacılar, düşük doz lazer ışınları ile yara iyileşmesi (22), ağrı kontrolü, fibroblast (23,24) ve kondrosit proliferasyonu (25), sinir rejenerasyonu (26), kollagen sentezi (27,28) ve kemik hücrelerinin diferansiyasyon ve proliferasyonunun stimüle edilebildiğini bildirmişlerdir.

Ortodontik diş hareketi alveoler kemiğin remodellingi ile gerçekleştiğinden düşük doz

INTRODUCTION

One of the most common concerns of patients during orthodontic treatment is long duration of treatment (1,2). In addition to patients being tired, risks for root resorption, gingival inflammation and dental caries increase when treatment lasts longer.

In recent years, manufacturers modify bracket designs and utter new archwires to accelerate tooth movement. Some researchers have been looking for some solutions by investigating about cellular responses to orthodontic forces. In this context, orthodontic tooth movement was accelerated chemically by injecting PGE₂ (prostaglandin E₂) (3-8), 1,25-(OH)₂D₃ (1,25 dihydroxycholecalciferol) (9-12), parathormone (13-15) and administering diazepam (16), aspirin (17,18) and non-steroid anti-inflammatories (19,20) systemically. Also faster tooth movement was achieved by pulsed electromagnetic field (PEMF) application (21).

However, there are some adverse effects of these applications. While PGE₂ injection causes local pain and root resorption (8), 1,25-(OH)₂D₃ and PTH have some systemic side effects.

Nowadays, fast emerging technology improves not only in industrial area but also in diagnostic and therapeutic methods of dentistry. Laser technology is one of the useful inventions having common use in medical field.

Laser beams create different effects in tissues such as biostimulation, photodynamic reaction, termic reactions, photoablation, vaporization, coagulation, photodestruction and microexplosion.

Researchers have been studying the biostimulatory effects of low level laser since 1971. There are many articles indicating that wound healing (22), pain control, fibroblast (23,24) and chondrocyt proliferation (25), nerve regeneration (26) and differentiation, collagen synthesis (27,28) and proliferation of bone cells could be stimulated by low level laser therapy.

Because orthodontic tooth movement occurs by remodelling of alveolar bone, it has been thought that this process could be stimulated by low level laser therapy. However, the researches about this topic are inadequate and the results are controversial.



lazerin diş hareketi hızı üzerine etkileri de yeni bir araştırma konusu olmuştur. Ancak bu konuda yapılmış çalışmalar sayıca yetersiz olmakla birlikte dozaj ve sonuçlar konusunda fikir birliği oluşmamıştır.

Bu çalışmadaki amacımız, Nd:YAG lazer kullanımının maksiller kanin dişlerin distalizasyon hızı üzerine olan etkilerini değerlendirmektir.

BİREYLER ve YÖNTEM

Çalışmaya Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniğine tedavi olmak amacıyla başvuran, 15-19 yaşları arasında, 9'u kız, 5'i erkek olmak üzere toplam 14 hasta dahil edilmiştir. Çalışma için Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Etik Kurulu'ndan izin alınmış; uygun olan hastalara yapılacak işlemler anlatılıp prosedürü kabul edenlere 'Bilgilendirilmiş Onam Formu' imzalatılmıştır. Hastalar şu kısıtlara göre çalışmaya alınmıştır:

- Hastanın herhangi bir sistemik rahatsızlığının olmaması,
- Kemik metabolizması (ortodontik diş hareketi açısından) ile çıkışacak herhangi bir ilaç kullanmıyor olması (ör: analjezik, antiinflamatuvar, antibiyotik gibi),
- Hastaya şiddetli yer darlığı veya bimaxiller protrüzyon tanısı ile 2 veya 4 adet premolar çekimi endikasyonu konmuş olması,
- Daha önceden herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olması

Hastaların birinci premolar dişlerinin çekiminin ardından seviyeleme safhası ile tedaviye başlanmıştır. 0.014", 0.016", 0.018", 0.017"0.025" NiTi ve son olarak 0.017"0.025" çelik arkların kullanılması ile seviyeleme safhası tamamlanmış ve kanin distalizasyonuna geçilmiştir. Kanin distalizasyonu 0.016" 0.022" çelik arklar üzerinde 12 mm lik kapalı yaylar kullanılarak uygulanan 150 gr kuvvetle

The aim of this study was to evaluate the effects of Nd:YAG laser on maxillary canine distalization rate.

SUBJECTS and METHODS

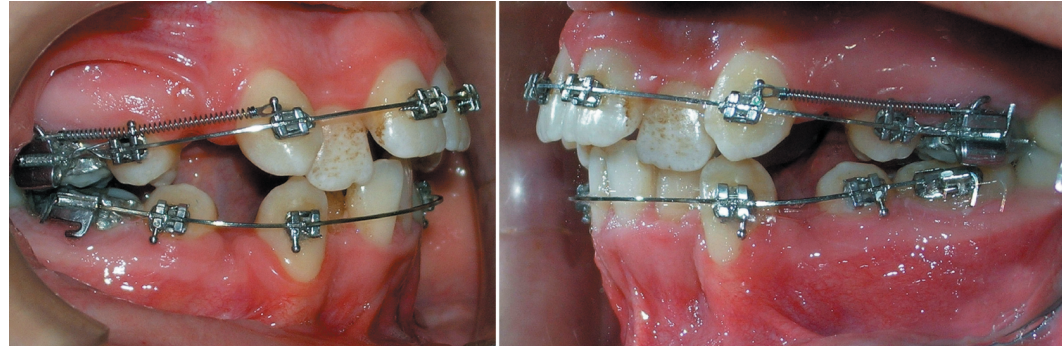
The study consisted of 14 patients (9 girls, 5 boys), who were 15-19 yrs old, and referred to Cumhuriyet University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics. Ethical approval was obtained from the Research Ethical Committee of Cumhuriyet University Faculty of Dentistry. The patients and their custodians were informed about the risks and benefits of the procedures performed. The subjects gave informed consent to participate in the study. Patients' inclusion criteria were:

- the patient shouldn't have any systemic illness,
- the patient shouldn't be under medical treatment that could interfere with orthodontic tooth movement (like analgesics, anti-inflammatory medicine or antibiotics),
- the patient should have a clinical indication for the extraction of at least maxillary first premolars,
- the patient shouldn't have undergone any orthodontic treatment before.

After the extraction of teeth, 0.014", 0.016", 0.018", 0.016"0.022" Nitinol and 0.017"0.025" stainless steel arch wires were used for aligning of dental arches. Afterwards canine distalization was performed by a 12 mm closed coil spring on a 0.016"0.022" stainless steel arch wire with force of 150 grams (Fig. 1). The right canines of the patients were included in laser application group and the left canines were included in control group. The roots of canines were separated into two parts as being gingival and apical area both on the vestibular and palatinal sides and each parts were irradiated for 10 seconds by Nd:YAG laser (DEKA, Smarty A10, Carlsbad,

Şekil 1: Seviyeleme sonrası kanin distalizasyonu safhası.

Figure 1: Canine distalization after leveling.





yapılmıştır (Resim 1.). Hastaların dental arklarının sağ tarafı lazer uygulama bölgesi; sol tarafı ise kontrol bölgesi olarak değerlendirilmiştir. Kanin dişlerin kökleri apikal ve gingival olmak üzere iki bölüme ayrılıp; bukkal ve lingual yüzlerden ayrı ayrı her iki bölüm için 10 snlik lazer uygulanmıştır. Apikal ve gingival bölümlerden lazer uygulanırken biyostimülasyon başlığı dişeti ile temas halinde mukozaya üzerinde gezdirilmiştir. Uygulamalar Nd:YAG lazer cihazı (DEKA, Smarty A10, Carlsbad, CA, ABD) ve biyostimülasyon başlığı (çap: 1,12 cm) kullanılarak, günün aynı saatinde olmak üzere kuvvet aktivasyonundan itibaren 1.,2.,3. ve 7. günlerde yapılmıştır (Resim 2). Lazer uygulaması, atım gücü (pulse power): 1 W, 1 atım süresi (pulse width): 100 ns, frekans (pulse repetition frequency): 10 Hz ve enerji yoğunluğu (energy density): 40 J/cm² olacak şekilde yapılmıştır. Kanin distalizasyonunun hemen öncesinde ve 1 aylık distalizasyon sürecinin sonunda hastalardan alınan ölçülerden elde edilen alçı modeller üzerinde dijital kumpas yardımıyla distalizasyon miktarları hesaplanmıştır. Bu amaçla kanin braketinin distal kenarı ile molar bant tüpünün mesial kenarı arası mesafe ölçülmüştür. Veriler SPSS 10.1 programı kullanılarak Mann-Whitney U testi ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda lazer uygulanan sağ tarafta ortalama distalizasyon miktarının 0.94 mm, kontrol bölgesi olan sol tarafta ise 1.15 mm olduğu bulunmuştur (Tablo 1). Kontrol grubunda kanin dişlerin distalizasyon miktarı çalışma grubuna göre daha fazla olmakla beraber istatistiksel anlamda bir fark saptanmamıştır (p=.294).

CA, USA) and its biostimulation probe (diameter: 1.12 cm) (Fig. 2). Biostimulation probe was moved on mucosa in contact position during irradiation. The pulse power was 1 W, pulse width was 100 ns, pulse repetition frequency was 10 Hz and energy density was 40 J/cm². Laser application was carried out at the same time on the 1st, 2nd, 3rd and 7th day of canine distalization period. The distalization amounts were defined on dental casts taken just before and at the end of the distalization period. Data was analysed with SPSS 10.1 by Mann-Whitney U analysis.

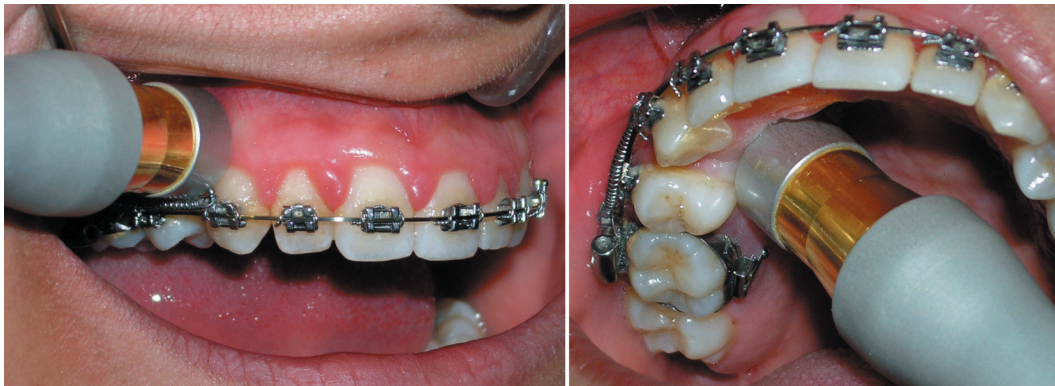
RESULTS

The mean distalization amount was 0.94 mm for the study group while it was 1.15 mm for the control group (Table 1). Although distalization amount was greater in the control group, the difference between two groups was not statistically significant (p=.294).

DISCUSSION

Laser irradiation has a variety effects on tissues ranging from biostimulation to photo-disruption. Arising effect in the tissue depends on the irradiation time and the energy density. The effects of laser radiation which are not accompanied by local temperature increase in tissues by more than 1°C are called 'biostimulating effects'. Such effects could be obtained with low and mid power lasers. For photochemical biostimulation, applications should be performed with low doses for long duration (29).

Many processes like collagen synthesis, nerve regeneration, bone repair and wound healing can be stimulated with laser radiation.



Şekil 2: Ağız içi lazer uygulaması.

Figure 2: Intra oral irradiation.



Tablo I: Lazer ve kontrol grupları distalizasyon miktarları.

Table I: Distalization amounts for laser and control groups.

Hasta / Case	Lazer / Laser (mm)	Kontrol / Control (mm)
1	0,1	0,7
2	0,6	0,8
3	1,3	1,4
4	0,9	1,4
5	1,1	1,6
6	0,7	1,1
7	1,0	0,9
8	0,6	0,8
9	0,9	1,0
10	1,1	1,8
11	1,3	1,9
12	1,9	1,9
13	0,8	0,1
14	0,9	0,8
Ortalama / Mean	0,94	1,15
P	0,294	

TARTIŞMA

Lazer ışınları dokular üzerinde biyostimülasyondan fotodistrupsiyona kadar çeşitli etkiler yaratmaktadır. Ortaya çıkacak etkiyi uygulama süresi ve güç yoğunluğu belirlemektedir. Lazer ışınlarının dokuda en fazla 1°C lik ısı artışı yaratarak oluşturduğu etkilere 'biyostimulan etkiler' denmektedir. Böylesi etkiler düşük ve orta güçteki lazerlerle elde edilmektedir. Fotokimyasal biyostimülasyon sağlamak için düşük dozlarla sık ve uzun süreli uygulamalar yapmak gerekmektedir (29).

Lazer ışınları ile kollagen sentezi, sinir rejenerasyonu, kemik tamiri ve yara iyileşmesi gibi birçok süreç stimüle edilebilmektedir.

Diş hekimliğinde de, oral mukozadaki aft ve ülseratif lezyonların tedavisi, bazı periodontal defektlerde kemik tamiri, implant sonrası osteointegrasyonun hızlandırılması gibi konularda biyostimülasyondan faydalanılabilmektedir. Örneğin Arisu ve Türköz (1064 nm Nd:YAG lazer, 20 mJ, 10 Hz, 10 sn, çap: 320 µm) çalışmalarında Nd:YAG lazer ışınlarıyla insan osteoblast hücrelerinin yaşama kapasitesi ve proliferasyonunun stimüle edilebildiğini bildirmişlerdir (30). Ueda ve Shimizu (830 nm GaAlAs diyot lazer, cw, 500 mW) ise lazer ışınlarıyla kemik formasyonunun önemli ölçüde stimüle edildiğini ve alkalen fosfataz seviyesinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir (31). Bu gibi çalışmalardan yola çıkılarak ortodontide dişe uygulanan mekanik kuvvet sonrasında oluşan inflamatuvar sürecin ve kemik remodelinginin stimüle edilebileceği düşünce si doğmuştur.

Lazer cihazı çalışılacak doku ve elde edilmek istenen etkiye göre seçilmektedir. Çalış-

In dentistry biostimulation is useful for treatment of aphtous ulcers, bone repair in some periodontal defects and acceleration of osteointegration after implantation. For instance, Arisu and Türköz (1064 nm Nd:YAG lazer, 20 mJ, 10 Hz, 10 sn, diameter: 320 µm) found that survival capacity and proliferation of human osteoblast cells could be stimulated with Nd:YAG lazer radiation (30). Ueda and Shimizu (830 nm Ga-Al-As diode lazer, cw, 500 mW) stimulated bone formation with lazer irradiation and showed that also alkaline phosphatase levels were increased significantly (31). Concordantly, it is thought that inflammatory process which develops after exerting mechanical forces on tooth and bone remodelling can be stimulated as well.

Type of lazer device is chosen according to target tissue and desired effect. Nd:YAG lazer we used emits light inside infrared area with a wavelenght of 1064 nm. Because absorption of infrared light is low by hemoglobin and water, the beams at this wavelenght penetrate deeper in tissues. Infrared light emitting lazer was chosen due to the aim of this study which is to stimulate bone cells placed under soft tissues and deeper in alveolus. Since Nd:YAG lasers generate photothermal effects, applications were done with biostimulation apparatus to defocalize the light (32).

When we searched the literature to decide the dose we would give, we found that researchers promoting low level lazer therapy as a useful treatment used doses of 2-54 J (2,33-35,38). However disagreeing researchers used doses of 8,1-27 J (36,37). As it's seen, it's not sensible to decide whether the amount of



mamızda kullandığımız Nd:YAG lazer cihazı, 1064 nm lik dalga boyu ile elektromanyetik dalga spektrumunda infrared bantta yer almaktadır. İnfrared ışınların hemoglobin ve su tarafından absorpsiyonu düşük olduğundan, bu aralıktaki dalga boyuna sahip ışınların dokuya penetrasyon derinliği yüksektir. Çalışmamızın amacı yumuşak dokunun altında bulunan kemik hücrelerini stimüle etmek olduğundan infrared dalga boyuna sahip bir lazer cihazı seçilmiştir. Ancak Nd:YAG lazerler fototermal etkiler oluşturduğundan ışınların fokalizasyonunun dağıtılabilmesi için uygulamalar cihazın biyostimülasyon başlığı ile yapılmıştır (32).

Çalışmada uygulanacak dozu belirlemek için geçmişte yapılmış çalışmalar incelendiğinde biyostimülasyonun ortodontik diş hareketi hızı üzerine olumlu etkisi olduğunu bildiren araştırmacıların 2-54 J arasında lazer enerjisi kullandıkları görülmektedir (2,33-35,38). Biyostimülasyonun ortodontik diş hareketi hızı üzerine etkisi olmadığı veya olumsuz etkisi olduğunu belirten araştırmacıların uyguladıkları doz ise 8,1-27 J arasında değişmektedir (36,37). Görüldüğü gibi doza (joule) dayanarak enerji yoğunluğu hakkında az veya çok şekilde yorum yapmak doğru değildir. Doğru yorum yapabilmek için ışınlamada kullanılan lazerin spot genişliğinin mutlaka bilinmesi gerekmektedir. Çünkü spot genişliği iki katına çıktığında uygulanan enerji yoğunluğu 4 kat azalmakta veya spot genişliği yarıya indiğinde enerji yoğunluğu 4 kat artmaktadır. Ancak ortodontik diş hareketi-düşük doz lazer terapisini konu alan dört hayvan çalışmasının (2,33,37,38) ikisinde (37,38); hastalar üzerinde yürütülen 3 çalışmanın (34-36) birinde (35) spot genişliğinden bahsedilmemektedir. Dolayısıyla zaten az olan kaynakların bazıları doğru yorumlanamamaktadır.

Ayrıca biyostimülasyonun diş hareketini hızlandırdığını belirten Cruz ve ark., çalışmalarında hastaların kanin dişlerine 10 noktadan lazer uygulamışlar (780 nm Ga-Al-As diyot lazer, cw, 20 mW, 5 J/cm²) ancak tek noktaya verdikleri enerjiyi esas almışlardır. Aslında kanin dişine uyguladıkları enerjinin yoğunluğu 50 J/cm² iken araştırmacılar bunu 5 J/cm² olarak ifade etmektedirler (34). Düşük doz lazer terapisini konu alan makalelerde yapılan buna benzer hesaplama farklılıkları anlam kargaşasına yol açmakta; yeni yapılacak araştırma-

energy's being low or high depending just on the dose (joule). Laser spot area should be known to be able to have an opinion about the energy density. Because when spot area is doubled, energy density decreases four times or if spot area is halved energy density becomes quadrupled. However, in two (37,38) of four animal studies (2,33,37,38) evaluating the effects of low level laser therapy on orthodontic tooth movement rate, laser spot areas were not defined. Same condition also consists in one (35) of three studies (34-36) about this topic performed on human beings. Besides there aren't enough studies about this topic, it couldn't be able to consider all of them as well.

Cruz et al studied about the effects of low level laser therapy (780 nm Ga-Al-As diode laser, cw, 20 mW, 5 J/cm²) and found that it's a useful method for accelerating tooth movement (34). They irradiated the tissue at ten points around canine teeth but they assessed the energy density just at one point. Though total energy amount they gave was 50 J/cm², they calculated it as 5 J/cm². Such calculation differences in laser therapy studies lead to mean differences and it becomes harder to determine the useful dose for further studies.

It's easy to define the effective dose for cell culture, but it's not easy for patients. Although the amount of energy can be calculated as surface area (cm²), it is not possible to assess the energy in three dimensions as volume (cm³). Besides, when the wavelength of the light gets longer, beams distribute in tissue in more elliptic form. Hence energy density in near-surface layers decreases but beams reach deeper layers in tissue (32). While the wavelengths used were near 780-860 nm in almost all studies about this topic, we used a wavelength of 1064 nm. For this reason it was thought that when tissue was irradiated with defined energy dose, the density of radiation of Nd:YAG laser we used would be less than the diode laser's at same tissue depth. That's why it was decided to irradiate the tissue with laser energy of 40 J/cm².

Luger et al irradiated the tissue with light energy of 64 J/cm² for 14 days. Although this dose's being very high for biostimulation, the researchers promoted that the energy amount at the target area was 3-6% of the total energy because scattering of light while transmitting



larda uygun dozu belirlemek zorlaşmaktadır.

Yapılan hücre kültürü çalışmalarında etkin doz kolaylıkla saptanabilirken; hasta ağızında uygun dozu belirlemek o kadar basit değildir. Proben yüzey alanına (cm^2) göre yüzeye verilen enerji net olarak hesaplanabilirken, 3 boyutlu (cm^3) olarak düşünüldüğünde dokuya etkiyen gerçek doz tam anlamıyla hesaplanamamaktadır. Ayrıca lazer ışınları, dalga boyu arttıkça doku içerisinde daha eliptik formda yayıldığından üst katmanlardaki enerji yoğunluğu azalmakta ve ışınlar daha derinlere ulaşmaktadır (32). Konuyla ilgili makalelerin hemen hepsinde 780-860 nm civarında dalga boyuna sahip ışınlar kullanılmışken; bizim kullandığımız lazer cihazının ışınları 1064 nm dalga boyuna sahipti. Dolayısıyla eşit miktarda enerji verildiğinde eşdeğer doku derinliğinde Nd: YAG lazer ışınlarının oluşturacağı enerji yoğunluğunun diyot lazer ışınlarına oranla daha az olacağı göz önünde bulundurularak bu çalışmada 40 J/cm^2 lik lazer uygulanmıştır.

Luger ve ark. çalışmalarında ratların tibialarında kırık oluşturmuş; 14 gün boyunca 64 J/cm^2 lik lazer uygulamışlardır (632,8 nm He-Ne lazer, cw, 35 mW, 30 dk.). Bu doz biyostimülasyon için oldukça yüksek olmasına rağmen araştırmacılar enerjinin doku katmanlarından geçerken saçıldığını (scattering), bu yüzden hedef alana ulaşan enerjinin verilen enerjinin sadece %3-6 'sı kadar olduğunu belirtmektedirler (39). Woodruff ve ark.'nın yaptığı meta-analiz çalışmasında düşük doz lazer terapisiyle ilgili belirlenen kriterlere uygun tüm makaleler gözden geçirilmiş; sonuçta yara iyileşmesinin biyostimülasyonu için etkin doz aralığı 19-32 J/cm^2 olarak belirlenmiştir (40). Ayrıca düşük doz lazer terapisinin ortodontik diş hareketi hızı üzerine etkisini değerlendiren Limpanichkul ve ark. (860 nm Ga-Al-As diyot lazer, cw, 100 mW, 184 s, çap:0,09 cm^2 , 25 J/cm^2) uygulanan 25 J/cm^2 'lik radyasyonun diş hareketi hızı üzerinde stimülasyon veya inhibisyon etkisi yaratmak için çok düşük olduğunu belirtmişlerdir (36). Tüm bunlar göz önüne alındığında, uygulanan dozun biyostimülasyon için uygun görülen değerlerden yüksek tutulmasına ve enerjinin daha homojen yayılması için uygulamaların birden fazla noktadan yapılmasına karar verilmiştir.

Çalışmamızda, lazer grubundaki hastalara

through the tissue (39). Woodruff et al determined the overall effects of laser therapy on tissue healing by aggregating the literature and subjecting studies meeting the inclusion and exclusion criteria to statistical meta-analysis. They stated that the effective dose for biostimulation of tissue healing was between 19 J/cm^2 and 32 J/cm^2 (40). Additionally, Limpanichkul et al (860 nm Ga-Al-As diode laser, cw, 100 mW, 184 s, diameter:0,09 cm^2 , 25 J/cm^2) found that the energy density of low level laser therapy at the surface level (25 J/cm^2) was too low to express either stimulatory or inhibitory effect on the rate of tooth movement (36). After considering whole of these, it was decided to keep the energy density higher than it's thought to be appropriate for biostimulation. Besides, irradiations were performed at four points for more homogeneous distribution of light.

After browsing the literature, we decided to irradiate 4 times in a week and applications were performed on 1st, 2nd, 3rd and 7th days. Kawasaki et al (830 nm Ga-Al-As diode laser, cw, 100 mW, r : 0,6 mm, 54 J, 35,3 W/cm^2) found that laser irradiation's stimulation effect came out in the early period of tooth movement (33). In another supporting study, Saito and Shimizu (830 nm Ga-Al-As diode laser, cw, 100 mW, diameter: 0,6 mm, 54 J, 35,3 W/cm^2) applied low level laser during expansion of midpalatal suture in rats and evaluated the effects of light on bone regeneration. As a result, they found that one time or late applications (5th or 6th days) are noneffective, while applications performed through 1st – 4th days generated successful results (41). Youssef et al evaluated the effects of low level laser therapy on canine distalization rate. They performed laser therapy (809 nm Ga-Al-As diode laser, cw, 100 mW, 80 s, 8 J) on 0th, 3rd, 7th, 14th days of distalization and promoted that low level laser therapy was a useful tool for accelerating tooth movement rate (35).

In this study low level laser therapy of 40 J/cm^2 was performed during distalization of maxillary canine teeth with 1064 nm Nd:YAG laser. Tooth movement was found slightly slower in the laser group although the difference's being biometrically insignificant ($p>0.05$). Also Seifi et al (Ga-Al-As diode laser, cw, 850 nm, 5 mW, 3 min - 630 nm, 10



1.,2.,3. ve 7. günlerde lazer uygulanmasına karar verilmiştir. Kawasaki ve ark. lazer ışınlarının (830 nm Ga-Al-As diyot lazer, cw, 100 mW, çap:0,6 mm, 54 J, 35,3 W/cm²) diş hareketinin erken evrelerinde stimülasyon etkisi oluşturduğunu bildirmektedir (33). Bunu destekleyen başka bir çalışmada Saito ve Shimizu (830 nm Ga-Al-As diyot lazer, cw, 100 mW, çap:0,6 mm, 54 J, 35,3 W/cm²), ratlarda mid-palatal suturun ekspansiyonu esnasında düşük doz lazer uygulayarak ışınların kemik rejenerasyonu üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada bir defalık veya geç dönemde (5-6 günler) yapılan uygulamaların faydası olmadığı; 1-4. günlerde yapılan uygulamaların başarılı sonuçlar oluşturduğu belirtilmektedir (41). Youssef ve ark. kanin distalizasyonu esnasında düşük doz lazer uygulamasının distalizasyon hızı üzerine etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında hastalara distalizasyonun 0., 3., 7. ve 14. günlerinde lazer terapisi uygulamışlar (809 nm Ga-Al-As diyot lazer, cw, 100 mW, 80 s, 8 J); sonuç olarak düşük doz lazer terapisinin diş hareketi hızını artırma açısından etkin bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (35). Literatürde yer alan çalışmalara bakarak biz de bir hafta içinde dört ayrı günde lazer uygulamasına yöneldik.

Bu çalışmada maksiller kanin dişlerin distalizasyonu esnasında 1064 nm Nd:YAG lazer cihazı ile 40 J/cm² lik lazer uygulaması yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analize göre, biyometrik olarak önemsiz düzeyde olsa da lazer grubunda diş hareketinin kontrol grubuna oranla daha yavaş gerçekleştiği saptanmıştır. Benzer sonuçlar bulan Seifi ve ark.'na (37) göre (850 nm Ga-Al-As diyot lazer, cw, 5 mW, 3 dk - 630 nm, 10 mW, 5 dk) diş hareketi miktarının azalması, lazer ışınlarının diş hareketinde önemli görevi olan prostaglandinleri inhibe etmesi yüzünden gelişmiş olabilir. Prostaglandin miktarının azalması arachidonic asit metabolizmasının baskılanmasıyla ortaya çıkmış olabilir. Bazı araştırmacılar (42,43,44) ise lazer ışınlarının osteoblastların osteositlere dönüşümünü geciktirerek hedef alanda daha uzun süre aktif kalmalarını sağladığını ve bu sayede kemik formasyonunun arttığını belirtmişlerdir. Goulart ve ark.(2), kemik dokusunun iyileşme hızının artması ve daha kalın kemik trabeküllerinin oluşmasıyla (45,46) daha matür bir kemikle karşılaşan dişin alveol içindeki hareketinin zorlaştığını; kontrol grubunda ise daha az

mW, 5 min) got similar results and indicated that this situation could be due to inhibition of prostaglandins which have important role in tooth movement by laser radiation (37). Depression of arachidonic acid metabolism may lead to decrease in prostaglandin levels. Preliminary studies demonstrated that low-intensity laser irradiation delays osteoblast differentiation into osteocytes, allowing them to be active for a longer period of time in the irradiated area, thus increasing the bone tissue formation (42,43,44). Goulart et al (2) acclaimed that the formation of thicker bone trabecula (45,46) together with the acceleration of bone tissue healing may cause an additional difficulty for orthodontic movement due to the early appearance of more mature bone tissue on the laser-irradiated alveolus; in the control group, the less organized and less dense bone tissue could facilitate orthodontic movement.

On account of the effects' of laser light on tissues coming into being in reference to 'Arndt-Schultz' law, wave length, output power and total irradiation energy determine the arising effect. Different results of several studies could be based on the differences in between dosage and device used. Unfortunately effective dose has not been determined yet. Executing the effects of laser on cellular secretions and molecular response in periodontal ligament may be helpful for this.

CONCLUSION

In conclusion, we could not observe any significant effect of low level laser radiation (40 J/cm²) on the tooth movement rate. This is probably due to the dose or wavelength of the radiation we used. Since the bio-stimulant effects of laser therapy has been shown in many studies, further studies with different doses should be performed to find out the appropriate dose.



organize ve daha az yoğun olan kemiğin diş hareketini kolaylaştırdığını bildirmişlerdir.

Lazerin dokular üzerindeki etkisi Arndt-Schultz kanunu'na göre meydana geldiğinden, istenen etkilerin elde edilebilmesinde belirleyici unsurlar, kullanılan dalga boyu, cihazın çıkış gücü ve dokuya verilen enerji miktarıdır. Çalışmalarda farklı sonuçlar bulunması kullanılan lazer cihazının ve uygulama dozlarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Etkin dozaj konusunda fikir birliği henüz sağlanamamıştır. Bu sorunun çözümü için diş hareketi esnasında uygulanan düşük doz lazer terapisinin periodontal ligamentteki hücrel sekresyonlar ve moleküler yanıt düzeyindeki etkilerinin açığa çıkarılması faydalı olabilir.

SONUÇ

Çalışmamız sonucunda uygulanan 40 J/cm²'lik düşük doz lazer ışınlarının diş hareketi hızı üzerine istatistiksel açıdan anlamlı bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Çalışmamız sonuçlarının, verilen enerji miktarı (40 J/cm²) veya dalga boyu (1064 nm) ile ilişkili olduğu; dozun düşük ya da yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla daha farklı enerji miktarı ve dalga boyunu içeren geniş kapsamlı çalışmalar planlanmaktadır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Lew KK. Attitudes and perceptions of adults towards orthodontics treatment in an Asian community. *Commun Dent Oral Epidemiol* 1991;21:31-35.
2. Goulart CS, Nouer PRA, Mouramartins L, Garbin IU, Lizerelli RDZ. Photoradiation and orthodontic movement: experimental study with canines. *Photomed Laser Surg* 2006;24:192-196.
3. Goodson JM, McClatchy K, Revell C. Prostaglandin induced resorption of the adult rat calvarium. *J Dent Res* 1974;53:670-677.
4. Dewhirst FE, Moss DE, Offenbacher S, Goodson JM. Levels of prostaglandin E2, tromboxane, and prostacyclin in periodontal tissue. *J Periodont Res* 1983;18:156-163.
5. Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E1 upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1984;85:508-518.
6. Chao CF, Shih C, Wang TM, Lo TH. Effect of prostaglandin E2 on alveolar bone resorption during orthodontic tooth movement. *Acta Anat* 1988;132:304-309.
7. Lee W. Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement with particular emphasis on the relationship to the method of PGE1 administration. *Am J Orthod* 1990;98:231-241.
8. Brudvik P, Rygh P. Root resorption after injection of prostaglandin E2 during experimental tooth movement. *Eur J Orthod* 1991;13:255-263.
9. Gray RW, Weber HP, Dominguez JH, Leamann J. The metabolism of vitamin D3 and 25-hydroxyvitamin D3 in normal anephric humans. *J Clin Endocrinol Metab* 1974;39:1045-1056.
10. Weishaar RE, Simpson UR. Vitamin D3 and cardiovascular function in rats. *J Clin Invest* 1987;79:1706-1712.
11. Collins KM, Sinclair MP. The local use of vitamin D3 to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1988;94:278-284.
12. Baran S. Sıçanlarda lokal uygulanan 1,25 dihidroksikolekalsiferolün iki farklı dozunun deneysel ortodontik diş hareketlerine etkilerinin araştırılması, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Diyarbakır 1992.
13. Gianelly AA, Schnur RM. The use of parathyroid hormone to assist orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1969;55:305.



14. Engström C, Granstrom G, Thilander B. Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism. *Am J Orthod* 1988;93:486-494.
15. Soma S, Yamashita K. Effect of continuous infusion of PTH on orthodontic tooth movement. *J Jpn Orthod Soc Abstr* 1997.
16. Burrow SJ, Sammon PJ, Tuncay OC. Effects of diazepam on orthodontic tooth movement and alveolar bone cAMP levels in cats. *Am J Orthod* 1986;90:102-105.
17. Karadede Mİ. Düşük doz aspirinin deneysel ortodontik diş hareketleri üzerine olan etkisinin sıçanlarda incelenmesi. Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Diyarbakır, 1992.
18. Wong A, Reynolds EC, West VC. The effect of acetylsalicylic acid on orthodontic tooth movement in the guinea pig. *Am J Orthod* 1992;102:360-365.
19. Chumbley AB, Tuncay OC. The effect of indomethacin (an aspirin-like drug) on the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1986;89:312-314.
20. Ohkawa S. Effects of orthodontic forces and anti-inflammatory drugs on the mechanical strength of the periodontium in the rat mandibular first molar. *Am J Orthod* 1982;81:498-502.
21. Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1987;91:91-104.
22. Mester E, Mester AF, Mester A. The biomedical effects of laser application. *Lasers Surg Med* 1985;5:31-39.
23. Boulton M, Marshall J. He-Ne laser stimulation of human fibroblast proliferation and attachment in vitro. *Lasers Life Sci* 1986;1:125-134.
24. Van BH, Bar PRD. 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 Surg Med* 1992;5:528-537.
25. Schultz RJ. Effects of varying intensities of laser energy on articular cartilage. *Lasers Surg Med* 1985;5:577-588.
26. Anders JJ, Borke RC, Woolery SK. Low power laser irradiation alters the rate of regeneration of the rat facial nerve. *Lasers Surg Med* 1993;13:72-82.
27. Abergel RP, Meeker CA, Lam TS. Control of connective tissue metabolism by lasers: Recent developments and future prospects. *J Am Acad Dermatol* 1984;11:1142-1150.
28. Balboni GC, Brandi ML, Zonfrati R. Effects of He-Ne/I:R: Laser irradiation on two lines of normal human fibroblasts in vitro. *Arch Ital Anat Embriol* 1986;91:179-188.
29. Glinkowski W, Pokora L. *Lasers in Therapy*. Warsaw, 2001.
30. Arisu HD, Türköz E, Bala O. Effects of Nd:Yag laser irradiation on osteoblast cell culture. *Lasers Med Sci* 2006;21:175-180.
31. Ueda Y, Shimizu N. Pulse irradiation of low power laser stimulates bone nodule formation. *J Oral Sci* 2001;43:55-60.
32. Tuner J, Hode L. *Laser therapy: Clinical practice and scientific background*. Sweden, Prima Books, 2002.
33. Kawasaki K, Shimizu NV. Effects of low-energy irradiation on bone remodelling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg and Med* 2000;26:282-291.
34. Cruz D, Kohara E, Ribeiro M, Wetter N. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med* 2004;35:117-120.
35. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med Sci* 2008;23(1):27-33.
36. Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattana-yatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofacial Res* 2006;9:38-43.
37. Seifi M, Shafeei HA, Daneshdoost S. Effects of two types of low-level laser wave lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movements in rabbits. *Lasers Med Sci* 2007;22:261-4.
38. Sun X, Zhu X, Xu C, Ye N, Zhu H. Effects of low energy laser on tooth movement and remodeling of alveolar bone in rabbits. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2001;19(5):290-3.
39. Luger EJ, Rochkind S, Wollman Y, Kogan G, De-keel S. Effect of low-power laser irradiation on the mechanical properties of bone fracture healing in rats. *Lasers Surg Med* 1998;22:97-102.
40. Woodruff L, Bounkeo J, Brannon W, Dawes KS, Barham CD, Waddell DL, Enwemeka C. The efficacy of laser therapy in wound repair: a meta analysis of the literature. *Photomed Laser Surg* 2004;22(3):241-247.
41. Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(5):525-32.
42. Garavello-Freitas I, Baranauskas V, Joazeiro PP. Low-power laser irradiation improves histomorphometrical parameters and bone matrix organization during tibia wound healing in rats. *J Photochem Photobiol* 2003;70:81-89.
43. Guzzardella GA, Fini M, Torricelli P. Laser stimulation on bone defect healing: an in vitro study. *Lasers Med Sci* 2002;17:216-220.
44. Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G. Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone* 1998;22:347-354.
45. Freitas IGF, Baranauskas V, Cruz-Höfling MA. Laser effects on osteogenesis. *Appl Surface Sci* 2000;154:548-554.
46. Dörtbudak O, Haas R, Mailath-Pokorny G. Effect of low-power laser irradiation on bony implant sites. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:288-292.