



# Ortodontide Güncel Pekiştirme Uygulamaları: Literatür Derlemesi

## Current Retention Applications in Orthodontics: Literature Review

Fatih BAYIR, Esra BOLAT

Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

Yazışma Adresi  
Correspondence Address

**Fatih BAYIR**  
Akdeniz Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Ortodonti, Antalya, Türkiye  
E-posta: bayirfatih@yahoo.com

Geliş tarihi \ Received : 18.02.2019  
Kabul tarihi \ Accepted : 07.03.2020  
Elektronik yayın tarihi : 04.03.2021  
Online published

Bu makaleye yapılacak atıf:  
Cite this article as:  
Bayır F, Bolat E. Ortodontide güncel  
pekiştirme uygulamaları: Literatür  
derlemesi. Akd Tıp D 2021; 7(1):27-35.

Fatih BAYIR  
ORCID ID: 0000-0002-3452-4852  
Esra BOLAT  
ORCID ID: 0000-0002-6156-3515

### ÖZ

Pekiştirme dönemi uzun zaman alan ortodontik tedavinin son ve önemli bir aşamasıdır. Pekiştirme dönemi malokluzyonun tipine, hastanın yaşına, uygulanan tedavi planına ve diğer faktörlere göre farklılıklar göstermekle birlikte genel olarak sabit ve hareketli olarak sınıflandırılabilir. Pekiştirme dönemi, son yıllarda tedavi sonrası hasta takip sürelerinin uzaması ve hastaların sosyokültürel seviyelerinin artmasıyla birlikte ortodontik tedavinin daha fazla önem verilen bir aşaması olmuştur. Günümüzde kullanıma yeni sunulan ürünlerle hem hasta uyumu artırılmaya hem de daha etkin pekiştirme sağlanmaya çalışılmaktadır. Çalışmamızda pekiştirme aşamasına genel bir bakış ve güncel birkaç pekiştirme tipinin özelliklerine değinilecektir.

**Anahtar Sözcükler:** Ortodontik pekiştirme apareyleri, Nüks, Pekiştirme programı

### ABSTRACT

The retention period is the last and important stage of long-term orthodontic treatment. Although the ideal retention appliance decision for the patient differs according to the initial malocclusion, the patient's age, treatment planning, and other factors, the retention appliances can generally be classified as removable and fixed appliances. The retention period has given increased attention recently with the increased follow-up period after orthodontic treatments and esthetic awareness and expectations of the patients. There are recent studies on new methods or new materials for the most reliable and efficient retention type for orthodontic patients in the literature. In this review, an overview of the retention period, and the features, advantages, disadvantages, and indications of the current retention types will be discussed.

**Keywords:** Orthodontic retainers, Recurrence, Reinforcement schedule

### GİRİŞ

Ortodontik tedaviyle elde edilen son durumun, tedaviden önceki durumuna dönmemesi için alınan önlemlere pekiştirme tedavisi denir (1, 2). Uzun dönem takip çalışmalarında ortodontik tedavi sonrası hastaların yaklaşık % 70' inde nüks görüldüğü bildirilmiştir (2). Bu çalışmalar nüks riskinin braketerin sökülmesinden sonra 5 yıl boyunca devam ettiğini göstermektedir (3).

Ortodontik tedavi sonuçları potansiyel olarak nüks etmeye meyillidir, üç ana sebepten dolayı retansiyon gereklidir.

- Ortodontik tedavi sonucu gerilen gingival ve periodontal dokuların yeniden organize olması ve aynı zamanda mineral içeriği az olan yumuşak kemiğin mineralize olması için zaman gerekmesi.

- Dişlerin üzerine gelen yumuşak doku kaynaklı kuvvetlerin tedavi sonrasında henüz dengelenmemiş olması.
- Devam eden büyüme gelişimin dişlerin ve dokuların üzerinde oluşturduğu değişim (4).

Pekiştirme tedavisinin etkinliği için geçmişte çeşitli fikirler öne sürülmüştür. Angle 1899 yılında molar ilişkisiyi sagittal düzlemde doğru olarak tanımlamış ve tüm dişlerin temasta olduğu iyi bir dijitasyonun dişlerin migrasyonunu engellenebileceğini bildirmiştir (5). 1972 yılında Andrews normal okluzyonun altı anahtarından biri olarak molar ve kanin dişlerin interark ilişkisini tanımlamıştır (6). Roth ise 1976 yılında ortodontik tedavi sonunda ulaşılmaması gereken temel kriterlerden olduğunu bildirdiği iyi bir okluzyonun fonksiyonel özelliklerini şu şekilde tanımlamıştır (7).

- 1- Çeneler sentrik ilişkideyken dişler maksimum intercuspal pozisyonda olmalı.
- 2- Lateral çene hareketlerinde çalışan taraftaki kanin dişlerin teması çalışan ve dengeleyen tarafta posterior dişlerde teması kesmelidir (kanin koruyuculu okluzyon).
- 3- Protrüziv çene hareketlerinde üst kesici dişlerin alt kesici dişlere teması posterior dişlerin temasını kesmelidir (anterior rehberlik).
- 4- Çiğneme taraf dişleri temastayken dengeleyen taraf dişlerinde çatışma (interference) olmamalıdır.

Lundström apikal kaidenin stabilitede önemli olduğu fikrini ortaya atmış (8), Rogers uygun fonksiyon ve kaslar arasındaki dengenin stabiliteyi etkilediğini savunmuştur (9). Proffit ise kuvvetlerin dengelendiği alanı dil, dudaklar, periodontal ligament, dental okluzyon gibi kuvvetlerin birbirini nötralize ettiği alan olarak tanımlamıştır (10). Öte yandan ortodontik tedavi sonrası oluşan relapsın yaşla birlikte oluşan normal bir değişim olduğu yönünde görüşler de vardır (2, 11).

Ortodontik tedavi sonrası pekiştirme için sabit ve hareketli aygıtlar, cerrahi işlemler, lazer, vibrasyon, ultrasound ve farmakolojik ajanlar kullanılabilir. Klinik uygulamalarda sık kullanılan ve gelecekte kullanımı muhtemel alternatifler şunlardır.

### 1) Hareketli Pekiştirme Apareyleri

Hareketli pekiştirme aygıtları ark içi stabilizasyonu sağlamada kullanılabilirliği gibi fonksiyonel apareyler ya da headgear kullanımında olduğu gibi arklar arası stabilizasyonu korumada da kullanılabilen faydalı araçlardır. Ortodonti kliniklerinde sıklıkla kullanılan hareketli apareyler Hawley apareyi ve vakumla şekillendirilmiş apareydir (12).

#### 1.1) Hawley Apareyi

Uzun zamandır en sık kullanılan hareketli apareylerden biridir, 1919 yılında tanıtılan aparey molar dişlere

gelen adams tutucuları ve kaninden kanine uzanan vestibül arkından oluşur, palatinaldeki akrilik plak derin kapanışı olan hastalarda derin kapanışın artmasını engelleyen “bite-plane” etkisi oluştururken anterior dişlerden geçen vestibül ark kesici dişlerin tork kontrolünü sağlamaya yarar (13). Aşağıdaki modifikasyonlarla Hawley apareyinin klinik kullanımını daha amaca yönelik hâle getirilmiştir.

- Premolar çekimli vakalarda vestibül ark adams kroşeye lehimlenerek çekim boşluğunun açılması engellenebilir.
- Vestibül ark uyumlanırken kanin dişin vestibülüne tam temas sağlanamayabilir, eğer infra veya vestibül pozisyonundan sürmüş bir kanin dişin retansiyonu için tam kontrol arzu ediliyorsa lateral dişin distaline uzanan vestibül arka kanine tam temas sağlayan bir tutucu lehimlenebilir.
- İkinci moları sürmüş vakalarda vestibül ark ikinci molarla yapılan C kroşeye lehimlenebilir, bu aynı zamanda çekimli vakalarda çekim boşluğunun açılmasını engellemek için aktive edilerek de kullanılabilen bir modifikasyondur (4).

Dayanıklı olması, hasar görmesi halinde tamirinin kolay olması, kapanışa engel olan elemanlarının olmaması önemli avantajlarından. Kısa sürede alışılrsa da konuşmayı etkilemesi, gülümseme ve konuşma sırasında fark edilir olması ve hasta kooperasyonu gerektirmesi ise dezavantajları olarak sayılabilir.

#### 1.2) Anterior Clip Tip Pekiştirme Apareyi

Genellikle posterior dişlerinde çapraşıklık olmayan hastaların tedavisi sonrası kullanılan, sadece kesici dişleri kaplayacak şekilde akrilikten yapılan hareketli apareydir. Kesici dişlerdeki diastema ve rotasyon düzeltimi sonrası kullanılabilir (4). Sadece keser dişleri kapladığı için küçük hacimlidir, hastalar açısından apareyin küçük olması avantaj sağlar. Öte yandan sadece kesici dişleri kaplıyor olması, uzun süre kullanımında posterior dişlerde uzamaya ve overbite kaybına sebep olacağından dikkatli olunmalıdır (4). Kesici dişleri her yönden sarıp periodontal ligamentin yeniden organize olması için gereken hareket serbestliğini vermesi ise apareyin dezavantajıdır (4).

#### 1.3) Wraparound Pekiştirme Apareyi

Begg apareyi olarak da bilinen aparey akrilik rezinden palatinal plak ve dişlerin vestibülüne temas eden telden oluşur, vestibüldeki paslanmaz çelik ark teli sürmüş son molar dişin distaline kadar uzatılmıştır, herhangi bir retansiyon kroşe elamanı içermez (14).

Tam sürmemiş molar diş varlığında diğer reteinler tipleri gibi sürmeye engel olmadığı için, distale eğimlenmiş molar diş varlığında eksen eğimini u loop aktivasyonu ile düzeltme imkanı sağladığı için ve çürük-kırık nedeniyle diş yapısında

kayıp varlığında retansiyon sağlamakta problem yaşanan vakalarda retansiyon avantajı nedeniyle kullanımı uygundur (15).

Diğer konvansiyonel hareketli apareylerden daha iyi retansiyon sağlama, laboratuvar aşamaların çok zaman alması avantajları arasındadır. Dezavantajı ise tel bükümleri uygun olmazsa ya da kullanım sırasında bozulursa okluzal interferens oluşturma ihtimalinin fazla olmasıdır (15).

#### 1.4) Vakumla Şekillendirilen Pekiştirme Apareyi

Akrilik ve telden yapılan wraparound pekiştirme apareyinin türevi olarak da nitelenebilir, ince bir akrilik plağın ısıtıldıktan sonra model üzerine vakumlanmasıyla elde edilir. Son yıllarda maksilla için en çok kullanılan pekiştirme apareyidir. İnce ve şeffaf olması kullanım kolaylığı ve estetik sağlar (4). Hijyen sağlama konusunda sabit pekiştirmeye göre daha avantajlıdır (16). Hasta memnuniyeti bakımından değerlendirildiğinde, sabit pekiştirme aygıtları ve Hawley apareyiyle kıyaslandığında hastalar en fazla vakumla şekillendirilmiş aparey kullanımında memnuniyet bildirmiştir (17).

Vakumla şekillendirilmiş apareylerin dezavantajları şunlardır:

Kalınlığı özellikle her iki çenede de pekiştirme apareyi olarak tercih edildiğinde problem oluşturabilir, okluzyon bölgelerinde delikler açılarak kullanılması mümkündür. Üst çeneye vakumla şekillendirilen alt çeneye ise sabit pekiştirme apareyi yapılması bu problemi büyük ölçüde çözer (5). Hawley apareyi gibi kapanışın derinleşmesini engellemez, derin kapanışı olan hastalarda dikkatli olunmalıdır. Birkaç aylık kullanım sonrası renklenme ve kırılma problemleri görülmektedir. Yenilenmesi gerekmekte ve hastanın hemen başvurması önem arz etmektedir (4). Aşınma ve kırılma problemlerini engellemek için kuvvet taşıyıcı bölgelerde dayanıklılığı artırmak için rezinle desteklenmiş çok katmanlı vakumla şekillendirilmiş pekiştirici tipleri uygulanabilir (18). Özellikle kahve, çay ve renkli alkollü içeceklerin vakumla şekillendirilmiş pekiştiricinin renginde belirgin değişiklikler yaptığı bildirilmiştir (19). Diğer bir dezavantajı ise dişlerin okluzalini de sardığı için okluzal settlingin oluşmasını engellemesidir. Sauguet ve ark. yaptıkları çalışmada vakumla şekillendirilmiş pekiştirici kullanan hastalarda pekiştirme döneminde posterior bölgede daha az sayıda kontak noktası oluştuğunu bildirmişlerdir (20).

Kaya ve ark. çalışmalarında ortodontik tedavi sonrası en çok kullanılan apareyler olan Hawley apareyi ve vakumla şekillendiren apareyi pekiştirme etkinlikleri bakımından değerlendirmiştir. Her iki apareyi de tedavi sonrası 6 ay kullanan hastalarda maksiller ve mandibuler irregulerite indekslerini değerlendiren çalışmacılar pekiştirme etkinlikleri bakımından apareyler arasında anlamlı fark olmadığı sonucuna ulaşmıştır (21).

#### 1.5) Positioner Apareyi

Positioner apareyi şeffaf apareylerin bir türü olarak da tanımlanabilir, ortodontik tedavi sonrası dişlerin pozisyonlarında minör değişiklikler yaparak daha iyi bir okluzyona ulaşmak ve dişin hareket yönü için rehber olmak için kullanılabilir (22). Positioner silastik malzemedan yapılmış ark formunda, dişleri saran ve iki çeneyi birarada tutan bir apareydir (22). Tedavi bitiminde hastadan elde edilen modelde bir ya da birkaç dişte maksimum 1 mm ya da 5 derecelik açısal değişimler yapılarak elde edilen yeni model üzerine silastik malzeme uygulanarak elde edilir (23). Overjetin kontrolü, dişlerde minör değişiklikler yapma, dişetine masaj yapma ve dudak kompetensini sağlama gibi avantajları vardır (24). Derin kapanışlı hastalarda overbite miktarında artışa sebep olması, hasta kooperasyonu gerektirmesi, dayanıksız olması ve dişetinde protez vuruğu benzeri yaralar oluşturmaları ise dezavantajlarıdır (24).

#### 2) Sabit Pekiştirme Apareyleri

Sabit pekiştirme; çeşitli tel tiplerinin dişlerin singulumlarına pasif olarak yapıştırılmasıyla yapılan pekiştirme tipidir (25). Sadece kaninlere yapıştırılan düz kalın tel, sadece kaninlere yapıştırılan spiral tel ya da tüm kesici dişlere yapıştırılan fleksible spiral tel başlıca kullanılan tel tipleridir (26). Nüksü engellemek ve sekonder çapraşıklık oluşmasının önüne geçmek için mandibuler kaninler arası daha fazla tercih edilirler. Birçok ortodontist dental ark boyunun hayat boyunca kısılması sebebiyle alt keserlerde oluşacak çapraşıklık engellemek için tek yolunun sabit pekiştirme olduğuna inanmaktadır (27, 28). Zachrisson ve ark.nın yaptığı çalışmada 15 yıllık takipte bile etkin retansiyon sağladığı gösterilmiştir (25).

Dört temel endikasyonu vardır.

1) Klinik kullanımda radius'da epifiz-diafiz kaynaşması sıklıkla büyümenin bitmesi olarak değerlendirilse de Pancherz epifiz-diafiz kaynaşması sonrasında da büyümenin devam ettiğini bildirmiştir (29). Geç dönem büyüme-gelişim sırasında alt çenenin diferansiyel büyümesiyle yani mandibulanın maksilladan daha fazla ve daha uzun süre anteriora büyümesiyle alt keserler, dudanın ve üst keserlerin uygulayacağı kuvvetlere maruz kalırlar. Oluşan bu kuvvetler sebebiyle alt keserler distal-lingual yönde tippinge zorlanırlar, bu kuvvetlerden kaynaklanan çapraşıklık engellemek için uzun süreli retansiyon gereklidir. 16-20 yaş arasında oluşacak hafif mandibular diferansiyel büyüme bile çapraşıklığa sebep olabilir (4).

2) Diastema kapatılan vakalardan sonra.

Özellikle maksiller santral dişler arasındaki diastema kapatıldığında önerilir, frenektomi yapılsa bile diastema tekrar oluşma eğiliminde olacağı için daimi retansiyon önerilir. Moffit ve Raina yaptıkları çalışmada maksiller orta hat

diastema kapatılması sonrası sabit pekiştirme apareyinin ortalama 17 yıl ağızda kaldığı, kırılma-kopma ihtimalinin yıllık % 2 olduğu ve periodontal sağlık açısından risk oluşturmadığını bildirilmişlerdir (4, 30).

3) İmplant ya da köprü gövdesi boşluğunun korunması için.

Özellikle posterior bölgede kalın bir tel kullanılarak gerekli durumlarda hafif preparasyon yapılarak telin yapıştırılmasıyla pekiştirme sağlanabilir (4).

4) Özellikle yetişkin hastalarda çekimli vakalardan sonra diastema oluşumunu engellemek için çekim bölgesinin posterioruna kadar ya da sadece çekim bölgesinde daimi retansiyon yapılabilir (16).

Hastaların ve hekimlerin sabit pekiştirmeye ilgili en çok şikayetçi oldukları konulardan birisi sabit pekiştirme apareylerinde oluşan yapıştırma kayıplarıdır. Egli ve ark. yaptıkları çalışmada yapıştırma kaybı bakımından direkt ve indirek yapıştırma yöntemleri kıyaslanmıştır. Çalışma sonunda yapıştırma kaybı bakımından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadığı, her iki grupta da yapıştırma kaybının keser dişlerde, kanin dişlerden daha fazla olduğu bildirilmiştir (31).

Sabit pekiştirme apareyi uygulanan hastalarda kullanılan ölü tel “dead wire” ile standart paslanmaz çelik pekiştirme telinin mandibuler keserlerdeki çapraşıklık artışıyla ilişkisinin değerlendirildiği çalışmada, ölü tel grubunda mandibuler ark çapraşıklıkta artışın anlamlı olarak daha fazla görüldüğü belirtilmiştir (32).

Sabit pekiştirme telinin sadece kaninlere yapıştırılarak uygulandığı ve tüm keserlere yapıştırılarak uygulandığı farklı klinik uygulama yöntemleri tanıtılmıştır. Watted ve ark. bu iki uygulamayı dişlerde oluşan mobilite farkı bakımından değerlendirdiğinde, tüm keserlere yapıştırma işlemi yapılan pekiştirme tipinde sadece kaninlere yapıştırma yapılan pekiştirme tipine göre mobilitede anlamlı azalma oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çalışmacılar gözlemlenen mobilitenin her iki grupta da fizyolojik sınırlar içinde kaldığını bildirmiştir (33). Konuyla ilgili başka bir çalışmada ise sadece kaninlere pekiştirme teli yapıştırılan teknikte kullanılan tel daha kalın materyalden yapıldığı için daha rijit olduğu, bu yüzden daha kolay uygulanabildiğini fakat 5 yıllık takipte keser çapraşıklıkta hafif-orta seviyede artışa sebep olduğu bildirilmiştir (34). Kalın düz kesitli tel ve düz kesitli örgü tel yuvarlak kesitli örgü tele göre deformasyona ve torsiyonel kuvvetlere karşı daha dirençlidir (35).

Sabit pekiştirme uygulamalarıyla ilgili en uzun süreli takip çalışmalarından biri de Maddalone ve ark. yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada hastalar 12 yıl boyunca takip edilmiş, bu süre zarfında dişler, oluşan çürük ve periodontal sağlık bakımından değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda takip edilen 50 hastadan sadece 2 tanesinde keserler bölgesinde

çürük oluşumu gözlenmiş, bu iki hastada aynı zamanda posterior dişlerde de çürük oluştuğu görülmüştür. Anteriordeki çürüklerin dişlerin lingualinde değil vestibüllerinde olduğu, oluşan çürüklerin pekiştirme teli ya da kompozitle direk temasının olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak sabit pekiştirme uygulamasının çürük riskini artırmadığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada tüm keserlere sabit pekiştirici yapıştırılan teknikle sadece kaninlere yapıştırma yapılan teknik yapıştırma kayıpları bakımından değerlendirildiğinde; tüm dişlere yapıştırma yapılan teknikte kaybın daha az olduğu ayrıca hijyen açısından da fazladan risk oluşturmadığı değerlendirilmiştir (36). Al-Moghrabi ve ark. sabit pekiştirmenin özellikle alt keser çapraşıklığı düzeltimi sonrası oluşan nüksü engellemede vakumla şekillendirilmiş apareye göre daha etkili olduğunu, periodontal sağlık açısından ise sabit pekiştirme ile vakumla şekillendirilmiş apareyler arasında fark olmadığını bildirmiştir (37).

Sabit pekiştirme apareyi kullanan hastalarda yaşanan en büyük problem yapıştırma kayıplarıdır. İsviçre’de yapılan bir çalışmada ortodontistlerin %55’i sabit pekiştirme apareyi kullandıklarını, sabit pekiştirme apareyin kullananların %66’sı ise meslek yaşamları boyunca en az bir kez yapıştırma kaybı yaşadıklarını bildirmiştir (38).

## 2.1) Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Pekiştiriciler

Ortodontik retansiyon için kullanımına sunulan fiberle güçlendirilmiş kompozitler, kompozit materyalin içine cam, karbon, polietilen ve aramid liflerin eklenmesiyle elde edilmiş materyallerdir (39, 40). Klinik çalışmalar yapıştırma kayıpları ve klinik dayanım bakımından standart pekiştirme telleriyle arasında fark olmadığını göstermiştir (41).

Korozyona uğramaması, radyolüsent olması, iyi yapışma kuvveti sağlaması, uygulama sırasında dişin konturlarına uyumunun pekiştirme tellerine göre daha iyi olması ve tamirinin kolay olması fiberle güçlendirilmiş kompozitin avantajları olarak sayılabilir (42).

Yüksek rijidite göstermesi protetik ve konservatif uygulamalar için avantaj olmasına karşın pekiştirici olarak kullanımda dezavantaj olmaktadır çünkü artan rijidite dişin fizyolojik mobilitelerini engellemekte ve ankiloz riskini artırmaktadır (43, 44).

## 2.2) Linglock Porselen Pekiştirici

Dişi ve erkek iki parçadan oluşan bir sistemdir, porselenden üretilmiş parçaların birleşme alanında üç boyutlu bir kilitlenme mekanizması vardır. Parçaların ağıza yerleştirilmesine yardımcı olan bir taşıyıcı aparat yardımıyla uygulanır. Her bir parça komşu dişlere yapışıp aralarında küçük bir boşluk kaldığı için diş ipi kullanımına izin verecek tasarıma sahip olması, porselenden üretildiği için ışığı geçirip estetik problem oluşturmaması, laboratuvar aşaması içermemesi,



çalışma süresinin konvansiyonel pekiştiricilere göre daha kısa olması, kırılma riskinin düşük olması ve tamirinin kolay olması tercih sebepleri arasındadır (45). Maliyetinin fazla olması ise dezavantajdır.

### 2.3) Memotain Pekiştirme Teli

Günümüzde cad-cam teknikleri sayesinde elde yapılan pekiştirme tellerinden daha net konturları olan pekiştirme telleri elde edilebilmektedir. En küçük dizaynları bile alışımda fazla büküm yapılmadan elde edilebilmekte, bu sayede materyalin hasar görmesi ve kırılması engellenmektedir. Memotain isimli ticari üründe 0,4x0,4 mm kalınlıkta retainer teli kullanıldığı için konvansiyonel retainerlerden daha az yer kaplamaktadır. Tel ince olduğu için dişin fonksiyonel kuvvetlerine izin vermektedir. Derin kapanış vakalarında ve çoklu kök rezorbsiyonu olan vakalarda kullanılması avantaj sağlayabilir.

Standart paslanmaz çelik sabit pekiştirme tellerinde yapışma kaybı olması durumunda oluşan deformasyon aynı telin yapıştırılmamasına sebep olmaktadır. Memotain'in deformasyon direnci bu bakımdan klinik kullanımda avantaj sunabilir (46).

Yapımı için hastadan ölçü alınarak elde edilen modelin ya da dijital tarama kayıtlarının üretici firmaya yollanmasının gerekmesi ve maliyetinin fazla olması dezavantajlarıdır.

### 3) Fiberotomi

Periodontal ligament aralığında görülen artış ve ligamentlerin düzenindeki bozulma ortodontik tedavi sırasında görülen normal ve beklenen değişimlerdendir. Edwards tarafından 1970 yılında tanımlanan fiberotomi işlemi dişlerin yeni konumuna daha çabuk uyum sağlayabilmeleri için serbest dişeti ve transseptal liflerin kesilmesi işlemidir (47).

Edwards çalışmasında 12 yetişkin hastanın rotasyonlu dişlerinin dişetine dövme yaptıktan sonra rotasyonları ortodontik olarak düzeltilmiş (20-90 derece), daha önce düz bir hatta olan dövme noktalarının rotasyonla birlikte bozulduğunu gözlemlemiş, ardından fiberotomi işlemi uygulamıştır. Fiberotomi işlemi sırasında dövme noktalarında başlangıçta belirgin bir değişim gözlemlememiş fakat birkaç gün içinde biri hariç hepsinin dişin uzun aksına paralel hâle geldiğini gözlemlemiştir. Sonucun daha iyi olması için 28 saat sonra tekrar bir cerrahi işlem yapmış ve diğer noktanın da doğrusal hâle geldiğini gözlemlemiştir. Edwards rotasyonlu dişlerin tedavisinde aşırı düzeltim sonuçlarının öngörülemez olduğunu, fiberotomi yapılan hastalarda ise ihmal edilebilecek kadar az miktarda nüks olduğunu bildirmiştir (47). Proffit ve ark. ise ortodontik tedavi sırasında gerilen periodontal ligamentin kollojen liflerinin dişin son pozisyonuna göre yeniden organize olması için 3-4 aylık bir dönem gerektiğini, tedavinin son aşamasında kullanılan rijit ark tellerinin dişlere hareket verilmeden 3-4 ay dişlere bağlı

olarak bekletilmesinin gergin dişeti liflerinin yeni pozisyona göre organize olması için gerekli olan bu zamanı tanıyacağını, bu 3-4 aylık dönem sonunda dişlerde görülen hafif mobilitenin de ortadan kalkacağını savunmaktadır (4).

Periodonsiyumdaki gingival ve transseptal liflerin relapsa sebep olmasının nedeni bu lif gruplarının turnover hızlarının düşük olmasıdır (48, 49). Reitan köpekler üzerinde yaptığı çalışmada rotasyon hareketi sonrasında periodontal liflerde oluşan gerilimi değerlendirmiş ve 232 günlük pekiştirmeden sonra bile marjinal liflerde kısmi uyum gözlediğini bildirmiştir (49).

Hayvanlar üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise 35-42 gün boyunca rotasyona uğratılan dişlerden fiberotomi yapılan grupla fiberotomi yapılamayan grup kıyaslanmış ve fiberotomi yapılan grupta, hiç retansiyon yapılmayan gruba göre %73 daha az nüks olduğunu bildirilmiştir (50).

Fiberotomi uygulamasının dezavantajları ise işlem sonrası dişlerde görülen mobilite artışı ve ödem kaynaklı diastema oluşumlarıdır, bu problemlerin birkaç hafta içinde kendiliğinden düzeldiği bildirilmiştir. Cerrahi prosedürden kaynaklanan hasta rahatsızlığı ise minimal olarak bildirilmiştir (51).

## 4) Farmakolojik Pekiştirme

### 4.1) Bisfosfanatlar

Geçmişte ortodontik tedavi farmakoloji ilişkisi çok dikkate alınmasa da bisfosfanatların tedavide kullanılmaya başlaması ve diş hekimliği alanındaki etkilerinin görülmesiyle birlikte farmakoloji-diş hekimliği ilişkisi önem verilen konulardan biri olmuştur (52-54). Bisfosfanatlar 10 yıl veya daha fazla yarılanma ömrüyle farmakolojik ajanlar arasında özel bir yere sahiptir, kemik metabolizma hızını, tamir mekanizmasını ve osteoklast aktivitesini etki süresi boyunca kısıtlar. Bisfosfanat kullanan hastalarda en sık görülen yan etki kemik nekrozudur, mandibulada %68 maksillada ise %28 oranında nekroz görüldüğü bildirilmiştir. Dental tedavi gören hastalarda oluşan bisfosfanat kaynaklı semptomlar dental ve periodontal kaynaklı rahatsızlıkları taklit edebilmektedir (55).

İstenmeyen diş hareketleri farmakolojik ajanlarla engellenbilirse pekiştirme süresi kısaltılabilir, bisfosfanat kullanan hastalarda ortodontik diş hareket miktarının azaldığını, çekim boşluklarının kapatmanın ve kök paralelliğinin sağlamanın zor olduğunu belirten çalışmalar vardır (56, 57). Bu çalışmalar ortodontik pekiştirme amacıyla yapılmış çalışmalar olmayıp, çeşitli endikasyonlarla bisfosfanat kullanan hastalarda ortodontik tedavi uygulaması sırasında oluşan yan etkilerin değerlendirmesi olarak bildirilmiştir (58). Bisfosfanatlar ortodontik tedavi sonrası pekiştirmede dişlerin nüks yönündeki hareketini kısıtlamak, palatal ekspansiyon sonrası kemik rezorbsiyonunu engellemek ve dist-

raksiyon sonrası elde edilen kemiğin rezorbsiyon direncini artırmak için kullanılabilir, fakat rutin kullanıma girmeleri için daha fazla klinik çalışma yapılması gerekmektedir (59).

#### 4.2) Lityum

Ortodontik tedavideki etkileri değerlendirilen diğer bir farmakolojik ajan ise lityumdur. Lityum bipolar rahatsızlığın tedavisinde uzun yıllardır kullanılan bir ilaçtır (60). Vestergaard ve ark. lityum kullanan çocuklarda kemik kırığı oluşma riskinin azaldığını bunun lityumun osteojenik stimülasyonu sonucu olduğunu bildirmiştir (61). Pan ve ark. ise lityumun ortodontik tedavinin retansiyon aşamasının süresini kısaltmak için kullanılabilir potansiyel bir farmakolojik ajan olduğunu bildirmiştir, Pan ve ark. Wistar fareleri üzerinde yaptıkları çalışmada lityum kullanımının alveoler kemik formasyonunu Wnt sinyal yolunu aktive ederek ayrıca Runx2 ve Osterix ekspresyonunun artırarak yaptığını bildirmişlerdir (62). Distraksiyon osteogenezi uygulanan hastalarda lityum kullanımı distraksiyon bölgesinde kemik kallusu oluşumunu artırmakta, böylece tedavi protokolünü hızlandırmakta ve nüks oluşma riskini azaltmaktadır (61).

#### 4.3) Stronsiyum

Stronsiyum kalsiyum iyonuyla benzer özelliklere sahip kemik afinitesi yüksek bir elementtir (63). Kalsiyum reseptörlerini uyurarak, osteoblast diferansiyasyonunu ve kemik formasyonunu artırmaktadır. Stronsiyumun etkilerinden biri de osteoblastlardan OPG salınımını artırarak osteoklast diferansiyasyonunu ve kemik yıkımını azaltmaktadır (64). Hayvan deneylerinde kardiyak yan etkileri gözlemlendikten sonra ortodontik açıdan araştırmaya uygun bulunmamıştır (65).

Farmakolojik pekiştirme gelecek vaad eden bir alan olmakla beraber yan etkileri nedeniyle günümüzde klinik kullanımda tercih edilen bir seçenek değildir.

#### 5) Lazer Kullanılarak Yapılan Pekiştirme Uygulamaları

Düşük yoğunluklu lazer tedavisi (DYLT) submukozal hücresel bölgede fotositumulan etkiyle hücre metabolizmasını artıran bir lazer uygulamasıdır (66). Hücre metabolizmasındaki artışın etki mekanizmasının hücre membranının kalsiyum geçirgenliğindeki artış ve ATP üretimindeki artış yoluyla olduğu düşünülmektedir (67). DYLT uygulandığı alanda vazodilatasyon oluşturarak bölgeye gelen kan akışını artırmakta, tamir ve remodeling süreçleri de böylece hızlanmaktadır (68).

DYLT ortodontik tedavi sonrası sabit retainer uygulanmış hastalarda periodontal ligament liflerinde oluşan hasarın tamirini hızlandırarak retansiyon periyodunu kısaltmak için kullanılabilir. Retainer uygulanmamış dişlere DYLT uygulamasının ise relapsı hızlandıracağı unutulmamalıdır (69).

#### 6) Mekanik Vibrasyon Uygulaması

Osteositler yetişkin kemiğinin %90'ını oluşturan hücrelerdir. Kemikte oluşan vibrasyon, basınç ve hidrostatik basınç farklılıklarında osteositler prostoglandinE2 ve RANKL seviyelerini azaltmak suretiyle osteoklast aktivitesinin azalmasını sağlamaktadır. Mekanik vibrasyonun prostoglandinE2 seviyesini %60 azalttığı gösterilmiştir. ProstoglandinE2'nin osteoklast diferansiyasyonunu artırdığı bilindiği için düşük seviyelerinin teorik olarak daha az osteoklast aktivitesine neden olduğu düşünülmektedir (70, 71). Hayvan deneylerinde anabolik etkileri gösterilse de ortodontik retansiyona olumlu etkisi ispatlanmamış olan mekanik vibrasyonun ortodontik retansiyonda yardımcı bir uygulama olarak kullanımı ileri klinik araştırmalar gerektirmektedir (68, 72).

#### 7) Ultrasound Uygulaması

Ultrasound insan kulağının duymayacağı frekanslardaki ses dalgalarıdır, biyolojik dokular içinde ilerleyebildiği için diagnostik ve terapötik amaçlarla kullanılmaktadır (73). Biyolojik dokulara etkileri denenmiş farklı ultrasound tiplerinden düşük yoğunluklu atımlı ultrasound (DYAU) doku iyileşmesi için optimum etkinlikle kullanılan ultrasound tipidir (74). Ultrasound uygulamasıyla yara iyileşmesi ve kemik metabolizmasında elde edilen etki mekanik vibrasyon uygulamalarıyla benzerdir (75). Kemik kırıklarında iyileşmeyi hızlandırma, hemifasyal mikrosomya hastalarında mandibuler büyümeyi artırma gibi alanlarda kullanılan DYAU ortodontik diş hareketlerini hızlandırma, ortodontik tedavi sırasında oluşan kök rezorpsiyonuna engel olma gibi amaçlarla da kullanılmaktadır. DYAU'nın periodontal ligament ve kemik hücrelerinde oluşturduğu artış, ortodontik tedavi sonrası oluşacak relapsı engellemek için kullanılabilir bir seçenek olmasını sağlamıştır (76).

#### SONUÇ

Ortodontik tedaviyle iskeletsel ve dental birçok farklı anomali türü tedavi edilmektedir. Pekiştirme döneminde hastanın başlangıç maloklüzyonu, hasta kooperasyonu, hekimin klinik tecrübe ve tercihlerine göre farklı pekiştirme seçenekleri arasından seçim yapılabilir. Pekiştirme uygulamaları sırasında oluşan nüks, hasta kooperasyonu veya uygulama hataları nedeniyle olabilir. Tedavisi sırasında kooperasyon problemi yaşanacağı öngörülen, keser dişlerde tork kontrolü ihtiyacı fazla olan ve keser dişler bölgesinde diastema kapatma vakalarında sabit pekiştirme seçeneklerinin avantajları vardır.

Tedavi başlangıcında derin kapanışı olan hastalarda anterior bite paneli Hawley apareyi, openbite hastalarında ise positioner apareyinin avantajlarından faydalanılabilir. Çekimli tedavilerden ya da bantların sökülmesinden sonra kalan boşlukların kapanması istenen vakalarda wraparound apareyi kullanılabilir. Tüm hareketli aparey seçenek-

leri değerlendirilirken hasta kooperasyonu ilk olarak düşünülmesi gereken faktör olmalıdır. Tedavisi biten hastalara uygun pekiştirme apareyi yapmanın yanında pekiştirme döneminde hastayı daha uzun aralıklarla bir süre daha takip etmek giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Tedavi sonrası pekiştirme uygulamasıyla ilgili bilgi veren

ve hasta sorumluluklarını anlatan bir aydınlatılmış onam formu oluşturup pekiştirme dönemine geçişte hastaya ya da velisine imzalatmak ve hastayı uygun bir süre daha takip etmek oluşacak problemlerin önüne geçmek için etkili olabilir.

## KAYNAKLAR

1. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. 1993.
2. Melrose C, Millett DT. Toward a perspective on orthodontic retention? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113(5):507-14.
3. Little RM, Riedel RA, Artun J. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 93(5):423-8.
4. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics, 4th ed. Louis: Elsevier Health Sciences, 2006.
5. Angle E. Classification of malocclusion. Dental Cosmos. 3th ed. Philadelphia: 1899.
6. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972; 62(3):296-309.
7. Roth RH. The maintenance system and occlusal dynamics. *Dent Clin North Am* 1976; 20(4):761-88.
8. Lundstrom AF. Malocclusion of the teeth regarded as a problem in connection with the apical base. *Int J Orthod and Oral Surg* 1925; 11:1109-33.
9. Rogers AP. Making facial muscles our allies in treatment and retention. *Dental Cosmos* 1922; 64:711-30.
10. Proffit WR. Equilibrium theory revisited: Factors influencing position of the teeth. *The Angle Orthodontist* 1978; 48(3):175-86.
11. Littlewood SJ, Russell JS, Spencer RJ. Why do orthodontic cases relapse? *Orthodontic Update* 2009; 2(2):38-44.
12. Jäderberg S, Feldmann I, Engström C. Removable thermoplastic appliances as orthodontic retainers-a prospective study of different wear regimens. *The European Journal of Orthodontics* 2011; 34(4):475-9.
13. Ramazanzadeh B, Ahrari F, Hosseini Z-S. The retention characteristics of Hawley and vacuum-formed retainers with different retention protocols. *J Clin Exp Dent* 2018; 10(3):224-31.
14. Rinchuse DJ, Miles PG, Sheridan J. Orthodontic retention and stability: A clinical perspective. *J Clin Orthod* 2007; 41(3):125-32.
15. Sahoo KC, Pattanaik S. Modified wrap-around retainer: A quick tip to enhance the retention of the appliance. *J Clin Diagn Res* 2016; 10(7):ZH01.
16. Forde K, Storey M, Littlewood SJ, Scott P, Luther F, Kang J. Bonded versus vacuum-formed retainers: A randomized controlled trial. Part 1: Stability, retainer survival, and patient satisfaction outcomes after 12 months. *Eur J Orthod* 2018; 40(4):387-98.
17. Mollov ND, Lindauer SJ, Best AM, Shroff B, Tufekci E. Patient attitudes toward retention and perceptions of treatment success. *Angle Orthod* 2010; 80(4):468-73.
18. Ahn HW, Moon SC, Baek SH. Morphometric evaluation of changes in the alveolar bone and roots of the maxillary anterior teeth before and after en masse retraction using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod* 2013; 83(2):212-21.
19. Zafeiriadis AA, Karamouzos A, Athanasiou AE, Eliades T, Palaghias G. An in vivo spectrophotometric evaluation of Vivera and Essix clear thermoplastic retainer discoloration. *Australasian Orthodontic Journal* 2018; 34(1):3-10.
20. Sauguet E, Covell Jr DA, Boero RP, Lieber WS. Comparison of occlusal contacts with use of hawley and clear overlay retainers. *Angle Orthod* 1997; 67(3):223-30.
21. Kaya Y, Tunca M, Keskin S. Comparison of two retention appliances with respect to clinical effectiveness. *Turk J Orthod* 2019; 32(2):72-8.
22. Rinchuse DJ, Sassouni V. An evaluation of functional occlusal interferences in orthodontically treated and untreated subjects. *Angle Orthod* 1983; 53(2):122-30.
23. Pravindevaprasad A, Therese BA. Tooth positioners and their effects on treatment outcome. *J Nat Sci Biol Med* 2013; 4(2):298-301.
24. Park Y, Hartsfield JK, Katona TR, Eugene Roberts W. Tooth positioner effects on occlusal contacts and treatment outcomes. *Angle Orthod* 2008; 78(6):1050-6.
25. Zachrisson BU. Long-term experience with direct-bonded retainers: Update and clinical advice. *J Clin Orthod* 2007; 41(12):728-37.
26. Artun J, Spadafora AT, Shapiro PA. A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *Eur J Orthod* 1997; 19(5):501-9.
27. Sinclair PM, Little RM. Maturation of untreated normal occlusions. *Am J Orthod* 1983; 83(2):114-23.
28. Cerny R. Permanent fixed lingual retention. *J Clin Orthod* 2001; 35(12):728-32.

29. Pancherz H, Bjerklín K, Hashemi K. Late adult skeletal growth after adolescent Herbst therapy: A 32-year longitudinal follow-up study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 147(1):19-28.
30. Moffitt AH, Raina J. Long-term bonded retention after closure of maxillary midline diastema. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148(2):238-44.
31. Egli F, Bovali E, Kiliaridis S, Cornelis MA. Indirect vs direct bonding of mandibular fixed retainers in orthodontic patients: Comparison of retainer failures and post-treatment stability. A 2-year follow-up of a single-center randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151(1):15-27.
32. Gunay F, Oz AA. Clinical effectiveness of 2 orthodontic retainer wires on mandibular arch retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018; 153(2):232-8.
33. Watted N, Wieber M, Teuscher T, Schmitz N. Comparison of incisor mobility after insertion of canine-to-canine lingual retainers bonded to two or to six teeth a clinical study. *J Orofac Orthop* 2001; 62(5):387-96.
34. Renkema A-M, Renkema A, Bronkhorst E, Katsaros C. Long-term effectiveness of canine-to-canine bonded flexible spiral wire lingual retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139(5):614-21.
35. Arnold DT, Dalstra M, Verna C. Torque resistance of different stainless steel wires commonly used for fixed retainers in orthodontics. *Journal of Orthodontics* 2016; 43(2):121-9.
36. Maddalone M, Rota E, Mirabelli L, Venino PM, Porcaro G. Clinical evaluation of bond failures and survival of mandibular canine-to-canine bonded retainers during a 12-year time span. *Int J Clin Pediatr Dent* 2017; 10(4):330-4.
37. Al-Moghrabi D, Johal A, O'Rourke N, Donos N, Pandis N, Gonzales-Marin C, Fleming PS. Effects of fixed vs removable orthodontic retainers on stability and periodontal health: 4-year follow-up of a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018; 154(2):167-74
38. Habegger M, Renkema A-M, Bronkhorst E, Fudalej PS, Katsaros C. A survey of general dentists regarding orthodontic retention procedures. *Eur J Orthod* 2017; 39(1):69-75.
39. Rose E, Frucht S, Jonas IE. Clinical comparison of a multistranded wire and a direct-bonded polyethylene ribbon-reinforced resin composite used for lingual retention. *Quintessence Int* 2002; 33(8):579-83.
40. Ferreira ZA, de Carvalho EK, Mitsudo RS, Bergamo PMdS. Bondable reinforcement ribbon: Clinical applications. *Quintessence Int* 2000; 31(8):547-52.
41. Sfondrini MF, Fraticelli D, Castellazzi L, Scribante A, Gandini P. Clinical evaluation of bond failures and survival between mandibular canine-to-canine retainers made of flexible spiral wire and fiber-reinforced composite. *J Clin Exp Dent* 2014; 6(2):145-9.
42. Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Goldberg AJ. Fiber-reinforced composites in clinical dentistry. Carol Stream, Quintessence Publishing (IL), 2000.
43. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Lena A, Scribante A, Vallittu PK, Lassila LV. Force levels of fiber-reinforced composites and orthodontic stainless steel wires: A 3-point bending test. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008; 133(3):410-3.
44. Oshagh M, Heidary S, Nazhvani AD, Koohpeima F, Hosseinabadi OK. Evaluation of histological impacts of three types of orthodontic fixed retainers on periodontium of rabbits. *J Dent (Shiraz)* 2014; 15(3):104-11.
45. Amundsen O, Wisth P. Clinical pearl: LingLock™-the flossable fixed retainer. *J Orthod* 2005; 32(4):241-3.
46. Aycan M, Goymen M. Comparison of the different retention appliances produced using CAD/CAM and conventional methods and different surface roughening methods. *Lasers Med Sci* 2019; 34(2):287-96.
47. Edwards JG. A surgical procedure to eliminate rotational relapse. *Am J Orthod* 1970; 57(1):35-46.
48. Meng M, Lv C, Yang Q, He S, Wu S, Liu Y, Zou J, Zhou X, Chen S. Expression of proteins of elastic fibers and collagen type I in orthodontically rotated teeth in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018; 154(2):249-59.
49. Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. *The Angle Orthodontist* 1959; 29(2):105-13.
50. Brain WE. The effect of surgical transection of free gingival fibers on the regression of orthodontically rotated teeth in the dog. *Am J Orthod* 1969; 55(1):50-70.
51. Boese LR. Fiberotomy and reproximation without lower retention, nine years in retrospect: Part I. *Angle Orthod* 1980; 50(2):88-97.
52. Nase JB, Suzuki JB. Osteonecrosis of the jaw and oral bisphosphonate treatment. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(8):1115-9
53. Affairs ADACoS. Dental management of patients receiving oral bisphosphonate therapy: Expert panel recommendations. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(8):1144-50.
54. Rinchuse DJ, Rinchuse DJ, Sprecher R. Clinical pharmacology for the orthodontist. *Am J Orthod* 1981; 79(3):273-81.
55. Zahrowski JJ. Bisphosphonate treatment: An orthodontic concern calling for a proactive approach. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131(3):311-20.



56. Liu L, Igarashi K, Haruyama N, Saeki S, Shinoda H, Mitani H. Effects of local administration of clodronate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Eur J Orthod* 2004; 26(5):469-73.
57. Rinchuse DJ, Rinchuse DJ, Sosovicka MF, Robison JM, Pendleton R. Orthodontic treatment of patients using bisphosphonates: A report of 2 cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131(3):321-6.
58. Lotwala RB, Greenlee GM, Ott SM, Hall SH, Huang GJ. Bisphosphonates as a risk factor for adverse orthodontic outcomes: A retrospective cohort study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 142(5):625-34.
59. Krishnan S, Pandian S, Kumar A. Effect of bisphosphonates on orthodontic tooth movement-an update. *J Clin Diagn Res* 2015; 9(4):ZE01-5.
60. Khasraw M, Ashley D, Wheeler G, Berk M. Using lithium as a neuroprotective agent in patients with cancer. *BMC medicine* 2012; 10(1):131.
61. Vestergaard P, Rejnmark L, Mosekilde L. Reduced relative risk of fractures among users of lithium. *Calcif Tissue Int* 2005; 77(1):1-8.
62. Pan J, He S, Yin X, Li Y, Zhou C, Zou S. Lithium enhances alveolar bone formation during orthodontic retention in rats. *Orthod Craniofac Res* 2017; 20(3):146-51.
63. Stepan JJ. Strontium ranelate: In search for the mechanism of action. *J Bone Miner Metab* 2013; 31(6):606-12.
64. Brennan TC, Rybchyn MS, Green W, Atwa S, Conigrave AD, Mason RS. Osteoblasts play key roles in the mechanisms of action of strontium ranelate. *Br J Pharmacol* 2009; 157(7):1291-300.
65. European Medicines Agency, 2013. PRAC recommends restriction in the use of Protelos/Osseor. (Accessed 23.06.13, [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Press\\_release/2013/04/WC500142507.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Press_release/2013/04/WC500142507.pdf)).
66. Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang Y-Y, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Ann Biomed Eng* 2012; 40(2):516-33.
67. Young SR, Dyson M, Bolton P. Effect of light on calcium uptake by macrophages. *Laser Therapy* 1990; 2(2):53-7.
68. Swidi AJ, Taylor RW, Tadlock LP, Buschang PH. Recent advances in orthodontic retention methods: A review article. *Journal of the World Federation of Orthodontists* 2018; 7(1):6-12.
69. Kim SJ, Moon SU, Kang SG, Park YG. Effects of low-level laser therapy after Corticision on tooth movement and paradental remodeling. *Lasers Surg Med* 2009; 41(7):524-33.
70. Lau E, Al-Dujaili S, Guenther A, Liu D, Wang L, You L. Effect of low-magnitude, high-frequency vibration on osteocytes in the regulation of osteoclasts. *Bone* 2010; 46(6):1508-15.
71. Schaffler MB, Kennedy OD. Osteocyte signaling in bone. *Curr Osteoporos Rep* 2012; 10(2):118-25.
72. Yadav S, Assefnia A, Gupta H, Vishwanath M, Kalajzic Z, Allareddy V, Nanda R. The effect of low-frequency mechanical vibration on retention in an orthodontic relapse model. *Eur J Orthod* 2016; 38(1):44-50.
73. Maylia E, Nokes LD. The use of ultrasonics in orthopaedics-a review. *Technol Health Care* 1999; 7(1):1-28.
74. Tanzer M, Harvey E, Kay A, Morton P, Bobyn J. Effect of noninvasive low intensity ultrasound on bone growth into porous-coated implants. *J Orthop Res* 1996; 14(6):901-6.
75. Siska PA, Gruen GS, Pape HC. External adjuncts to enhance fracture healing: What is the role of ultrasound? *Injury* 2008; 39(10):1095-105.
76. Jawad MM, Husein A, Alam MK, Hassan R, Shaari R. Overview of non-invasive factors (low level laser and low intensity pulsed ultrasound) accelerating tooth movement during orthodontic treatment. *Lasers Med Sci* 2014; 29(1):367-72.