



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Düşük Enerji Seviyeli Lazer Uygulamasının Hızlı Üst Çene Genişletmesi Sonrası Midpalatal Sutura da Kemik Rejenerasyonu Üzerine Etkisi

Effect of Low-Level Laser Therapy on Bone Regeneration in Midpalatal Suture after Rapid Maxillary Expansion

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı hızlı üst çene genişletmesi sonrası midpalatal suturaya düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının suturada kemik rejenerasyonu üzerine etkisini bilgisayarlı tomografi kullanarak değerlendirmektir. **Bireyler ve Yöntem:** Bu çalışma yaşları 10 ile 15 arasında değişen tek taraflı ya da çift taraflı çapraz kapanışla birlikte gözenen iskeletsel maksiller yetersizlik (>5 mm) gözlenen toplam 30 hasta üzerinde yürütülmüştür. Hızlı üst çene genişletmesi amacıyla bütün hastalara hyrax apareyi uygulanmıştır. 30 hasta lazer grubu ($n=15$) ve kontrol grubu ($n=15$) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Hyrax apareyi sabah ve akşam bir tur olmak üzere günde iki tur aktive edilmiştir. Çalışmada diyet lazer kullanılmıştır ($3 W, \lambda = 810 \text{ nm}, \theta = 3,5 \text{ cm}^2$). Lazer 48 saat aralıkla toplam 5 seans uygulanmıştır. Lazer sürekli modda ve her seans 15 sn uygulanmıştır. Aktarılan toplam enerji 45 j ve enerji yoğunluğu 13 j/cm^2 'dir. Lazerin başlığı üst kesici dişlerin singulumlarının arkasına yerleştirilerek uygulama yapılmıştır. Lazer grubundan son lazer seansından 1,5 ay sonra, kontrol grubundan ise genişletmenin tamamlanmasından 3 ay sonra düşük doz bilgisayarlı tomografi kayıtları alınmıştır. Densite hounsfield unit olarak ölçülmüştür. **Bulgular:** Kontrol ve lazer gruplarında midpalatal suturanın kemik yoğunlukları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır. ($p>0,05$) Midpalatal suturanın kemik densitesi her iki grupta da neredeyse aynı Hounsfield Unit değerindedir. **Sonuçlar:** Hızlı üst çene genişletmesi sırasında düşük enerji seviyeli lazer uygulaması retansiyon süresini kısaltmakta ve midpalatal suturada kemik rejenerasyonunu hızlandırmaktadır. Median suturadaki kemik yoğunluğu temelinde değerlendirildiğinde, 3 aylık stabilite 1,5 ay sonra elde edilebilmiştir. Hızlı üst çene genişletmesi sonrası düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının retansiyon süresi ve stabilite üzerinde etkin bir rolü olabilir. (Türk Ortodonti Dergisi 2011;24:83-96)

Anahtar Kelimeler: Düşük enerji seviyeli lazer terapisi, hızlı üst çene genişletmesi, kemik dansitesi, retansiyon.

Gönderme: 17.06.2011
Kabul: 13.07.2011

SUMMARY

Aim: The aim of this study is to evaluate the effects of low level laser therapy (LLL) on bone regeneration in the midpalatal suture after rapid maxillary expansion. **Subjects and Methods:** The study sample comprised thirteen patient aged between 10 and 15 years old with maxillary transverse deficiency (≥ 5 mm) and bilateral or unilateral posterior crossbite were included. All patients underwent rapid maxillary expansion with the use of Hyrax expander and subjects were divided into 2 groups: control group ($n=15$) and laser group ($n=15$). The patient's parents were instructed to activate Hyrax expander by turning the screw one turn in the morning and another turn in the evening. A diode laser ($3 W, \lambda = 810 \text{ nm}, \theta = 3,5 \text{ cm}^2$) was used. The laser was applied in 5 sessions with intervals of 48 hours. The laser was applied in continuous mode and for the 15 seconds at each point. The delivered energy was 45 j and energy density was 13 j/cm^2 . The laser probe was placed behind the singulum of incisors. Multi-slice low dose Computer tomography scans were taken 1,5 months later after final laser application in laser groups and 3 months later in control group. Density was measured in Hounsfield unit. **Results:** The difference in bone density of midpalatal suture between control and laser group was not statistically significant ($p > 0.05$). Bone density in midpalatal suture of two sample groups is almost equal as Hounsfield Unit. **Conclusion:** Low level laser therapy shortens retention period, accelerates bone regeneration in midpalatal suture during rapid maxillary expansion. Evaluated in terms of bone ossification in the median suture, 3 months of stability could be achieved after 1.5 months. Low level laser application after rapid maxillary expansion can play an active role on the retention time and stability. (Turkish J Orthodont 2011;24:83-96)

Key Words: Low level laser therapy, Rapid maxillary expansion, Bone density, Retention.

Submitted: 17.06.2011
Accepted: 13.07.2011



Dr. Furkan DINDAROĞLU*
Doç.Dr. Gökhan ÖNÇAĞ*
Dr. Sultan ÖLMEZ*
Prof.Dr.Servet DOĞAN*
Dr. Özlem GÜMRÜKÇÜ-
ERTÜRK**

Ege Üniv. Diş Hek. Fak.
*Ortodonti A. D. ve ** Diş
Hast. ve Ted. A. D. İzmir /
* Ege Univ. Faculty of
Dentistry Dept. of
*Orthodontics and **Operative
Dentistry, Izmir, Turkey

Yazışma Adresi/ Corresponding Author:

Dr. Furkan Dindaroğlu
Ege Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı
35100 Bornova, İzmir/ Turkey
Tel: +90 232 388 0326
Faks: +90 232 388 0325
E-posta:
furkan.dindaroglu@ege.edu.tr





GİRİŞ

Hızlı üst çene genişletmesi (RME) maksillanın transversal yetersizliği, yalancı Sınıf III anomalisi, rinolojik ve respiratuar rahatsızlıkları bulunan büyüme çağındaki hastalarda kullanılan etkili bir yöntemdir (1-4). Maksillanın transversal anomalilerinin palatal suturun açılması ile ortopedik tedavisine ilişkin ilk vaka Angell' a aittir (5). Haas 1961 yılında RME' ye yeniden değinmiş ve 1970 yılında bu tedavinin büyüme döneminde ideal sonuçlanacağını vurgulamıştır (1,6).

Diğer tıbbi lazer uygulamaların tersine düşük enerji seviyeli lazer uygulaması (LLLT) termal bir mekanizmanın aksine, bitkilerde gerçekleşen, ışığın emildiği ve kimyasal bir dönüşümün gerçekleştiği fotosentez sürecine benzeyen fotokimyasal bir etki oluşturmaktadır (7). Kızılötesi ya da kızılötesine yakın spektrumda (600nm-1000nm) uygulanan LLLT; fotokimyasal, fotoelektrik ve fotoenerjitik reaksiyonlarla indüklenen hücrel fotobiyomodülasyon ve terapötik cevapları desteklemektedir (8).

Hayvanlar üzerinde yürütülen ve hızlı üst çene genişletmesi ya da kemik kırıkları ile birlikte LLLT (GaAs, GaAlAs) uygulanan histopatolojik çalışmalar, lazer uygulanmayan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında LLLT ile fibroblast çoğalmasında ve osteoid doku miktarında artışın meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Böylece lazer uygulanmayan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha hızlı kemikleşmenin ve kemik mineral densitesinde artışın gerçekleştiği bildirilmiştir (11-13).

Düşük enerji seviyeli lazer uygulaması (LLLT) doku rejenerasyonunun desteklenmesi, enflamasyonun azaltılması ve ağrının giderilmesi için patoloji üzerine ışın (genellikle düşük güçte lazerler ya da 1 mW – 500mW aralığında LED) uygulanmasıdır. Düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının biyostimülasyon etkileri arasında; doku iyileşmesi (25,26), fibroblast artışı (27,28) ve kondral çoğalma (29), kollajen sentezi (30,31) ve sinir rejenerasyonu (32) sayılabilir. Günümüze ait çalışmalarda özellikle lazer terapisi ile kemik rejenerasyonunun hızlandırılması konusuna odaklanılmıştır (8,13).

In vivo çalışmalar, düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının yara iyileşmesini; kemik

INTRODUCTION

Rapid maxillary expansion (RME) is an effective method in growing patients with transversal deficiency of maxilla, pseudo-class III abnormalities, and nasal and respiratory diseases (1-4). The first case of palatal suture opening with orthopedic management in transversal deficiencies of maxilla was reported by Angell (5) Haas referred to RPE in 1961 and emphasized that the result of this treatment would be ideal in the growth period (1,6).

Unlike other medical laser procedures, LLLT is not a thermal mechanism, but rather a photochemical effect comparable to photosynthesis in plants whereby the light is absorbed and exerts a chemical change(7). Low-level lasers, in the red spectral region and near infrared regions (600-1000nm), promote cellular photobiomodulation effects and therapeutic responses induced by photochemical, photoelectric, and photoenergetic reactions (8).

Histopathological studies conducted in animals with bone fractures or rapid maxillary expansion (RME) that received LLLT (GaAs, GaAlAs) revealed an increase in fibroblast proliferation and osteoid tissue amount, which indicated faster ossification and increased bone mineral density (BMD) when compared with the unirradiated control group (9-11).

Low level laser therapy (LLLT) is the application of light (usually a low power laser or LED in the range of 1mW – 500mW) to a pathology to promote tissue regeneration, reduce inflammation and relieve pain. Various biostimulatory effects of low-energy laser irradiation include wound healing (25,26), fibroblast (27,28), and chondral proliferation (29), collagen synthesis (30,31) and nerve regeneration (32). In particular, the acceleration of bone regeneration by laser treatment has been a focus of contemporary research (8,13).



rejenerasyonun
osteoid dokunun
damarlanmasını
hücrelerin çoğalması
ile kemik oluşumunu
desteklemek için
gösterebilir.

Saito ve arkadaşları
çalışmalarında
palatal suturun
hızlanarak açılması
uygulanmış lazer
ortaya çıkarmış
midpalatal suturun
için ihtiyacı olduğunu
kısaltılmıştır.

Angell ve arkadaşları
üst çene genişletmesi
düşük enerji seviyeli
anterior çene genişletme
densitesinde artışın
araştırılmıştır.
radyasyonun etkileri
moleküler düzeyde
uygulanmış lazer
rejenerasyonun hızlandırılması
varmış olabilir.

Bu çalışmada
bireyle karşılaştırıldığında
sırasındaki artışın
enerji seviyeli lazer
formasyonunun hızlandırılması
düşük enerji seviyeli

BİREYLER

Bu çalışmada
Fakültesi Ortodonti
ortodonti uzmanı
genişletme için
yürütülen çalışmada
7 kız) kontrol grubu
grubuna karşılaştırıldığında
yaşları ortalaması
bireyle karşılaştırıldığında
ortalama değeri

Çalışmada
Transversal çene genişletme
bulunmuş ve bu bulguların
bulunmuş ve bu bulguların
erişilmiş ve bu hikayenin



rejenerasyonunu hızlandırarak, trabeküler osteoid doku formasyonunu stimule ederek, damarlanmayı arttırarak ve osteosit hücrelerinin fonksiyonlarının modülasyonu ile kemik kallus reaksiyonunun hızlanmasını destekleyerek olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Saito ve ark (10) fareler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, LLLT ile RME sonrasında palatinal suturada kemik formasyonunda hızlanma olduğunu belirtmişlerdir. Bu uygulama ile RME sonrasında geri dönüşün ortaya çıkma riskinin azaltılabileceği, ayrıca midpalatal suturada yeterli kemik oluşumu için ihtiyaç duyulan retansiyon süresinin de kısaltılabileceği sonucuna varmışlardır.

Angeletti ve ark (8) cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi (SARME) sonrasında düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının anterior midpalatal suturadaki kemik densitesi üzerine etkisini in vivo olarak araştırmışlardır. Dijital periapikal radyografiler kullanarak yapılan değerlendirmeler ile SARME sonrasında LLLT uygulamasının anterior suturada kemik rejenerasyonunu hızlandırdığı sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmanın amacı; büyüme çağındaki bireylerde hızlı üst çene genişletmesi sırasında median suturaya uygulanan düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının kemik formasyonu üzerinde etkisi yoktur hipotezini düşük doz tomografi kullanarak test etmektir.

BİREYLER ve YÖNTEM

Bu çalışma Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda rutin ortodontik tedavi sürecince hızlı üst çene genişletmesi ihtiyacı olan 30 hasta üzerinde yürütülmüştür. Bu 30 hastanın 15 i (8 erkek, 7 kız) kontrol grubunu oluşturmaktadır ve bu gruba lazer uygulanmamıştır. Kontrol grubunun yaş aralığı 12-15 yaş, ortalama yaşları ise 14,1 yıldır. Çalışma grubundaki bireylerin ise yaş aralığı 12-15 yıl ve yaş ortalamaları 13,6 yıldır.

Çalışmaya dahil olma kriterleri; (1) Transversal yönde maksiller iskeletsel darlığın bulunması, 5 mm den daha fazla yer ihtiyacı bulunan çift taraflı çapraz kapanışın bulunması, (2) iskeletsel olgunluğa erişilmemiş olunması (3) maksillada travma hikayesinin olmaması ya da bu bölgeye

In vivo studies showed that low level laser therapy has positive effects on wound healing by accelerating bone regeneration, stimulating trabecular osteoid tissue formation, enhancing vascularisation, promoting faster metabolism and reaction of bone callus by modulating the function of osteocytes.

Saito and ark (10) studied with rats and defined acceleration in palatinal suture bone formation after RME with LLLT. They concluded that this application could reduce the RPE relapse risk and retention duration required for sufficient bone formation in midpalatal suture.

Angeletti et al (8) investigated the effects of LLLT on the anterior midpalatal suture bone density after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) in vivo. They concluded that LLLT after SARME accelerates bone regeneration in the anterior suture by using digital periapical radiographies.

The purpose of this study was to test the null hypothesis that LLLT does not effect bone regeneration in median suture after rapid maxillary expansion by CT in growing up individuals thus bone density of midpalatal suture in laser (1.5 months) and control groups (3 months) is not equal.

SUBJECTS and METHODS

Our study sample comprised 30 patients who needed RME during the routine orthodontic treatment procedures. Of them, 15 were in the control group (8 males, 7 females) and not treated with LLLT. Ages of the study and control samples ranged between 12 and 15 years and means were 14.1 and 13.6, respectively.

Inclusion criteria were as follows: 1) Presence of transversal skeletal maxillary deficiency, presence of bilateral cross-bite which requires a space of 5 mm or more, 2) skeletal immaturity, 3) no trauma or radiotherapy history for maxilla, 4) no surgical interventions to the study area 5) no





radoterapi uygulanmamış olması (4) çalışma bölgesine cerrahi bir müdahale yapılmamış olması (5) düşük enerji seviyeli lazer uygulaması için kontrendikasyon bulunmaması (6) yeni kemik oluşumuna etki edebilecek doğrudan ya da dolaylı herhangi sistemik hastalığın bulunmaması (7) apareyin doğru aktive edilebilmesi için sözlü uyarılara açıklık ve ebeveyn için yeterli el becerisinin bulunması (8) maksillomandibular bölgede deformasyon ile birlikte gözlenebilen sendrom gözlenmemesi (9) dudak-damak yarığının bulunmaması olarak sıralanmıştır.

Apareyin Dizaynı ve Aktivasyonu

Transversal genişletme için akrilik bonded hyrax apareyi kullanılmıştır. Akrilik kısım dişlerin bukkal, okluzal ve palatinal yüzeylerini kaplayacak şekilde yapılmıştır. Akrilin mukoza üzerine taşması engellenerek, palatinal mukozada enflamasyon gelişimi engellenmiştir. Hyrax vidası birinci premolar dişler arasında median palatinal suturaya olabildiğince yakın olacak şekilde yerleştirilmiştir. Akrilin okluzal yüzeye bakan yüzeyi yeterli kalınlığın olmasına dikkat edilerek möllenmiş ve maksimum diş teması sağlanmıştır. Böylece çiğneme alanı artırılmıştır. Akrilik hyrax ekspansiyon apareyi ağza simante edildikten sonra hastalar; apareyin aktivasyonu ve apareyin temizliği konusunda bilgilendirilmiştir. Apareyin aktivasyonu sabah ve akşam vıda bir tur (toplam 0.4 mm aktivasyon) çevrilerek yapılmıştır. Yeterli genişleme elde edildikten sonra vıda sabitlenmiş ve retansiyon sürecine geçilmiştir.

Lazer Uygulaması

Çalışmamızda düşük enerjili lazer kaynağı olarak diyot lazer (Biolase; Laser smile marka, 810 nm, 3 W, 45 J/session, 5 seans, 15 saniye, 10gün) kullanılmıştır. Lazer ışınları dokulara 3,5 cm² genişliğindeki fiberoptik aktarım sistemi ile iletilmiştir. Prob median suturaya paralel tutularak ışınların suturaya dik ulaşması sağlanmıştır. Prob palatinal mukoza ile mümkün olduğu kadar sıkı temas oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. İlk lazer uygulaması genişletme için son çevirmenin yapılmasından hemen sonra aynı gün içerisinde yapılmıştır. Lazer uygulaması

contraindications for LLLT, 6) absence of any systemic disease which can interfere directly or indirectly with new bone generation, 7) in order to activate the appliance properly, for the patient being responsive to the verbal stimulations, and for the parents having sufficient handcraft, 8) absence of any syndromes with deformations in maxillomandibular area, 9) absence of cleft lip/palate.

Design and Activation of the Appliance

For transversal expansion acrylic bonded hyrax appliance was used. The acrylic part was designed to cover the buccal, occlusal and palatinal surfaces of the teeth. Inflammation of the palatinal mucosa was prevented by avoiding the acrylic from overlaying the mucosa. The Hyrax screw was located between the first premolar teeth, as close as possible to the median palatal suture. The occlusal surface of acrylic was eroded with paying attention to leave enough thickness and so maximum teeth contact was provided and the chewing surfaces were increased. After the cementation of hyrax expansion appliance, patients were informed about how to activate and clean it. The appliance was activated by turning the screw once 2 times per day (totally 0.4 mm activation), in the morning and at night. After obtaining sufficient expansion, the screw was fixed and retention was started.

Laser Application

In this study we used diode laser (Biolase; Laser smile brand, TOWN, COUNTRY ?? 810 nm, 3 W, 45 J/session, 5 sessions, 15 seconds, 10 days) as low energy laser source. Laser beams were transmitted to tissues through the 3.5 cm wide fiberoptic transmit system. Probe was applied parallel to the palatinal suture so the beams were transmitted to tissue vertically and it was placed in punctual contact with the mucosa as much as possible. The first laser administration was in the same day, right



10 gün
şekilde
süreklili
Bu şekli
enerji
belirle
aktarıla
yoğunl
bireyle

BT i
Değ

Çalı
son sea
ise çe
sonra c
kayıtlar

BT k
ŞEHİR;
volume
pozisyo
tutulm
sürmüş
pilot i
böylec
hastan
Lens v
bölgele
BT yu
çekilm
ortamı
ye kay
maxille
Volume
Images
softwar
Bütün
aynı te
ölçüml
yapılm

Bilgi
çalışma

Sağ
belirle
üzerin
yapıda
işaretle
kesitte
belirle
çalışm
Çalışm
arasınd
başlaya



10 gün süre içerisinde iki günde bir olacak şekilde 5 seans olarak planlanmıştır. Lazer sürekli modda her seans 15 sn uygulanmıştır. Bu şekilde dokulara ulaştırılan enerji 225 J ve enerji yoğunluğu 65 J/cm olarak belirlenmiştir. Her uygulama seansında aktarılan toplam enerji 45 J ve enerji yoğunluğu 13 J/cm'dir. Kontrol grubundaki bireylere lazer uygulanmamıştır.

BT ile Kemik Yoğunluğunun Değerlendirilmesi

Çalışma grubundan, lazerin uygulandığı son seanstan 1.5 ay sonra kontrol grubundan ise çevirmenin tamamlanmasından 3 ay sonra düşük doz bilgisayarlı tomografi (BT) kayıtları alınmıştır.

BT kayıtları, Toshiba Aquilon 64 (MODEL; ŞEHİR; ÜLKE) ile 0,5 mm kesit kalınlığında volumetrik olarak alınmıştır. Hastalar supine pozisyonunda getirilmiş ve baş gantri içinde tutulmuştur. Çekimler yaklaşık 8-10 sn sürmüştür. Görüntülerin elde edilmesinde pilot imaj çift yönlü olarak alınmış ve böylece otomatik doz ayarı yapılarak hastanın minimum doz alması sağlanmıştır. Lens ve troid gibi alanlar korunarak bu bölgeler kesit alanı içerisine sokulmamıştır. BT yumuşak ve sert doku rezolusyonlu çekilmiştir. Elde edilen veriler bilgisayar ortamında ölçüm yapabilmek amacıyla CD ye kayıt edilmiştir. Alınan görüntülerde maxillofacial bölge işaretlenmiştir. Volumetrik tomografi kayıtları Vitrea 2 (Vital Images, Minnetonka, Minnesota, ABD) software ile volumetrik olarak incelenmiştir. Bütün hastaların bilgisayarlı tomografileri aynı teknisyen tarafından çekilmiştir. Densite ölçümleri aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Bilgisayarlı tomografi kayıtları üzerinde çalışma alanı şu şekilde belirlenmiştir:

Sagittal kesitler üzerinde horizontal kesitte belirlenen orta hattan geçen düzlem üzerinde anterior maksiller dentoalveoler yapıda A noktası belirlenmiş ve 4 mm distali işaretlenmiştir. (Şekil 1) Frontal kesitte sagittal kesitte A noktasının 4 mm distalinde belirlenen nokta üzerinden geçecek şekilde çalışma yapılacak düzlem belirlenmiştir. Çalışma düzleminde üzerinde iki santral diş arasında dentoalveoler kret tepesinden başlayarak 10 mm yüksekliğinde trapezoid

after the last turn for expansion. Application was planned to be every other day in 10 days as 5 sessions and duration was 15 seconds in the continuous mode. With this approach, the energy transmitted to the tissues and energy density was determined to be 225 J and 65 j/cm . Total energy and energy density transmitted in every session were 45 J and 13 j/cm , respectively. Control group didn't get any laser application.

Bone Density Evaluation with CT

Low-Dose CT was performed 1.5 months after the last laser application in the study group and 3 months after the turning was completed in the control group.

CT records were taken volumetrically with Toshiba Aquilon (Toshiba Medical Systems, Otawara Toshigi, Japan) 64 as 0.5 mm thick sections. The patients were in supine position and their heads were held in gantry. Scanning lasted for 8-10 seconds. A two-way pilot image was taken, so the patient received minimum dose by automatic dose setting. Regions like lens and thyroid were not included in the scanning area in order to protect them. CT was performed with soft and hard tissue resolution. The data was recorded on a CD for computerized measurements. Maxillofacial region was labeled in the images. The volumetric tomography records were evaluated volumetrically with Vitrea 2 (Vital Images, Minnetonka, Minnesota, USA) software. All the CTs were performed by the same technician. All the densities were measured by the same researcher.

The investigation area on the CT records was determined as follows:

The A point of the anterior maxillary dentoalveolar structure was determined on the sagittal sections by using the horizontal midline plane and 4 mm distal of it was marked (Figure 1). The investigation plane on the frontal section was determined as passing over the marked point in previous step. On





Tablo 1. Lazer ve kontrol gruplarında kemik densitesi ölçümleri

Table 1. Measurement of bone density in laser and control groups.

Grup /Group	N	HU Değerleri / HU Values			Test	SS/ SD
		Min.	Maks. / Max.	Ortalama / Mean		
Lazer / Laser	15	290,8	691,3	474,7	*	97,9
Kontrol / Control	15	244	673,3	472,1		123,2

* >0.05

alan oluşturulmuştur. (Şekil 2) Kemik yoğunluğu Hounsfield Unit (HU) olarak hesaplanmış ve not edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Kontrol ve lazer gruplarından rastgele seçilen 15 birey dansite ölçümleri 1 ay sonra aynı araştırmacı tarafından tekrarlanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerle yapılan karşılaştırmalar sonucunda Pearson Korelasyon testinin sonuçları normal sınırlarda, 0,87 ve 0,94 değerleri arasında bulunmuştur. Lazer ve kontrol gruplarından elde edilen dansite ölçümleri eşleştirilmiş T Test ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR

Ölçümleri yapılan 30 bireye ait HU değerleri Tablo 1 de verilmiştir. Hem kontrol grubunda hem de lazer uygulanan grupta yapılan ölçümlerde ölçülen değerler arasında varyasyonlar bulunmakla birlikte, ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. ($p>0.05$) Lazer grubunda

the investigation plane of the frontal section, a 10 mm high trapezoidal area was formed starting from the dentoalveolar crest, between the two central incisors (Figure 2). The bone density was calculated and noted as Hounsfield Unit (HU).

Statistical Analysis

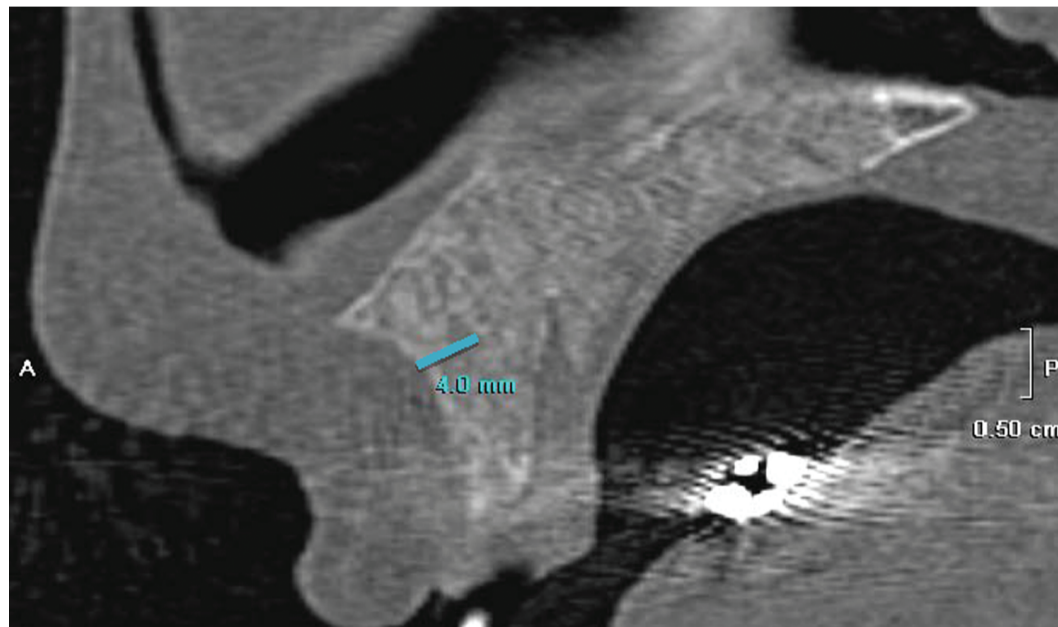
The density measurements of either laser or control groups of 15 randomly selected subjects were repeated after 1 month by the same researcher. It was found that the Pearson correlations between the two sets of measurements were normal, between 0.87 and 0.94. Paired sample T test was used to compare the density measurements between laser group and control group.

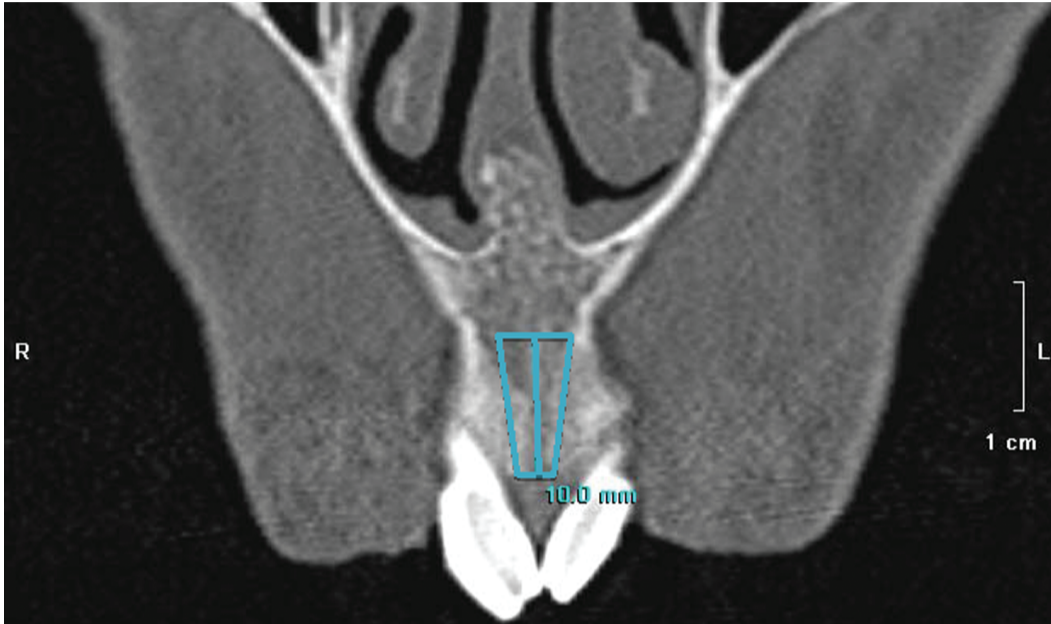
RESULTS

Hounsfield Unit values of 30 individuals are shown in Table 1. Although there were

Şekil 1. Yeni oluşan kemiğin bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde dansite ölçümleri. Maksiller dentoalveoler bölgede A noktasının 4 mm distali.

Figure 1. Density measurement of newly formed bone on computed tomography images. The 4 mm distal of the A point of the anterior maxillary dentoalveolar structure.





Şekil 2. Yeni oluşan kemiğin bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde dansite ölçümleri. Frontal kesitte elde edilen çalışma düzleminde, santral kesici dişler arasında alveol kret tepesinden başlayarak 10 mm yüksekliğinde trapezoid alan oluşturulmuştur.

Figure 2. Density measurement of newly formed bone on computed tomography images. The investigation plane on the frontal section a 10 mm high trapezoidal area was formed starting from the dentoalveolar crest, between the two central incisors.

ortalama dansite değeri $474,7 \pm 97,9$ HU, kontrol grubunda ise $472,1 \pm 123,2$ HU' dur.

TARTIŞMA

Çalışmamızda 1,5 ay (45 gün) sonra lazer gurubundan elde edilen kemik rejenerasyonu ile 3 aylık (90 gün) süre sonunda elde edilen rejenerasyon arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın bulunmaması 3 ayın sonunda devam eden kemikleşmeye bağlı stabilitenin yarı yarıya daha kısa sürede elde edilebileceğini göstermektedir. Bu veriler hipotezi desteklememektedir ve bu nedenle hipotez reddedilmiştir.

Çeşitli araştırmalar lazer uygulamasının kemik iyileşmesi üzerine etkisini histokimyasal ve biyomekanik özelliklere göre karşılaştırmıştır. Ancak lazerin kemik iyileşmesindeki kesin mekanizması belirsizdir. Düşük güçte Ga-As-Al lazer uygulaması kemik iyileşme sürecinde etkilidir. Çünkü lazer yeni kemik oluşumu sırasında kalsiyumun taşınmasını etkilemektedir (12). Kusakari ve ark. (14) lazer uygulaması ile kemik oluşumunun arttırıldığını, protein ve DNA sentezinin stimule edildiğini ve UMR-106 osteoblast-benzeri hücrelerinde ALP aktivitesini yükseltildiğini bildirmişlerdir.

LLLT için uygulanan dozun yanında uygulamanın zamanlaması ve uygulama şekli de önemlidir (10). Lazer uygulamasının RME'nin erken dönemde yapılması

intragroup measurement variations, the difference between the means were not statistically significant. ($p>0.05$). The mean value of density in laser group was 474.7 ± 97.9 and 472.1 ± 123.2 in control group.

DISCUSSION

There was no statistically significant difference between bone regeneration with LLLT after 1.5 months (45 days) and 3 months (90 days) and we suggested that the necessary duration for stability achieved by continuing ossification in 3 months can be halved. Thus the present findings did not support the null hypothesis so hypothesis is rejected.

Several studies have compared the effect of laser irradiation on bone healing in regard to histochemical and biomechanical properties. However, the exact mechanism of laser in bone healing is unclear. The application of low power Ga-As-Al laser is effective in the bone healing process because it affects calcium transport during new bone formation (12). Kusakari et al (14) reported promotion of bone formation by laser irradiation, stimulation of DNA and protein synthesis, and elevation of ALP activity in UMR-106 osteoblast-like cells.



önemlidir. Kemik rejenerasyonunun stimüle edilmesi için lazerin iyileşmenin erken döneminde uygulanması gerekmektedir. Osteoblast hücreleri olgun olmayan projenitör hücreler olarak oluşmakta ve kemik formasyonu sırasında olgun osteoblastlara farklılaşmaktadırlar (15). Burada hangi hücrenin osteoblast neslinin hangi aşamasında lazer uygulamasına cevap vereceği sorusu ortaya çıkmaktadır. Erken dönemde lazer uygulaması ile hücre proliferasyonu stimüle edilmekte ve ayrıca hücre farklılaşması uyarılarak kemik formasyonunda artış gözlenebilmektedir. Lazer uygulamasında olgunlaşmamış hücreler hedeflenerek bu hücreler üzerinde farklılaşma ve proliferasyon etkisi elde edilebilmekte olgun kemik hücrelerinde bu etki sonuçsuz kalmaktadır. (13) Shakouri ve ark. (11) tavşanlarda oluşturdukları kırıklar üzerinde yürüttükleri çalışmalarında LLLT'nin kemik formasyonu üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar göre lazerin kırık oluşumunun erken dönemlerinde uygulanması ile kemik iyileşmesinin hızlandırabileceği bildirilmiştir. Saito ve ark. (10) midpalatal suturaya hızlı üst çene genişletmesi sonrası erken dönemde lazer uygulamasının geç döneme göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Daha geç dönemde yapılan lazer uygulamasının daha sonra azalabilen kemik rejenerasyon aktivitesinin korunmasında rol oynayabileceğini bildirilmişlerdir. Ozawa ve ark. (13) fare kafatası hücre kültürlerini kullanarak lazer uygulama zamanının biyostimülasyon üzerine etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, erken dönem yapılan uygulamaların kemik nodul oluşumunda daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Sabah ve akşam aktivasyonlar sırasında devam eden stres palatal segmentleri birbirinden uzaklaştırmakta ve tam anlamıyla kemik rejenerasyon sürecinin meydana gelmesini engellemektedir. İlk lazer uygulaması son aktivasyondan hemen sonra aynı gün içerisinde yapılmıştır. Daha sonra 10 günlük süre içerisinde 2 günde bir olacak şekilde 5 seans uygulama yapılmıştır. Bu sayede lazerin midpalatal sutura üzerinde stimülatif etkisinin devamlılığı sağlanmıştır.

Tek seansta uzun süreli lazer uygulaması stimülasyon için yeterli olmamaktadır. Aynı

Application timing and manner of irradiation are important beside the dose of LLLT (10). Adminstrating laser in the early stages of RPE is substantial. Laser should be applied in the early phases of healing for bone regeneration stimulation. Osteoblasts are recruited as immature progenitor cells, and differentiate to mature osteoblasts in the course of bone formation (15), the question arises as to which cell at what stage of the osteoblast lineage responds to laser irradiation. Cell proliferation is stimulated with early period laser application and increase in bone formation can be observed by stimulating cell differentiation. The laser application targets immature cells and can lead to their differentiation and proliferation, but it is useless on the mature bone cells (13). Shakouri et al (11) evaluated the LLLT effect on bone formation in their study in which they used rabbits. According to the researchers, bone healing can be accelerated by laser application in the early stages of the fracture. Saito et al (10) reported that applying laser to midpalatal suture after RPE in early periods is more efficient than applying it in late periods. They reported that laser application in the late stages might be helpful to protect bone regeneration activity which reduces by time. Ozawa et al (13) studied with rat calvarial cell cultures to evaluate the effect of laser application timing on biostimulation and found early stage interventions are more effective on bone nodule formation. The continuous stress during the morning and night activations splits the palatal segments and prevents an exact bone regeneration process. The first laser application was performed in the same day right after the last activation and then every other day in 10 days as 5 sessions. So that continuity of laser's stimulative effect on midpalatal suture was achieved.

Long time laser application in one session is not sufficient for stimulation. Intermittent application of the same dose to the



dozun
bir zam
sefere
ark.(10
kemik
bulunm
erken d
içinde
olduğu
Hızlı
dental
mesi iç
(19), d
grafiler
rejener
dirilme
olarak
(10) far
RME s
uygula
stimüle
kullana
tomogr
distors
pozisyo
maksil
güveni
sağlam
3 boyu
bilgisay
midpal
bilmek
farklı a
için ön
periap
dansite
Bilgisay
ölçüml
Midpal
Houns
değerle
tomogr
(21).
bilgisay
dilimle
ölçüml
Laze
üzerine
noktası
üzerine
oluştur
alınma
teknik



dozun RME sonrası median suturaya belirli bir zaman sürecinde aralıklarla verilmesi tek sefere göre çok daha etkilidir (16). Saito ve ark.(10) göre tek seans lazer uygulamasının kemik formasyonu üzerine etkisi bulunmamasına rağmen, genişletmenin erken dönemlerinde çeşitli zaman dilimleri içinde lazerin aralıklı uygulanmasının etkili olduğu bulunmuştur.

Hızlı üst çene genişletmesi sonrasında dental ve iskeletsel etkilerin değerlendirilmesi için okluzal grafiler (20), lateral grafiler (19), dental modeller veya anteroposterior grafiler (3,18) kullanılmaktadır. Kemik rejenerasyonunun in vivo olarak değerlendirilmesinde histomorfometrik yöntem de sık olarak kullanılmaktadır (10,16). Saito ve ark (10) fareler üzerinde yaptıkları çalışmalarında RME sırasında düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının kemik rejenerasyonunu stimüle ettiğini histomorfometrik metot kullanarak ortaya koymuşlardır. Bilgisayarlı tomografiler bu değerlendirmeler için distorsiyon, magnifikasyon ve superimpozisyon oluşumunun önüne geçerek maksillanın bütününde 3 boyutta da güvenilir ölçümlerin yapılabilmesinin sağlamaktadır. (23) İskeletsel değişikliklerin 3 boyutlu olarak ideal değerlendirilebildiği bilgisayarlı tomografi ile RME sonrasında midpalatal suturanın açılması değerlendirilebilmektedir. (22) Median suturada RME'nin farklı aşamalarında kemik dansitesi ölçümü için ön plana çıkan görüş, okluzal ya da periapikal dijital filmler üzerinde optik dansite ölçümlerinin yapılmasıdır. (8,33) Bilgisayarlı tomografilerin kemik dansite ölçümlerinde kullanımı oldukça yenidir. Midpalatal suturada kemik dansitesinin Hounsfield indeksi ile kantitatif olarak değerlendirilmesi için bilgisayarlı tomografinin kullanılması önerilmektedir. (21). Lorenza ve ark (24) düşük doz bilgisayarlı tomografi ile farklı zaman dilimlerinde median suturada dansite ölçümleri yapmışlardır.

Lazerin uygulanması sırasında orta hat üzerinde anterior maksillanın en derin noktasının 4 mm distali alınmış ve tomografi üzerinde bu nokta üzerinde trapezoid alan oluşturulmuştur. Tomografi kayıtlarının alınması ile diğer yöntemlerde gözlenebilen teknik hatalar minimuma indirilerek gerçek

midpalatal suture after RPE for a given time is more efficient than a single application (16). According to Saito et al (10) although the single irradiation had no effect on bone formation, intermittent application of laser over several time periods in the early stages of expansion was found to be effective.

Occlusal radiographs (20), lateral cephalograms (19), dental casts or anteroposterior cephalograms (3,18) are used to evaluate the dental and skeletal effects of RPE. Histomorphometric method is also used frequently for in vivo evaluation of bone regeneration (10,16). In their study with rats, Saito et al (10) used histomorphometric method and suggested that LLLT during the RPE stimulates bone regeneration. CTs make precise three dimensional measurements of maxilla possible by avoiding distortion, magnification and superimposition (23). The opening of the midpalatal suture after RME was evaluated with computed tomography, which provides accurate 3-dimensional assessment of skeletal changes (22). The leading method for bone density measurement of median suture in different stages of RME is optic density measurements on occlusal or periapical digital radiographs (8,33). The use of CT for bone density measurement is a very recent method. It is proposed to evaluate the bone density quantitatively with the Hounsfield index in midpalatal suture (21). Lorenza et al (24) performed median suture density measurements in different times with low dose CT.

During the laser application, 4 mm distal of the deepest point of anterior maxilla on the midline was used to form trapezoidal area on the CT. An actual standardization was reached by CT records and the technical handicaps of the other techniques were minimized. Trapezoidal area was formed in the maxillary anterior region where the opening was largest. The new bone formation takes a longer time in this region.





bir standardizasyon sağlanmıştır. Trapezoid alan açılmanın en fazla gerçekleştiği maksiller ön bölgeden alınmıştır. Bu bölgede yeni kemik formasyonu daha uzun sürede gerçekleşmektedir. Trapezoid alan alveol kret tepesinden suturanın kortikal tabakalarını içine alacak şekilde santral dişlerin köklerine paralel ve bu dişlere temas etmeden 10 mm yüksekliğinde alınmıştır.

RPE sonrası sabit mekaniklerin başarısı ve ideal tedavi hedeflerine ulaşabilmenin önemli noktalarından bir tanesi transversal genişletme sonrasında elde edilen ilişkilerin korunabilmesidir. Yeni genişletilmiş kemik dokusunda, daha sonra olgunlaşmamış kemik dokusuna dönüşecek olan organize olmamış yüksek damarlanmaya sahip bağ dokusu bulunmaktadır. (33) Bu nedenle retansiyon sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Aktif müdahalenin olmadığı bu retansiyon süreci hasta ve yakınlarının tedaviye olan ilgilerinde azalmaya neden olabilirken, ağız hijyenini sağlamakta da güçlüklerle karşılaşabilmektedir. RME sonrası stabilite üzerinde etkili birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında genişletme miktarı (35), retansiyon süresinin uzunluğu (36), transversal anomalinin etiolojisi ve şiddeti, hastanın yaşı (3), ve çevre yumuşak dokuların genişletmeye olan adaptasyonu (37) sayılabilir. Bununla birlikte; midpalatal suturada (10) ve yüzün diğer kemiklerinin bağlayan diğer suturalardaki (38) kemik rejenerasyonu, palatal bağ dokusunun gerginliği ve alveoler kemik şekillenmesi (39) de relapsın olası nedenleri olarak sayılabilmektedir. Midpalatal suturada sert dokular aktif genişletme döneminden hemen sonra yeniden organize olmaya başlamaktadırlar. Median suturada daha hızlı kemik formasyonunun sağlanması ile retansiyon süresini kısaltmak mümkün olabilecektir.

Median suturada kemikleşme sutura boyunca fermuar kapanması şeklinde gerçekleşmekte ve kemikleşmenin tamamlanma süresi konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. (42) Kemik rejenerasyonu ve suturanın remodelasyonu için 3-6 ay arası değişen sürelerde retansiyon süresinin yeterli olduğu belirtilmektedir (33,34). Zimring ve Isaacson (43) suturanın komşu duvarları arasında dengenin gerçekleşmesi için 6

Trapezoidal plane was at 10 mm, included the cortical layers of the suture, starting from the alveolar crest and parallel to the central teeth roots without contacting them.

Maintaining the relations obtained by transversal expansion is one of the important issues for success of the fixed appliances after RPE and achievement of ideal treatment goals. The immediately expanded bone tissue presents highly vascular disorganized connective tissue, which is later replaced by immature bone tissue (33). Therefore retention process is necessary. This process without any active interventions may attenuate the interest of the patients and relatives to the treatment and may cause difficulties for oral hygiene. There are many factors affecting stability after RPE such as expansion extent (35), retention duration (36), transversal abnormality etiology and severity, age (3) and adaption of the surrounding soft tissues (37) to expansion. In addition, bone regeneration at the midpalatal suture (10) and other sutures connected to other facial bones (38), tension of palatal connective tissue and alveolar bone remodeling (39) are possible reasons for relapse. Hard tissues of the midpalatal suture reorganize right after active expansion. By accelerating bone formation in the median suture, retention duration might be decreased.

Ossification in the median suture occurs as zip closing and there is no consensus about completion duration of ossification (42). It is suggested that 3 to 6 months retention is enough for bone regeneration and suture remodeling (33,34). Zimring and Isaacson noticed that six weeks of retention is sufficient to establish an equilibrium between contiguous sutural articulation (43), but Barber and Sims (44) noted that the bony base continue to relapse for at least nine months after expansion. Kerbs (45) was able to show latent instability, four to five years after treatment when he used the metallic



haftalık
bildirm
genişle
kemik
ettiğini
implan
sonra
göster
üzerin
suturan
olmaya
genişle
olduğu
görün
Bishar
sonras
sağlan
edilebi
olmalı
destek
yeni ke
ile
midpal
oluşum
bildirm
poster
anterio
bulun
kemikle
tamam
tedavi
işaretle
genişle
yüksek
formas
tamam
rejener
retansiy
çıkan
seviyel
ark (8)
grupta
oluşum
lerdir.
enerji
rejener
geri dö
süresin
çıktığı
alanın
mesi i
referan
tamam



haftalık retansiyon süresinin yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Barber ve Sims (44) genişletmeden en az dokuz hafta sonra da kemik kaidelerin geri dönmeye devam ettiğini söylemişlerdir. Kerbs (45) metalik implantlar kullanarak tedaviden 6 ile 7 yıl sonra gizli bir kararsızlığın devam ettiğini göstermiştir. Cleall ve ark (17) 6 maymun üzerinde yürüttükleri çalışmalarında suturanın açıldığı anda, bu bölgenin organize olmayan fibröz bağ dokusu ile dolduğunu; genişletmeden 6 ay sonra suturanın organize olduğunu ve histolojik olarak normal görüldüğünü bildirmişlerdir. Bell (35), Bishara ve Staley'e (2) göre genişletme sonrasında suturada yeni kemik oluşumun sağlanması ve suturada stabilitenin garanti edilebilmesi için retansiyon süresi en az 3 ay olmalıdır. Sannomiya ve ark (33) cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi sonrası yeni kemik oluşumunu optik densite ölçümü ile değerlendirdikleri çalışmalarında midpalatal suturada 3 ay sonra kemik oluşumunun tam olarak tamamlanmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca 3 ay süre sonunda posterior bölgedeki optik dansitedeki artış anterior bölgeye göre daha yüksek bulunmuştur. Haas, (40) sutura kenarlarında kemikleşmenin 60 ile 90 günler arasında tamamlandığını bildirmiştir. 10 yaşında tedavi edilen bir erkek çocukta RME sırasında işaretlenmiş iyodin kullanılmış ve genişletmeden 4 hafta sonra maddenin en yüksek alınımının gerçekleştiği (kemik formasyonu) ve 3 aya kadar bu sürecin tamamlandığı bildirilmiştir (41). Kemik rejenerasyonun hızlandırılması ve böylece retansiyon süresinin kısaltılması için ön plana çıkan görüşlerden bir tanesi düşük enerji seviyeli lazerlerin kullanımınıdır. Angeletti ve ark (8) düşük enerji seviyeli lazer uygulanan grupta dahi, RME den 7 ay sonra bile kemik oluşumunun tamamlanmadığını belirtmişlerdir. Saito ve ark (10) RME sırasında düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının kemik rejenerasyonunu stimüle ettiğini, bu sayede geri dönüş riskinin azaltılması ve retansiyon süresinin kısaltılması imkânının ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Belirlenen çalışma alanında kemikleşme hızının belirlenebilmesi için en az 3 aylık retansiyon süresi referans alınarak kemikleşmenin en son tamamlandığı suturanın anterior bölgesinde

implants. In a study of 6 monkeys, Cleall et al (17) reported that, at the moment of suture opening, the area was filled with unorganized fibrous conjunctive tissue and 6 months after expansion, the suture was well organized and appeared histologically normal. According to Bell (35), Bishara and Stanley (2) retention duration must be at least 3 months to maintain new bone formation and stability in suture after the expansion. In their study of optic density measurement of new bone formation after SARME, Sannomiya et al (33) reported that the bone formation in the midpalatal suture wasn't completed 3 months after SARME. In their study the optic density increase was higher in posterior region than anterior region. Haas (40) concluded that complete ossification of the suture margins lasts 60 to 90 days. In a case report, labeled iodine was used in an RPE treated 10-year-old boy; the greatest uptake of the labeled material (i.e., bone formation) occurred 4 weeks after expansion and lasted up to 3 months (41). The use of LLLT is one of the leading hypotheses to accelerate bone formation and decrease retention duration. Angeletti et al (8) reported that even with laser therapy, the bone formation after RPE in the following 7 months is not completed. Saito et al (10) reported that LLLT during RPE stimulates bone regeneration and so it makes reduction of the relapse risk and retention duration possible. In this study for determining bone formation rate in the study area, 3 months retention value was taken as a base and new bone formation rate in the anterior suture, where the formation is completed last, was compared at different times. The lowest level for the retention duration in the literature was referred as basal value and the possibility of a shorter duration was searched.

The biostimulation effect of the LLLT depends on many factors of the laser. Wavelength, irradiance, pulse structure, coherence, polarization, energy (joule),



yeni kemik oluşum hızı farklı zaman dilimlerinde karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Literatürde farklı sürelerle önerilen retansiyon süresi için en alt sınır alınarak bu sınırın da altında bir retansiyon süresinin elde edilebilme olasılığı araştırılmıştır.

LLLT'nin biyostimülasyon etkisi lazere ait birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler arasında; dalgaboyu (nm), şiddet ($8W/cm^2$), darbe yapısı, polarizasyon, enerji (Joule), enerji yoğunluğu (j/cm^2), uygulama zamanı (sn) ve uygulama sıklığı (saat, gün, hafta) sayılabilir. Enerji ve enerji yoğunluğu LLLT dozu için önemli 2 faktördür. Aynı enerji ve enerji yoğunluğu için aynı biyostimülasyon etkisinin elde edilebileceği görüşünün aksine lazer ait yukarıda sayılan bütün faktörler bir arda düşünüldüğünde değişik etkilerin elde edilmesi mümkündür (9). Düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının hızlı üst çene genişletmesi sonrasında midpalatal suturadaki etkisini büyüme çağındaki bireylerde değerlendirmek için farklı özelliklerdeki lazerleri (dalgaboyu, şiddet, darbe yapısı, polarizasyon, enerji, enerji yoğunluğu, uygulama zamanı ve uygulama sıklığı) kullanan çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Düşük enerji seviyeli lazer uygulaması retansiyon süresini kısaltmakta ve hızlı üst çene genişletmesi sonrasında midpalatal suturada kemik rejenerasyonunu hızlandırmaktadır. 1,5 aylık (lazer grubu) ve 3 aylık (kontrol grubu) değerlendirmelerde dansite ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır. Median suturadaki kemik yoğunluğu temelinde değerlendirildiğinde, 3 aylık stabilite 1,5 ay sonra elde edilebilmiştir. Hızlı üst çene genişletmesi sonrası düşük enerji seviyeli lazer uygulamasının retansiyon süresi ve stabilite üzerinde etkin bir rolü olabilir.

energy density, irradiation duration and application frequency are some of those factors. Energy and energy density are two important factors for LLLT dose. In contrast with the same biostimulation effect can be obtained from same energy and energy density conclusion, it is possible to obtain different effects when all the factors mentioned above are thought together (9). The further studies which use LLLT with different properties (Wavelength, irradiance, pulse structure, coherence, polarization, energy (joule) , energy density, irradiation duration and application frequency) are needed to evaluate the effect of laser therapy on midpalatal suture after rapid maxillary expansion in growing subjects.

CONCLUSION

Low level laser therapy shortens retention period, accelerates bone regeneration in midpalatal suture during rapid maxillary expansion. No statistically significant differences have been found between density measurements with 1.5 and 3 month assessments. Evaluated in terms of bone ossification in the median suture, 3 months of stability could be achieved after 1.5 months. Low level laser application after rapid maxillary expansion can play an active role on the retention time and stability.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Haas AJ. Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970;57:210-54.
- Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:3-14.
- Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970;58:41-66.
- Isaacson RJ, Murphy TD. Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *Angle Orthod* 1964;34:143-54.
- Angell EC. Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos* 1860;1:540-44.
- Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the mid-palatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73-90.





7. Huang YY, Chen ACH, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose-Response* 2009;7:358-83.
8. Angeletti P, Pereira MD, Gomes HC, Hino CT, Ferreira LM. Effect of low-level laser therapy (GaAlAs) on bone regeneration in midpalatal anterior suture after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:e38-e46.
9. Takeda Y. Irradiation effect of low laser on alveolar bone after tooth extraction. Experimental study in rats. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1998;17:388-91.
10. 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;11:525-32.
11. Shakouri SK, Soleimanpour J, Salekzamani Y, Oskuie MR. Effect of low-level laser therapy on the fracture healing process. *Lasers Med Sci* 2010;25:73-77.
12. Nissan J, Assif D, Gross MD, Yaffe A, Binderman I. Effect of low intensity laser irradiation on surgically created bony defects in rats. *J Oral Rehabil* 2006;33:619-924.
13. Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G, Abiko Y. Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone* 1998;22:347-54.
14. Kusakari H, Orikasa N, Tani H. Effects of low-power laser on wound healing on gingiva and bone. In: *World Congress International Society for Low-Power Laser Application in Medicine*. Annals. Bologna, Italia, 1992:49-55.
15. Owen TA, Aronow M, Shalhoub V, Barone LM, Wilming L, Tassinari MS, Kennedy MB, Pockwinse S, Lian JB, Stein GS. Progressive development of the rat osteoblast phenotype in vitro: Reciprocal relationships in expression of genes associated with osteoblast proliferation and differentiation during formation of the bone extracellular matrix. *J Cell Physiol* 1990;143:420-30.
16. Orikasa N, Shimakura M, Kusakari H. Effects of Al-Ga-As laser in bone histomorphometry. *Lasers in dentistry* 1989;105-9.
17. Cleall JF, Bayne DI, Posen JM, Subtelny JD. Expansion of the midpalatal suture in the monkey. *Angle Orthod* 1965;35:23-35.
18. Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr. Long-term effects of rapid maxillary expansion: a posteroanterior cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:129-35.
19. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod* 1999;21:175-80.
20. Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon AD. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:483-92.
21. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM. Quantitative evaluation of bone density using the hounsfield index. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:290-7.
22. Lione R, Ballanti F, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Treatment and post treatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:389-92.
23. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H. Two and three dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod* 2005;75:895-903.
24. Franchi L, Baccetti T, Lione R, Fanucci E, Cozzad P. Modifications of midpalatal sutural density induced by rapid maxillary expansion: A low-dose computed-tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:486-88.
25. Kana JS, Hutschenreiter G, Haina D, Waidelich W. Effect of low-power density laser radiation on healing of open skin wounds in rats. *Arch Surg* 1981;116:293-96.
26. Mester E, Mester AF, Mester A. The biomedical effects of laser application. *Lasers Surg Med* 1985;5:31-39.
27. Van Breugel HFF, 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;12:528-37.
28. Boulton M, Marshall J. He-Ne laser stimulation of human fibroblast proliferation and attachment in vitro. *Lasers Life Sci* 1986;1:125-34.
29. Schultz RJ, Krishnamurthy S, Thelmo W, Rodriguez JE, Harvey G. Effects of varying intensities of laser energy on articular cartilage. *Lasers Surg Med* 1985;5:557-88.
30. Lam TS, Abergel RP, Meeker CA, Castel JC, Dwyer RM, Uitto J. Laser stimulation of collagen synthesis in human skin fibroblast cultures. *Lasers Life Sci* 1986;1:61-77.
31. Abergel RP, Meeker CA, Lam TS, Dwyer RM, Lesavoy MA, Uitto J. Control of connective tissue metabolism by lasers: Recent developments and future prospects. *J Am Acad Dermatol* 1984;11:1142-50.
32. Anders JJ, Borke RC, Woolery SK, Merwe WP. Low power laser irradiation alters the rate of regeneration of the rat facial nerve. *Lasers Surg Med* 1993;13:72-82.
33. Sannomiya EK, Macedo MMC, Siqueira DF, Goldenberg FC, Bommarito S. Evaluation of optical density of the midpalatal suture 3 months after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:97-101.
34. Loddi PP, Pereira MD, Wolosker AB, Hino CT, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. *J Craniofac Surg* 2008;19:433-438.
35. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod* 1982;81:32-36.





36. Velazquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:361-67.
37. Halozenitis DJ, Katsavrias E, Spyropoulos MN. Changes in cheek pressure following rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod* 1994;16:295-300.
38. Timms DJ. Anatomy. In: Rapid maxillary expansion. Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc.,1981:27-37.
39. Timms DJ. After rapid maxillary expansion (theory and practice). In: Rapid maxillary expansion. Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc.,1981:59-76.
40. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965;35:200-17.
41. Ekström C, Henrikson CO, Jensen R. Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. *Am J Orthod* 1977;71:449-55.
42. Vardimon AD, Brosh T, Spiegler A, Lieberman M, Pitaru S. Rapid palatal expansion: Part 1. Mineralization pattern of the midpalatal suture in cats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:371-78.
43. Zimring JR, Isaacson RJ. Forces produced during maxillary expansion III. Forces present during retention. *Angle Orthod* 1965;35:178-86.
44. Barber AF, Sims MR. Rapid Maxillary expansion and external root resorption in man: A scanning electron microscope study. *Am J Orthod* 1981;79:630-52.
45. Krebs AA. Midpalatal suture expansion studied by the implant method over a seven-year period. *Trans Eur Orthod Soc* 1964;40:131-42.

