

# Vibrasyon Cihazları Ortodontik Diş Hareketini Hızlandırmakta ve Ağrıyı Azaltmakta Ne Kadar Etkili?

## How Effective are the Vibration Devices for Accelerating Orthodontic Tooth Movement and Reducing Pain?

Hasan CAMCI<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ortodonti AD,  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Sivas, TÜRKİYE

Received: 05.07.2017  
Received in revised form: 09.10.2017  
Accepted: 12.10.2017  
Available online: 28.02.2019

Correspondence:  
Hasan CAMCI  
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Ortodonti AD, Afyonkarahisar,  
TÜRKİYE/TURKEY  
dt.hasan@hotmail.com

**ÖZET** Uzun tedavi süresi ve ortodontik diş hareketi sırasında ortaya çıkan ağrı, ortodontik tedavinin hastalar tarafından kabulünü zorlaştıran problemlerin başında gelmektedir. Araştırmacılar; uzun süren ortodontik tedavinin yol açtığı beyaz nokta lezyonları, kök rezorpsiyonu, kötü oral hijyeni, zayıf kooperasyon gibi sorunları ortadan kaldırmak için ortodontik diş hareketini hızlandırma teknikleri geliştirmişlerdir. Ancak, bu amaçla uygulanan (kortikotomi, farmakolojik ajan enjeksiyonu vb.) tekniklerin çoğu invazivdir ve uygulama sonrası ağrı gibi yan etkilere neden olur. Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için kullanılan ve noninvaziv olan diğer bir yöntem ise vibrasyon uygulamasıdır. İlk kez 2008 yılında, günlük kullanıma uygun olacak şekilde geliştirilen vibrasyon cihazları ile bu tekniğin etkinliği araştırmacılar tarafından tekrar tartışılmaya başlanmıştır. Cihazları tasarlayan firmalar tarafından, ortodontik diş hareketini %50 oranında artırdığı ve ortodontik ağrıyı azalttığı iddia edilen bu aygıtlar birçok araştırmaya konu olmuştur. Hem ortodontik diş hareketini hızlandırabilmesi hem de ağrı kontrolüne olanak tanıyabilmesi fikri bu cihazları cazip hâle getirmiştir. Yapılan çalışmalarda, cihazların diş hareket miktarındaki ve ağrı kontrolündeki etkinliği ve kök rezorpsiyonu ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Ancak elde edilen sonuçlara göre vibrasyon cihazlarının etkinliği hâlâ tartışmalıdır. Bu çalışmada, ortodontistlere ortodontik diş hareketini hızlandırma teknikleri, hızlı ortodontik diş hareketinin biyolojik mekanizması, ağrı kontrolü, vibrasyon cihazlarının kullanımı ve etki mekanizması gibi başlıklar altında bu cihazların etkinliği hakkında fikir verecek bilgilerin sunulması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Titreşim; diş hareketi; ağrı yönetimi

**ABSTRACT** Long treatment duration and pain that occurs during orthodontic tooth movements are among the main problems that make it difficult for the patients to accept orthodontic treatment. In order to eliminate the problems such as white spot lesions that prolonged orthodontic treatment causes, root resorption, bad oral hygiene, poor co-operation, researchers have developed the techniques for accelerating orthodontic tooth movement. However, most of these techniques used for this purpose (corticotomy, pharmacological agent injection etc.) are invasive and cause side effects such as pain after the application. Another method which is used for accelerating orthodontic tooth movement and which is non-invasive is vibration application. With the vibration devices which were developed appropriately for daily usage firstly in 2008, the effectiveness of this technique has been started to be discussed again by the researchers. These devices which are claimed to accelerate orthodontic tooth movement by 50% and reduce orthodontic pain by the producer companies have been subjects to many researches. The idea that they can both accelerate orthodontic tooth movement and enable pain control has made these devices popular. In the studies performed, the effectiveness of the devices on accelerating orthodontic tooth movement and of the pain control with its relation with root resorption have been evaluated. However, according to the results obtained, the effectiveness of vibration devices is still controversial. In this review, under the titles such as the techniques for accelerating orthodontic tooth movement, biological mechanism of rapid orthodontic tooth movement, pain control, the usage of vibration devices and mechanism of effect, some information that will give an idea about effectiveness of these devices has been presented for orthodontists.

**Keywords:** Vibration; tooth movement; pain management

Günümüzde sabit ortodontik tedavi ortalama 2-3 yıl sürmektedir.<sup>1,2</sup> Sürenin bu denli uzun olması çürük riskini, kök rezorpsiyonunun görülme olasılığını, periodontal problemleri artırmakta ve hasta uyumunun azalmasına neden olmaktadır.<sup>3-6</sup> Bu yüzden araştırmacılar, ortodontik diş hareketini hızlandırarak tedavi süresini kısaltmak adına düşük doz lazer uygulaması, prostaglandin E<sub>2</sub> ve D vitamini benzeri farmakolojik ajanların enjeksiyonu, kortikotomi gibi çeşitli yöntemlere başvurmuşlardır.<sup>7-10</sup> Ancak, uygulanan bu yöntemler çoğunlukla invaziv ve kompleks yaklaşımlardır.

Ortodontik diş hareketini hızlandırmaya yönelik uygulanan güncel yaklaşımlardan biri de mekanik vibrasyon uygulamasıdır.<sup>11</sup> Bu amaçla geliştirilen vibrasyon cihazlarının (AcceleDent OrthoAccel Technologies Inc, Bellaire, TX, USA) günlük 20 dk kullanımının, ortodontik ağrıyı azalttığı ve diş hareket oranını %50'ye kadar artırdığı üretici firmalar tarafından iddia edilmektedir (Resim 1).<sup>12,13</sup> Peki, bu cihazların ağrıyı azaltma ve ortodontik diş hareketini hızlandırma noktasındaki etkinliği hangi düzeydedir?

## ORTODONTİK DİŞ HAREKETİNİ HIZLANDIRMA YÖNTEMLERİ

Ortodontik diş hareketlerini hızlandırmaya yönelik yöntemler temel olarak üç başlık altında toplanabilmektedir.<sup>14</sup>

### 1. İlaçlar

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için D vitamini, prostaglandin, interlökin (IL), paratiroid hormon, misoprostol gibi çok çeşitli ilaçlar kullanılmıştır.<sup>14</sup> Fakat kullanılan bütün ilaçlarda kök rezorpsiyonu gibi istenmeyen yan etkiler ortaya çıkmıştır.

### 2. Cerrahi teknikler

Kortikotomi; konvansiyonel kortikotomi tekniklerine uygun şekilde, tam kalınlık mukoperiosteal flep kaldırıldıktan sonra hızlı hareket istenen diş ya da dişlerin kökleri çevresinde mikromotor yardımıyla kortikal kemik kaldırılarak uygulanan bir tekniktir.

Piezo insizyon; flep kaldırılmadan uygulanan kortikotomi olarak da tanımlanmaktadır. Lokal anestezi altında interdental papilden mümkün olduğunca uzakta, yapışık diş eti üzerine piezo cerrahi cihazları ile vertikal insizyonların uygulandığı tekniktir. Bu teknikte, insizyonların periostu geçerek kemiğe temas edecek derinlikte yapılması istenmektedir.

Mikro-osteoperforasyon (MOP); flep kaldırılmadan uygulanan bu teknikte, Propel adı verilen bir cihaz yardımıyla kemik üzerinde küçük perforasyonlar oluşturmak suretiyle inflamatuvar yanıt artırılmakta ve ortodontik diş hareketi hızlandırılmaktadır. Propel isimli cihaz ayarlanabilmektedir. Bu cihaz sayesinde 3, 5 ya da 7 mm derinliğinde perforasyonlar oluşturulabilmektedir.

### 3. Fiziksel veya Mekanik Uyarılar

- Düşük doz lazer,
- Vibrasyon.

## ORTODONTİK DİŞ HAREKETİNİN FİZYOLOJİSİ VE DİŞ HAREKETİNİ HIZLANDIRMA YÖNTEMLERİNİN BİYOLOJİK MEKANİZMASI

Diş üzerine ortodontik kuvvet uygulandığında, periodonsiyumda aseptik inflamatuvar yanıt meydana gelmekte, bu da kemiğin yeniden şekillenme sürecini başlatmaktadır. Bu inflamasyon, periodontal ligament (PDL)'in mikro sirkülasyonunu ve hemo-



RESİM 1: Vibrasyon cihazı.

statini değiştirerek iskemi ve vazodilatasyon alanlarını oluşturmakta ve sitokinler, kemokinler, büyüme faktörleri, nörotransmitterler, araşidonik asit metabolizmaları, hormonlar gibi çeşitli biyolojik mediyatörlerin salınmasına neden olmaktadır. Salınan bu moleküller birçok hücresele yanıtı tetiklemekte ve basınç bölgesindeki osteoklastik aktiviteye bağlı rezopsiyon; gerilme bölgesindeki osteoblastik aktiviteye bağlı apozisyon meydana gelmektedir.<sup>15</sup> Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için uygulanan yöntemlerin temel felsefesinin “inflatuar yanıtı artırarak hücresele düzeydeki osteoklastik ve osteoblastik yanıtı ve dolayısıyla kemiğin yeniden şekillenmesini artırmak ve hızlandırmak” şeklinde olduğu söylenebilmektedir. Örneğin; yapılan hayvan çalışmalarında, kortikotomi uygulamasının osteoklast sayısını ve kemik yapımını 3 kat artırdığı bildirilmiştir.<sup>16</sup> Bir başka araştırmada, kortikal kemiğe yapılan MOP’ların inflamatuvar sitokin salınımını ve dolayısıyla osteoklastik aktiviteyi artırdığı ve kemiğin yeniden şekillenme sürecini hızlandırdığı rapor edilmiştir.<sup>17</sup> Yine düşük doz lazer uygulamasının ortodontik diş hareketi üzerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda, lazer uygulamasının osteoblastik hücre çoğalmasını ve farklılaşmasını hızlandırdığı ve IL-1, reseptör aktivatör nükleer faktör Kappa B ligandı [receptor activator of nuclear factor-Kappa B ligand (RANKL)], M-CSF, MMP-9, katepsin K gibi kimyasal mediyatörlerin salınımını arttırdığı bildirilmiştir.<sup>18-20</sup>

## AğRI KONTROLÜ

Ağrı, ortodontik tedavi süresince ortaya çıkan önemli yan etkilerden biridir ve yaş, cinsiyet, bireyin ağrı eşiği, uygulanan kuvvet miktarı gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir.<sup>21</sup> Dişte hareket elde etmek için uygulanan kuvvetin neticesinde periodontal ligamentteki iskemi veya inflamasyona bağlı olarak prostaglandin, bradikinin, substance P gibi ağrı mediyatörleri salınmaktadır.<sup>22</sup> Bu mediyatörler lokal sinir uçlarını uyarmakta ve ağrı sinyallerini beyne iletmektedirler.

Hasta uyumunu azaltan, plak kontrolünü güçleştiren ağrının kontrolü için pek çok yöntem bulunmaktadır. Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar

ağrı kontrolünde en yaygın kullanılan ilaçlardan biridir. Bu ilaçlar prostaglandin sentez döngüsündeki araşidonik asit sentezini inhibe ederek etki göstermektedirler.<sup>23</sup> Ancak, ortodontik diş hareketi için gerekli olan hücresele yanıtı tetikleyen bu mediyatörlerin sentezinin engellenmesi, ortodontik diş hareketini azaltıp tedavi süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bu yüzden, ortodontik tedavi sırasında antiinflamatuvar etkisi bulunmayan ve ortodontik diş hareketini etkilemeyen parasetamol türevi ilaçların kullanılması tavsiye edilmektedir.<sup>24</sup> Farmakolojik ajanlar dışında ağrı kontrolünde kullanılan diğer yöntemler şunlardır;

- Düşük doz lazer uygulaması,
- Akupunktur,
- Transkutanöz elektriksel sinir uyarımı,
- Viskoelastik bite-wafers,
- PDL’nin vibrasyon ile uyarımı.<sup>12,25-28</sup>

## VİBRASYON CİHAZININ KULLANIMI VE ETKİ MEKANİZMASI

Kullanımı oldukça basit olan vibrasyon cihazlarının at nalı şeklindeki parçasını ağıza yerleştirdikten sonra cihazı çalıştırmak yeterlidir. Cihazın oluşturduğu vibrasyon, cihazın at nalı şeklindeki parçası sayesinde dişlere iletilmekte ve bu yolla ortodontik diş hareketi hızlandırılmaya ya da ağrı hafifletilmeye çalışılmaktadır. Hâlihazırda kullanılan vibrasyon cihazlarının düşük ve yüksek frekanslı olmak üzere iki tipi mevcuttur. Düşük frekanslı cihazlar (DFC) 30 Hz hız ve 0,25 N kuvvet ile titreşim yapmakta ve DFC’nin günlük 20 dk kullanılması tavsiye edilmektedir. Yüksek frekanslı cihazlar (YFC) 120 Hz hız ve 0,3 N kuvvetle titreşim yapmaktadır. YFC için tavsiye edilen günlük kullanım süresi 5 dk’dır.

Vibrasyon cihazlarının ortodontik diş hareketi üzerine etkilerinin değerlendirildiği ilk literatür çalışmalarında, bu cihazların ortodontik diş hareketini hızlandırdığı rapor edilmiştir.<sup>13,29,30</sup> Ancak, son yıllarda yapılan ve cihazların etkinliğinin yeniden değerlendirildiği çalışmalarda, ilk çalışmalarla çelişen sonuçlar bildirilmiştir. Örneğin; Woodhouse ve ark.nın 2015 yılında yaptığı çalışmada, vibrasyon kuvvetinin ortodontik diş hareketini kayda değer

biçimde artırmadığı gözlenmiştir.<sup>31</sup> Yine 2015 yılında Yadav ve ark. tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.<sup>32</sup> Ancak bu durum, Woodhouse ve Yadav'ın çalışmalarında DFC'nin kullanımı ile ilişkilendirilmiştir. Çünkü, Judex ve Rubin'in YFC'yi kullanarak yaptıkları hayvan çalışmasında, kemik yapım miktarının deney grubunda kontrol grubuna kıyasla %159 oranında fazla olduğu bildirilmiştir.<sup>33</sup> Alikhani ve ark.nın yaptığı benzer çalışmada ise kemik yapımının %190'dan fazla arttığı bildirilmiştir.<sup>34</sup> Peki, bu cihazlar hangi mekanizma ile ortodontik diş hareketini hızlandırmakta ve ağrıyı azaltmaktadır?

Leethanakul ve ark.nın 2015 yılında yaptığı çalışmada, 1. premolar diş çekiminin ardından, kanin distalizasyonu yapılan 15 hastada vibrasyon kuvvetinin diş hareket hızına etkisi değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede, osteoklast ve osteoblast farklılaşmasında rol oynayan sitokin aktivitesine (özellikle IL-1 $\beta$  seviyesine) bakılmıştır. Çalışma sonucunda; ortodontik diş hareketinin %61 oranında arttığı, IL-1 $\beta$  seviyesinin ortalama 3 katına çıktığı gözlemlenmiştir.<sup>35</sup> Bu çalışmadan yola çıkarak vibrasyon cihazlarının, yukarıda bahsedilen ve ortodontik diş hareketini hızlandıran diğer tekniklere benzer şekilde inflamatuvar mediyatör miktarını artırarak etki gösterdiği söylenebilmektedir. İnflamatuvar mediyatörlerin miktarındaki bu artış osteoklastik ve osteoblastik aktiviteyi ve dolayısıyla kemik yapımını artırarak ortodontik diş hareketini hızlandırmaktadır.

Vibrasyon cihazlarının ağrıyı hafifletmesi ile ilgili iki hipotez mevcuttur:

1. Kuvvet etkisi ile PDL'de ortaya çıkan sıkışmayı azaltması ve normal dolaşımı teşvik ederek inflamatuvar yan ürünlerin çoğalmasını önlemesi.<sup>36</sup>

2. "Kapı kontrol" teorisine dayanmaktadır.<sup>37</sup> Bu teoriye göre sinir fibrillerinin eş zamanlı uyarılması ile ağrı azaltılabilmektedir. Bu hipotez ilk hipoteze göre daha kabul edilebilirdir. Çünkü; ilk hipotezde yer alan inflamatuvar yan ürünlerin azalması ile ortodontik diş hareketi yavaşlayabilmektedir.

## VİBRASYON CİHAZLARIN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLDİĞİ DİĞER ÇALIŞMALAR

Literatürde, vibrasyon cihazlarının etkisinin değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda genellikle vibrasyon cihazlarının diş hareket miktarındaki ve ağrı kontrolündeki rolü değerlendirilmiştir. Bazı araştırmacılar ise ortodontik diş hareketini hızlandırdığı iddia edilen bu cihazların kök rezorpsiyonu ile ilişkisini araştırmıştır.

Nishimura ve ark.nın, genişletme zembereği kullanarak molar diş hareket miktarını değerlendirdiği hayvan çalışmasında, deney grubundaki hayvanlara 1., 7. ve 14. günlerde 8 dk süreyle (60 Hz, 1,0 m/s<sup>2</sup>) vibrasyon uygulanmış ve deney grubunda kontrol grubuna kıyasla daha fazla ortodontik diş hareketi gözlenmiştir.<sup>11</sup> Diş hareket hızındaki bu artış RANKL salınımının artışı ile ilişkilendirilmiştir.

Al-Sayagh ve Salman'ın, 14 tavşan üzerinde mekanik vibrasyon kuvvetinin diş hareket hızına etkisini değerlendirdikleri çalışmada, vibrasyon uygulamasının ortodontik diş hareketini hızlandırabileceği gösterilmiştir.<sup>38</sup>

Miles ve ark.nın, 66 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, deney grubundaki hastalara günlük en az 20 dk vibrasyon cihazı kullanılmıştır. Mandibuler anterior bölgeden belli aralıklarla (5., 8. ve 10. haftalar) ölçü alınıp, Little'ın çapraşıklık indeksini ve hasta ağrı seviyesini değerlendiren bir skala kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonunda, deney ve kontrol grupları arasında diş hareket miktarı ve ağrı açısından bir farklılık olmadığı bildirilmiştir.<sup>39</sup> Benzer şekilde Marie ve ark.nın, vibrasyon cihazlarının ağrı kontrolündeki etkinliğini değerlendirdikleri klinik çalışmada, deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.<sup>12</sup>

Lobre ve ark.nın, vibrasyon cihazlarının ağrı kontrolü üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, 58 hasta araştırmaya dâhil edilmiştir. Deney grubundaki hastalara günlük 20 dk süreyle vibrasyon cihazı kullanılmış ve hissedilen ağrı bir skala yardımıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, deney grubundaki ağrı skorla-

rının kayda değer biçimde az olduğu gözlemlenmiştir.<sup>36</sup>

Dibiase ve ark.nın, vibrasyon cihazlarının kök rezorpsiyonu üzerine etkisini değerlendirdikleri klinik çalışmada, bu cihazların inflamatuvar kök rezorpsiyonunu etkilemediği bildirilmiştir.<sup>40</sup> Kau da bu konuda benzer sonuç rapor etmiştir.<sup>41</sup>

## SONUÇ

Vibrasyon cihazlarının ortodontik diş hareketini hızlandırması ve ağrıyı azaltması fikri klinisyenler ve hastalar için çok cazip görünse de literatürdeki çalışmalarda, vibrasyon cihazlarının etkinliği ile ilgili çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Cihazların etkinliği hakkında daha sağlıklı yorum yapabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Fink DF, Smith RJ. The duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;102(1):45-51. [Crossref]
- Fisher MA, Wenger RM, Hans MG. Pretreatment characteristics associated with orthodontic treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(2):178-86. [Crossref] [PubMed]
- Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1982;82(1):62-7. [Crossref]
- Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7(2):71-8. [Crossref] [PubMed]
- McComb JL. Orthodontic treatment and isolated gingival recession: a review. *Br J Orthod.* 1994;21(2):151-9. [Crossref] [PubMed]
- Roykó A, Dénes Z, Razouk G. [The relationship between the length of orthodontic treatment and patient compliance]. *Fogorv Sz.* 1999;92(3):79-86. [PubMed]
- Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med.* 2004;35(2):117-20. [Crossref] [PubMed]
- Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E1 (PGE1) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1984;85(6):508-18. [Crossref]
- Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Yamashiro T. Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1,25(OH)2D3 and mechanical force in the rat. *J Dent Res.* 1992;71(8):1487-92. [Crossref] [PubMed]
- Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(2):252-9. [Crossref] [PubMed]
- Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, et al. Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(4):572-83. [Crossref] [PubMed]
- Marie SS, Powers M, Sheridan JJ. Vibratory stimulation as a method of reducing pain after orthodontic appliance adjustment. *J Clin Orthod.* 2003;37(4):205-8. [PubMed]
- Kau CH, Nguyen JT, English JD. The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. *Orthodontic Practice US.* 2010;1(1):10-5.
- Shenava S, Nayak KUS, Bhaskar V, Nayak A. Accelerated orthodontics-a review. *International Journal of Scientific Study.* 2014;1(5):35-9.
- Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *J Dent Res.* 2009;88(7):597-608. [Crossref] [PubMed]
- Buschang PH, Campbell PM, Ruso S. Accelerating tooth movement with corticotomies: is it possible and desirable? *Semin Orthod.* 2012;18(4):286-94. [Crossref]
- Teixeira CC, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant LM, et al. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *J Dent Res.* 2010;89(10):1135-41. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- 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(4):347-54. [Crossref]
- Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11(3):143-55. [Crossref] [PubMed]
- Yamaguchi M, Hayashi M, Fujita S, Yoshida T, Utsunomiya T, Yamamoto H, et al. Low-energy laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expressions of matrix metalloproteinase-9, cathepsin K, and alpha(v) beta(3) integrin in rats. *Eur J Orthod.* 2010;32(2):131-9. [Crossref] [PubMed]
- Scheurer PA, Firestone AR, Bürgin WB. Perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod.* 1996;18(1):349-57. [Crossref] [PubMed]
- Lökken P, Skoglund LA, Skjølbred P. Anti-inflammatory efficacy of treatments with aspirin and acetaminophen. *Pain.* 1995;60(2):231-3. [Crossref]

## Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

## Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

## Yazar Katkıları

*Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup, başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.*



23. Ngan P, Wilson S, Shanfeld J, Amini H. The effect of ibuprofen on the level of discomfort inpatients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;106(1): 88-95. [[Crossref](#)]
24. Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(1):16-26. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Tortamano A, Lenzi DC, Haddad AC, Bottino MC, Dominguez GC, Vigorito JW. Low-level laser therapy for pain caused by placement of the first orthodontic archwire: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(5):662-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Vachiramon A, Wang WC. Acupuncture and acupressure techniques for reducing orthodontic post-adjustment pain. *J Contemp Dent Pract.* 2005;6(1):163-7. [[PubMed](#)]
27. Roth PM, Thrash WJ. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation for controlling pain associated with orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90(2): 132-8. [[Crossref](#)]
28. Farzanegan F, Zebarjad SM, Alizadeh S, Ahrari F. Pain reduction after initial archwire placement in orthodontic patients: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141(2):169-73. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Bowman SJ. The effect of vibration on the rate of leveling and alignment. *J Clin Orthod.* 2014;48(11):678-88. [[PubMed](#)]
30. Pavlin D, Anthony R, Raj V, Gakunga PT. Cyclic loading (vibration) accelerates tooth movement in orthodontic patients: a double-blind, randomized controlled trial. *Semin Orthod.* 2015;21(3):187-94. [[Crossref](#)]
31. Woodhouse NR, DiBiase AT, Johnson N, Slipper C, Grant J, Alsaleh M, et al. Supplemental vibrational force during orthodontic alignment: a randomized trial. *J Dent Res.* 2015;94(5):682-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Yadav S, Dobie T, Assefnia A, Gupta H, Kalajzic Z, Nanda R. Effect of low-frequency mechanical vibration on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2105;148(3):440-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Judex S, Rubin CT. Is bone formation induced by high-frequency mechanical signals modulated by muscle activity? *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010;10(1):3-11. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
34. Alikhani M, Khoo E, Alyami B, Raptis M, Salgueiro JM, Oliveira SM, et al. Osteogenic effect of high-frequency acceleration on alveolar bone. *J Dent Res.* 2012;91(4):413-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
35. Leethanakul C, Suamphan S, Jitpukdeebod-intra S, Thongudomporn U, Charoemratrote C. Vibratory stimulation increases interleukin-1 beta secretion during orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2015;86(1):74-80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
36. Lobre WD, Callegari BJ, Gardner G, Marsh CM, Bush AC, Dunn WJ. Pain control in orthodontics using a micropulse vibration device: a randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2015;86(4):625-30. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science.* 1965;150(3699):971-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
38. Al-Sayagh NM, Salman DKA. The effect of mechanical vibration on the velocity of orthodontic tooth movement. *International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering.* 2014;3(1):284-91.
39. Miles P, Smith H, Weyant R, Rinchuse DJ. The effects of a vibrational appliance on tooth movement and patient discomfort: a prospective randomised clinical trial. *Aust Orthod J.* 2012;28(2):213-8. [[PubMed](#)]
40. DiBiase AT, Woodhouse NR, Papageorgiou SN, Johnson N, Slipper C, Grant J, et al. Effect of supplemental vibrational force on orthodontically induced inflammatory root resorption: a multicenter randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(6): 918-27. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
41. Kau CH. A radiographic analysis of tooth morphology following the use of a novel cyclical force device in orthodontics. *Head Face Med.* 2011;7(1):14. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]