



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

# FARKLI SABİT PEKİŞTİRME APAREYLERİNİN ESNEME MİKTARLARININ İN-VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Saadet KILIÇLAR

Samsun  
Kasım-2021



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

# FARKLI SABİT PEKİŞTİRME APAREYLERİNİN ESNEME MİKTARLARININ İN-VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Saadet KILIÇLAR

Danışman  
Prof. Dr. Selim ARICI

Samsun  
November-2021

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tezimin her aşamasında ilgi, tecrübe ve önerilerini esirgmeden içtenlikle paylaşan, her konuda desteğini gördüğüm, öğrencisi olduğum için her zaman kendimi şanslı hissettiğim kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Selim ARICI'ya;

Üstün bilgi ve deneyimiyle ile eğitimime katkıda bulunan değerli hocam, bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Tamer TÜRK'e

Uzmanlık eğitimim süresince her anlamda bilgi birikimi ve tecrübelerinden faydalandığım Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nın kıymetli öğretim üyeleri Prof. Dr. Mete ÖZER, Prof. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK, Prof. Dr. Nursel ARICI, Doç. Dr. Abdullah Alper ÖZ, Dr. Öğr. Üyesi Sabahat YAZICIOĞLU, Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ, Doç. Dr. Aslıhan Zeynep ÖZ'e;

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan keyif aldığım, acı, tatlı dört yılı paylaştığım, uzmanlık eğitimi sürecimi güzelleştiren değerli asistan arkadaşlarıma, laboratuvar çalışanlarımıza ve yardımcı personelimize;

Hayatımın her döneminde ve aldığım her kararda beni sonsuz sevgi ve şefkatleri ile her zaman destekleyen, heyecan ve hüznümü paylaşan sevgili annem, babam ve canım kardeşlerime;

Her zaman desteğini hissettiğim, daima yanımda olan yol arkadaşım Yasir'e

Tüm kalbimle sonsuz teşekkürler...

## ÖZET

### FARKLI SABİT PEKİŞTİRME APAREYLERİNİN ESNEME MİKTARLARININ İN-VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, farklı yapısal özelliklere sahip üç lingual retainer sisteminin esneme sırasında oluşturdukları kuvvet miktarları ve deformasyon (elastik, plastik) durumlarının in vitro olarak karşılaştırılarak incelenmesidir.

**Materyal ve Metot:** Çalışmamızda plastik alt çene sağ ve sol köpek, orta ve yan kesici dişler (33-43) ile ark oluşturacak şekilde 30 numune hazırlanmıştır. Bu numuneler rastgele 3 gruba ayrılmıştır. Numunelere Ortho-flex, Dead-soft ve 0.0175 inç Coaxial telden hazırlanan retansiyon apareyleri uygulanmıştır. Esneme testi universal test cihazı (Lloyd Instruments Plc, Fareham, Hampshire, England) üzerinde özel olarak bu çalışma için tasarlanan bir test düzeneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın yükleme ucunun yatay kuvvet uygulayabilmesi için retainer telleri her blokta aynı santral kesici dişlere yapıştırılmamış ve bu dişler daha sonra akrilik blok seviyesinde kesilerek uzaklaştırılmıştır. Kuvvet maksimum esneme miktarı 0.5 mm olana kadar uygulanmış ve kuvvet miktarları her bir 0.1 mm'lik hareket sonrası direkt cihazın ekranından okunup Newton (N) cinsinden kaydedilmiştir. Test öncesi ve sonrası fotoğrafları alınıp deformasyon tipleri belirlenmiştir.

**Bulgular:** Tüm gruplarda beş esneme miktarı için elde edilen tüm ortalama değerler karşılaştırıldığında gruplara arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğu saptanmıştır ( $p<0,001$ ). 0.0175 inç Coaxial telin 0.1 mm'lik aralıklarla bütün esneme miktarlarında diğer tellerden anlamlı olarak yüksek kuvvet oluşturduğu, kuvvet açısından Ortho-flex ve Dead-soft tellerin arasında 0.4 ve 0.5 mm esneme miktarlarında anlamlı farkların olduğu belirlenmiştir.

**Sonuç:** Kalıcı deformasyonlara en yüksek direnç gösteren telin 0.0175 Coaxial olduğu ve Dead-soft tellerde kalıcı deformasyonların daha fazla olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Retainer teli; Plastik deformasyon; Elastikiyet; Sabit retansiyon.

**Saadet KILIÇLAR, Uzmanlık Tezi**

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi-Samsun, Ekim-2021**

## ABSTRACT

### IN-VITRO EVALUATION OF FLEXIBLE AMOUNT OF DIFFERENT FIXED RETENSION APPLIANCES

**Aim:** The aim of this study is to compare the amount of force and deformation (elastic, plastic) states of three lingual retainer systems with different structural properties in vitro.

**Material and Method:** In our study, 30 specimens were prepared to form an arc with the plastic mandible right and left canines, middle and lateral incisors (33-43). These samples were randomly divided into 3 groups. These samples were randomly divided into 3 groups. Retention appliances prepared from Ortho-flex, Dead-soft and 0.0175 inch Coaxial wire were applied to the samples. The stretch test was performed on a universal tester (Lloyd Instruments Plc, Fareham, Hampshire, England) using a test setup specifically designed for this study. In order for the loading tip of the device to apply horizontal force, the retainer wires were not attached to the same central incisors in each block, and these teeth were then cut at the level of the acrylic block and removed. The force was applied until the maximum stretching amount was 0.5 mm and the force amounts were read directly from the screen of the device after each 0.1 mm movement and recorded in Newtons (N). Before and after the test photographs were taken and deformation types were determined.

**Results:** It was determined that all three groups were statistically significantly different from each other for all values of stretching amounts ( $p < 0.001$ ). It was determined that the flexibility of the 0.0175 inch Coaxial wire was significantly higher than the other wires for all stretching amounts at 0.1 mm intervals, and there were significant differences between Ortho-flex and Dead-soft wires at 0.4 and 0.5 mm stretching amounts.

**Conclusion:** It was found that the wire showing the highest resistance to permanent deformations was 0.0175 coaxial and permanent deformations were more common in dead-soft wires.

**Keywords:** Retainer wire; Plastic deformation; Elasticity; Fixed retention.

**Saadet KILIÇLAR, Expertise Thesis**

**Ondokuz Mayıs University-Samsun, October-2021**

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>%</b>	: Yüzde
<b>~</b>	: Yaklaşık
<b>=</b>	: Eşittir
<b>&lt;</b>	: Küçüktür
<b>mm</b>	:Milimetre
<b>PDL</b>	: Periodontal Ligament
<b>N</b>	: Newton
<b>LDR</b>	: Load Deflection Rate (Yük Sapma Oranı)
<b>mW</b>	: MegaWatt

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Ortodontide Nüks ve Stabilité.....	5
2.2. Stabilitéyi Etkileyen Faktörler .....	5
2.2.1. Ark Şeklindeki Değişimler .....	5
2.2.2. Gingival ve Periodontal Dokular .....	6
2.2.3. Alt Keser Dişlerin Şekil ve Boyutları .....	6
2.2.4. Çevresel Faktörlerin Etkisi ve Nöromusküler Yapı.....	7
2.2.5. Devam Eden Büyümenin Etkisi.....	7
2.2.6. Tedavi Sonu Diş Konumları ve Fonksiyonel Oklüzyonun Kurulması .....	8
2.2.7. Gelişen Üçüncü Molar Dişlerin Etkisi .....	8
2.2.8 Başlangıç Maloklüzyon Şartlarının Etkisi .....	9
2.3. Retansiyonun Tanımı ve Amacı .....	10
2.4. Retansiyonun Gerekliliği ve Planlanması.....	10
2.5. Retansiyon Apareyleri .....	12
2.5.1. Hareketli Retansiyon Apareyleri .....	12

Hawley Pekiştirme Apareyi .....	12
Begg Apareyi .....	13
Wraparound (clip on) Retansiyon Apareyi .....	14
Positioner .....	14
Şeffaf Vakum Formlu Plaklar .....	15
2.5.2. Sabit Retansiyon Apareyleri .....	16
Esnek (Fleksible) Spiral Tel Retansiyon Apareyleri .....	19
Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezin Retansiyon Apareyleri.....	20
Sabit retansiyon apareyelerinin yapıştırma teknikleri .....	21
2.6. Retansiyon Süresi .....	22
<b>3.MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>24</b>
3.1. Materyal .....	24
3.1.1. Yapay Dişler .....	24
3.1.2. Ortodontik Retainer Yapıştırma Sistemi.....	24
3.1.3. Işık Cihazı .....	24
3.1.4. Sabit Lingual Retainer Telleri.....	25
3.1.5. Kullanılan Test Cihazları .....	25
3.2. Metot.....	26
3.2.1. Örnek Büyüklüğünün Belirlenmesi .....	26
3.2.2. Dişlerin Gruplara Ayrılması ve Hazırlanması .....	26
3.2.3. Çene Modellerinin Hazırlanması .....	26

3.2.4. Retainer Tellerini Yapıştırma Protokolü.....	27
3.2.5. Esneme Testinde Kuvvet Miktarlarının Ölçülmesi .....	28
3.2.6. Deformasyon Tipinin Belirlenmesi.....	29
3.2.7. İstatiksel Analizler .....	30
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>32</b>
4.1. Esneme Miktarı / Kuvvet Ölçümleri.....	32
4.2. Deformasyon Tipi .....	39
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>41</b>
5.1. Amacın Tartışılması.....	41
5.2. Materyal ve Metodun Tartışılması.....	42
5.3. Bulguların Tartışılması .....	46
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>51</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>52</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>63</b>

## 1. GİRİŞ

Ortodontik tedavinin amacı; dengeli ve kalıcı bir oklüzyon ile uyumlu bir yüz estetiğinin sağlanmasıdır. Ortodontik tedavi ile erişilen sonuçlar kadar bu sonuçların devamlılığı da önemlidir.<sup>1</sup> Ortodontide nüks, tedavi öncesi duruma dönüş olarak tanımlanmaktadır.<sup>2</sup> Sebebi tam olarak anlaşılammakla birlikte tedavi başındaki kapanış bozukluğunun şiddeti, tedavi sırasında diş arklarının boyutlarında ve şekillerinde meydana gelen değişiklikler, ortodontik tedavi sonrası periodontal liflerin yeniden yapılanması, yumuşak dokuların neden olduğu basınçlar, alt çenenin büyüme ve gelişimi, arka dişlerin migrasyonu, çiğneme kuvvetleri, diş boyut ve şekilleri, üçüncü büyük azı dişleri nükse etki edebilecek faktörler olarak belirtilmektedir.<sup>3</sup> Tedavi sonunda dişlerin eski konumlarına dönmesini engellemek için tedavi bitiminin hemen ardından pekiştirme (retansiyon) dönemine ihtiyaç duyulmaktadır.<sup>4</sup> Retansiyon, aktif ortodontik tedavi sonrasında, dişlerin yeni konumlarının korunması olarak tanımlanmaktadır.<sup>5</sup> Pekiştirme dönemi boyunca amaç, periodontal ve gingival dokunun reorganizasyonu, büyümeden kaynaklanan değişikliklerin en aza indirilmesi, nöromusküler adaptasyonun sağlanmasıdır.<sup>6</sup>

Retansiyon, üzerinde tam bir fikir birliği kurulamamıştır. Genellikle klinisyenlerin şahsi tecrübelerine göre şekillenen bir tedavidir.<sup>7</sup> Retansiyon aşamasının gerekliliği ortodontistler arasında yıllarca tartışma konusu olmuştur.<sup>8</sup> 19.yüzyılda ortodontik tedavi sonrası dişlerin dengede kalabilmesi için en önemli faktörün oklüzyon olduğuna inanılmaktaydı. 20. yüzyıla yaklaşırken, Lundstrom stabilite için en önemli faktörün apikal kaide olduğunu iddia ederken, McCauley köpek ve büyük azı ilişkisinin önemli olduğunu vurgulamıştır.<sup>9, 10</sup> 1944'te Tweed, retansiyon aşamasında kesici inklinasyonun rol oynadığını ve kesici dişlerin dik eğimlerinin stabilitenin daha iyi korunmasına yardımcı olduğunu bildirmiştir.<sup>11</sup> Günümüzde, tedavi sonuçlarının kalıcılığı için retansiyon aşamasının çok önemli olduğu konusunda güçlü bir kabul vardır. Hatta bazı vakalarda ömür boyu retansiyonun gerekliliği üzerinde durulmaktadır.<sup>12</sup>

Retansiyon döneminde hareketli veya sabit apareyler kullanılabilir.<sup>13</sup> Hareketli retansiyon apareyleri, hastalar tarafından takılıp çıkarılabildiği için dişlerin fizyolojik hareketlerine ve normal fonksiyonlarını yapmalarına olanak tanımaktadır. Dolayısıyla periodontal ligamentlerin yeniden düzenlenmesine izin verdiği düşünülmektedir. Ancak bu apareylerin kullanımı için hasta uyumuna ihtiyaç

duyulmaktadır. 1970'lerde, alt kesici dişlerde nüksü önlemek için sabit retansiyon apareyleri tanıtılmıştır.<sup>14</sup> Bu apareyler hasta uyumuna ihtiyacı azaltarak daha güvenilir pekiştirme sağlamaktadır. Dişlerin lingual yüzeylerine yapıştırılan sabit retansiyon apareyleri, uzun süreli kullanımda daha estetik ve hasta için daha rahat olmaları sebebiyle ortodontistler tarafından giderek daha çok tercih edilmektedir.<sup>15, 16</sup> Diastemaların ve çekim boşluklarının kapatıldığı, şiddetli rotasyonların düzeltildiği vakalarda özellikle ihtiyaç duyulmaktadır.<sup>17</sup> Sabit retansiyon apareylerinin avantajları yanında bir takım dezavantajları da bulunmaktadır. Hastalar için ağız hijyenini sağlamak zorlaşmaktadır.<sup>18</sup> Apareylerin yapıştırılması sırasında telin pasif olmaması durumunda istenmeyen diş hareketleri gerçekleşebilmektedir.<sup>19</sup>

Sabit retansiyon apareylerinin başlangıcından itibaren; çeşitli kalınlıkta ve tipte tel materyalleri, farklı yapıştırma maddeleri, meşin petler, rezin fiber ile güçlendirilmiş şeritler ve labial retansiyon apareyleri denenmiştir.<sup>20</sup> Çok sarımlı tellerin sabit lingual retainer olarak kullanımındaki avantajları ortaya koyulmuştur.<sup>21</sup> Bu tellerin uzun süreli takiplerde başarılı sonuçlar vermesi, kırılmalara karşı yeterli kalınlıkta olması, çok sarımlı yapının mekanik tutuculuğu sayesinde kopmalara dirençli olması ve elastik yapısının dişlerin fizyolojik hareketlerine izin vermesi sebebiyle en uygun retainer teli olduğunu belirtmiştir.<sup>22</sup>

Uzun süreli retansiyon ihtiyacı olan hastalarda retainer tellerinin klinik başarısı çok önemlidir. Bu yüzden literatürde farklı boyutlarda ve şekillerde retainer tellerinin, farklı kompozit ve bonding ajanlarıyla birlikte uygulandığı birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan klinik çalışmalarda genellikle farklı klinik başarı oranları gösterilmiştir. Diğer bir ifadeyle tüm bu klinik çalışmalarda retainer tellerinin veya retansiyon apareylerinin klinik uygulamada zamana bağlı olarak (kısa veya uzun dönemde) başarıları yani dişlerin nüks gösterip göstermedikleri araştırılmaktadır. Laboratuvar çalışmalarında ise genellikle alt kesici ve köpek dişleri arasında uygulanan retainer tellerinin bond kuvvetlerinin ne kadar olduğu veya bonding sonrası bu tellerin kopma oluşmadan ne kadar oklüzal kuvveti kaldırabileceği test edilmektedir. Ancak bu araştırmalar sırasında oluşturulan sistemlerde dişler birbirlerine bağlanarak özellikle alt kesici dişlerin hareketlerinin önlenmeye çalışılması sırasında bir konunun göz ardı edildiği görülmektedir. Dişlerin üzerlerine gelen oklüzal kuvvetler altında fizyolojik hareketlerini gerçekleştirmeleri uzun dönemde diş ve çevre dokuların sağlığı açısından önemlidir. Wolf prensibinden bilindiği gibi

kemiklerin ve kemikteki trabeküler yapıların şekillenmesi ve sağlıklı olması için üzerlerine fizyolojik kuvvetlerin gelmesi önemlidir. Dişlerin üzerlerine gelen kuvvetleri diş köklerinin etrafındaki periodontal ligament (PDL) ve diş soketi aracılığıyla alveol kemiğine iletmelerinin alveol kemiği diğer çevre dokuların sağlığı açısından önemi bilinmektedir. Bu durum aynı zamanda PDL ve soket yapısına olan etkisiyle dişin uzun dönemde sağlıklı bir şekilde ağızda tutulması açısından önemlidir. Hâlbuki yapılan bu çalışmalarda uygulanan retainer sistemlerinin dişlerin fizyolojik hareketlerine ne kadar izin verdiği konusu değerlendirilmemektedir. Bu bakış açısından hareketle bu çalışmanın yapılmasına neden olan araştırma soruları;

- Uygulanan lingual retainer sistemlerinin elastik özellikleri dişlerin oklüzal kuvvetler altındaki fizyolojik hareketlerine ne derece izin vermektedir?
- Fizyolojik hareket limitleri içerisinde lingual retainer sistemleri dişlere ne kadar kuvvet uygulamaktadır? (Diş oklüzal kuvvetler altında hareket ederken lingual retainer hareketi engellemek için ters yönde ne kadar kuvvet uygulamaktadır?)
- Bu fizyolojik hareketler sırasında lingual retainer telleri tam anlamıyla elastik bir deformasyona mı yoksa plastik bir deformasyona mı uğramaktadır?

Tüm bu sorulara yönelik cevapların aranması bu in vitro çalışmanın **özgün değerini** oluşturmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, kesici dişlerin fizyolojik hareket limitleri içerisinde farklı yapısal özelliklere sahip üç lingual retainer sisteminde birim deformasyon için uygulanan kuvvetler ve deformasyon (elastik, plastik) durumlarının in vitro olarak karşılaştırılarak incelenmesidir. Bu amacın test edilebilmesi için çalışmanın hedefleri:

- Alt kesici ve köpek dişleri arasında yerleştirilen sabit retansiyon apareylerinin fizyolojik diş hareketlerine izin verecek şekilde diş ve diş soketi arasındaki PDL boşluğunu in vitro ortamda taklit eden standart bir alt çene modeli oluşturmak;
- Sabit lingual retainer tellerinin uygulanacağı dişleri ve bonding işlemini standardize etmek;
- Sabit lingual retainer sistemlerine aynı noktadan kuvvet uygulanmasını ve aynı mesafede telin esnemesini temin edecek bir test sistemi oluşturmak olarak belirlendi.

Bu araştırmanın Null Hipotezi ( $H_0$ ) **“Coaxial, Ortho-flex ve Dead-soft tellerinin kullanıldığı 3 farklı sabit lingual retainer sisteminin alt kesici dişlerin**

**fizyolojik hareket limitlerinde birim deformasyonda kuvvet miktarları ve deformasyon tipi aynıdır.”** olarak tanımlanabilir.

Bu in vitro çalışmanın akış grafiği Şekil 1.1’de verilmektedir.



**Şekil 1.1** Çalışmanın akış grafiği

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Ortodontide Nüks ve Stabilite

Maloklüzyona sahip dişler estetik ve fonksiyonel açıdan problemli olsa da genellikle ağız içinde sabit ve dengeli pozisyonda bulunmaktadır. Ortodontik kuvvetler bu dişleri yeniden düzenleyerek estetik olarak istenilen pozisyonlara getirirse de mekanik olarak dengede olmayan bir pozisyona getirebilmektedir.<sup>23</sup> Ortodontik tedaviden sonra dişlerin tedavi öncesi pozisyonlarına dönme eğilimi “nüks” ya da “relaps” olarak tanımlanmaktadır.<sup>24</sup> Kemik içerisinde yer değiştiren dişlerin çevresindeki gingival ligament gibi dokuların ve fonksiyonun yeni morfolojik yapıya adaptasyonuna izin verilmediğinde ortaya çıkar.<sup>25</sup>

Ortodontik tedavide stabilite en temel hedeflerden biridir.<sup>26</sup> Stabilite, periodontal ve gingival dokulardan, orofasiyal yumuşak dokulardan, oklüzyon ve büyüme-gelişimden kaynaklanan kuvvetler denge halinde olursa sağlanabilmektedir.<sup>27</sup> Genel nüks oranı, yapılan araştırmalarda çok değişken olsa da uzun dönemde % 30 oranında olduğu rapor edilmiştir.<sup>28, 29</sup> Alt keser diş seviyelenmesinin ilk 10 yılda %30-50 oranında korunduğunu, 20.yılda ise bu oranın sadece %10 olduğu bildirilmiştir.<sup>12, 30</sup>

### 2.2. Stabiliteyi Etkileyen Faktörler

Tedavi sonrası stabiliteyi etkileyen ve nükse neden olan faktörler 8 başlık altında incelenmiştir. Bunlar ;<sup>6</sup>

- Ark şeklinde değişim
- Gingival ve periodontal dokular
- Alt keser dişlerin şekil ve boyutları
- Çevresel faktörlerin etkisi ve nöromusküler yapı
- Devam eden büyümenin etkisi
- Tedavi sonu diş konumları ve fonksiyonel oklüzyonun kurulması
- Gelişen 3. molar dişlerin rolü
- Başlangıç maloklüzyon şartlarının etkisi şeklindedir.

#### 2.2.1. Ark Şeklindeki Değişimler

Ortodontik tedavi süresince ark formu ve genişliğinin korunması gerektiği düşünülmektedir.<sup>31</sup> Köpek dişleri ve büyük azı dişleri arası genişliğin, özellikle tedavi

sirasında arttırıldığı durumlarda, pekiştirme sonrası dönemde azaldığı bildirilmiştir.<sup>32, 33</sup> Alt çenede köpek dişleri arası genişliğin, bireyin kas dengesi ile uyumlu olarak dengede olmasından dolayı dişsel genişletmedeki sınırları belirlediği bildirilmiştir. Bu nedenle büyük azılar ve köpek dişleri arası genişlikler sabit kabul edilip, diş arkları bu genişliklere göre sıralanıp seviyelenmelidir.<sup>34</sup> Birçok çalışmada, ark formunun tedavi öncesi şekline dönme eğilimi olduğu ve tedavi öncesindeki şeklinin korunması gerektiği bildirilmiştir.<sup>35</sup> Fakat orijinal köpek dişleri arası genişliği korumanın stabiliteyi garanti etmediği de yapılan çalışmalarla gösterilmiştir.<sup>36</sup>

### **2.2.2. Gingival ve Periodontal Dokular**

Ortodontik tedavi sonrasında sonuçların kalıcılığının sağlanabilmesi için periodontal dokuda reorganizasyon gerekmektedir. Periodontal dokuda reorganizasyon, sabit ortodontik apareylerin sökülmesinin ardından dişlerin çiğneme kuvvetleriyle karşılaşması ile başlamaktadır. Bu iyileşme döneminde periodontal doku, çiğneme kuvvetlerine çevre yumuşak dokulardan ve gingival fibrillerden kaynaklanan kuvvetlere olgun periodontal doku kadar kolay karşı koyamamaktadır.<sup>37</sup>

Ortodontik diş hareketinden sonra periodonsiyumda önemli miktarda artık (rezidüel) kuvvet kalmaktadır.<sup>4, 38, 39</sup> Periodontal ligamentin reorganizasyonu, tedaviden sonraki 3-4 aylık süre içerisinde tamamlanırken, dişetindeki kollajen fibrillerden oluşan ağın tekrar organize olması için 4-6 aya, elastik özellik gösteren suprakrestal fibriller için ise 232 günden daha uzun bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır.<sup>4, 40</sup> Bu durum özellikle rotasyonların düzeltildiği ve boşlukların kapatıldığı bireylerde, başlangıçtaki konumlarına dönme eğilimi gösteren alt kesici, köpek dişi ve ikinci küçük azı dişleri için önemlidir.<sup>41</sup> Özellikle alt çenede, tedavi sonrasında çapaşıklığın tekrar oluşmasının sebebi transeptal fibrillerin sıkıştırıcı kuvvetler uygulaması olduğu düşünülmektedir.<sup>42</sup>

### **2.2.3. Alt Keser Dişlerin Şekil ve Boyutları**

Alt kesici boyutları, alt kesici çapaşıklığı ile ilişkilendirilmiş ve alt kesicilerin genişliklerinin, belirli bir labiolingual/mesiodistal oran sağlayacak şekilde azaltıldığı takdirde, stabilite oranının artacağı bildirilmiştir. Sadece dişin genişliği değil, dişin şeklinin de alt ark çapaşıklığının belirleyici faktörü olduğu belirtilmiştir.<sup>43</sup> Düzgün sıralanan dişlere sahip grup ile kontrol grubu arasında mesiodistal ve fasiolingual boyut farklılıklarını istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu ölçümler indekse (MD/FLx100)

dönüştürülmüştür. Dişleri bu oranlar içinde yerleştirebilmek ve gelecekte oluşabilecek çapraşıklık önlemek için mesiodistal aşındırma yapılması önerilmektedir.<sup>43</sup> Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda, diş şeklinin alt kesici çapraşıklığının etiyojisinde oldukça az rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.<sup>44</sup>

Diş konturlarının daha geniş kontak alanları oluşturacak şekilde yeniden şekillendirilmesinin de stabilizeyi arttırdığı bildirilmiştir.<sup>45</sup>

#### **2.2.4. Çevresel Faktörlerin Etkisi ve Nöromusküler Yapı**

Çevresel yumuşak dokular birbirlerinin etkisini etkisizleştirip karşıt kuvvetler oluşturarak denge yaratmaktadır. Bu kuvvetlerden dudaklar ve dilden kaynaklananları iç kuvvetler, kapanıştan ve periodontal bağlardan kaynaklananları ise dış kuvvetler olarak tanımlanmaktadır.<sup>46</sup> Bazı ortodontik tedavi yaklaşımlarının kasların çalışma tiplerini değiştirdiği belirtilmektedir.<sup>39</sup> Ancak ortodontik tedavinin çevre yumuşak dokuların belirlediği sınırlar içerisinde gerçekleştirilmesi daha akıllıca bir yaklaşımdır.<sup>47</sup>

Alt köpek dişleri ve büyük azı dişleri arası genişliğin, kişinin doğru kas dengesini belirleyen bir gösterge olduğu belirtilmiştir.<sup>48</sup> Geç alt çene büyümesi de alt kesici dişleri farklı bir yumuşak doku ile karşılaştırmaktadır.<sup>48</sup> Tedavi sonunda öne veya geriye devrilen dişlerde nüksün daha fazla görüldüğü belirtilmiştir.<sup>41</sup> Alt kesici dişlerin, dudaklar ve dilden kaynaklanan iç kuvvetler ile kapanış ile periodontal bağlardan kaynaklanan dış kuvvetler arasında dengede durduğu ve bu dengenin tedavi ile değiştirilmemesi gerektiği bildirilmiştir.<sup>47</sup>

Ortodontik tedavi ile dişler iyi bir tüberkül fossa ilişkisine getirilse de eğer kas dokusunda uyum mevcut değilse nüks olasılığı çok fazladır. Bu tip hastalarda ilk önce kas ve yumuşak doku fonksiyonlarının düzeltilmesi gerekmektedir.<sup>49</sup>

#### **2.2.5. Devam Eden Büyümenin Etkisi**

Yüz büyümesi yetişkin hayat boyunca devam etmektedir. Çocukluk çağındaki büyümeye göre daha az şiddet ve orandadır.<sup>50</sup> Büyüme miktarı ve süresi bireyler arasında değişkenlik göstermektedir. Tedaviden sonra kraniyofasial iskelette ve dentisyonda tam bir stabilizasyon mümkün değildir ve hastanın büyüme tipine bağlı olarak, sagittal, vertikal, lateral iskeletsel boyutlarda nüks oluşabilmektedir.<sup>51</sup>

Tedavi sırasında çok büyük bir miktarda büyüme gösteren vakaların daha sonra daha az nüks göstereceği belirtilmiştir.<sup>52</sup> Büyümenin ortodontik tedavide maloklüzyonun

düzeltilmesinde yardımcı olabileceğini fakat aynı zamanda tedavi edilmiş vakalarda nükse neden olabileceği bildirilmiştir.<sup>53</sup>

Alt çenenin öne büyümesinin şiddetli olduğu bireylerde alt kesici dişlerde geriye doğru devrilmenin fazla olduğu ve nüks meydana geldiği belirtilmiştir.<sup>54</sup> Ancak kapanışın iyi olduğu durumlarda, büyüme kaynaklı değişikliklere dentoalveoler adaptasyonla cevap verilmektedir. Bu adaptasyona rağmen, üst çenenin belirgin şekilde öne büyümediği durumlarda, alt ön bölgede çapraşıklık ortaya çıkmaktadır.<sup>51</sup> Fakat büyümenin alt anterior çapraşıklığın oluşumunda majör bir etkiye sahip olmadığı da savunulmaktadır.<sup>55, 56</sup>

### **2.2.6. Tedavi Sonu Diş Konumları ve Fonksiyonel Oklüzyonun Kurulması**

Retansiyon döneminde nüksü engellemek için tedavi sonucunda fonksiyonel ve dengeli bir oklüzyona ulaşmak gereklidir.<sup>33, 41, 57</sup> Ortodontik tedavi sonrası elde edilen fonksiyonel oklüzyonun tedavi sonuçlarının kalıcılığı üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir.<sup>58</sup> Tedaviyi uygun interinsizal açı ve uygun posterior oklüzyon ile bitirmek, overbite ve çapraz kapanış problemlerinde nüks oluşmasını engellemektedir.<sup>4</sup> İdeal bir oklüzyon sağlandığında, çapraz kapanış problemlerinde retansiyon apareyine ihtiyaç duyulmamaktadır. Tedavi sonunda elde edilen iyi oklüzyonun dişlerin istenmeyen hareketlerine engel olduğu bilinmektedir.<sup>59, 60</sup>

Kasp ve fossaların maksimum oklüzyonu, çalışan ve dengeleyen tarafta çatışmaların olmaması, dişleri “git-gel” e zorlayan kuvvetlerin bulunmaması olası nüksü önlerken stabiliteyi de kuvvetlendirmektedir. Ayrıca maksimum kapanışta bütün dişlerde dengeli sentrik stopların bulunması ideal fonksiyonel kapanışın sağlanması için gerekli olduğu belirtilmiştir.<sup>37</sup> Benzer şekilde, ortodontik tedaviden sonra sınıf I büyük azı ilişkisinin sağlanması da tedavi sonuçlarının kalıcılığına olumlu etki etmektedir.<sup>61</sup>

### **2.2.7. Gelişen Üçüncü Molar Dişlerin Etkisi**

Alt çene üçüncü büyük azı dişlerinin alt kesici diş çapraşıklığındaki rolü uzun yıllardır tartışılan bir konu olmuştur.<sup>6</sup> Bu konuda literatürde üçüncü büyük azı dişlerinin sürmek için kendilerine yer açarken, ön dişlerde çapraşıklık oluşturduğuna dair yaygın bir görüş mevcuttur.<sup>62</sup> Konuyla ilgili karşıt görüş, üçüncü büyük azı dişlerinin geç dönem alt kesici çapraşıklığında rol oynamadığıdır.<sup>63</sup> Üçüncü büyük azı dişlerinin gömülü, eksik, sürmüş ya da çekilmiş olduğu durumlarda, alt kesiciler bölgesindeki çapraşıklık açısından bir değişiklik gözlemlenmediği de literatürde yer almaktadır.<sup>64, 65</sup>

Konuyla ilgili birbiriyle uyumsuzluk gösteren bulgular değerlendirildiğinde, büyük azı dişleri, geç dönem alt kesici çapraşıklığının oluşmasında rol oynuyorsa bile bu dişlerin etkilerinin minimal düzeyde olduğu düşünülmektedir.<sup>6</sup>

### **2.2.8 Başlangıç Maloklüzyon Şartlarının Etkisi**

Dişler ortodontik tedavi ile sıralandığında, başlangıçtaki kapanış bozukluklarına geri dönme eğilimi göstermektedir.<sup>66, 67</sup> Literatürde en çok nüks görülen durumlar açık kapanış vakaları ve rotasyonlu dişler olarak bildirilmiştir. Tedavi sırasında yapılan rotasyonel düzeltim miktarı arttıkça, rotasyonel nüksün de arttığı bildirilmiştir.<sup>68</sup> Bu nedenle rotasyonlu dişlerde aşırı düzeltme yapılması önerilmektedir.<sup>6</sup>

Anterior açık kapanış vakaları tedavisi zorlu olan maloklüzyonlardır ve nükse yatkındırlar.<sup>69, 70</sup> Açık kapanış tedavisinden sonra oluşan nüks, dil pozisyonuna, büyüme tipine, tedavi parametrelerine ve cerrahi fragmanların dengede olmamasına dayandırılmıştır.<sup>71, 72</sup> Retansiyon sırasında üst molarların erupsiyonunun kontrolü anterior açık kapanış vakalarında anahtar rol oynamaktadır. Retansiyon döneminde üst çenede hareketli apareyle birlikte high-pull headgear büyüme bitene kadar kullanılmalıdır.<sup>73</sup>

Derin kapanış problemlerinde tedavi başındaki kapanışın tedavi sırasında ne kadar azaltıldığına bağlı olarak nüks miktarı da artmakta ve elde edilen düzeltimin sadece % 30 ila %50'si korunmaktadır.<sup>36, 74</sup> Tedavi sonunda görülen nüks problemlerinin ilk 2 senede gerçekleştiği ve retansiyon döneminde köpek dişleri arası genişliğin korunmasının stabiliteyi arttıracığı vurgulanmaktadır.<sup>75</sup>

Sınıf II maloklüzyonlarda nüksü önlemek için oklüzal ilişkinin aşırı düzeltimi önerilmektedir.<sup>58, 76</sup> Diferansiyel çene büyümesi sebebiyle ortaya çıkan sagittal nüks üst çenede retansiyon için headgear ve fonksiyonel aparey kullanılmasıyla engellenebilmektedir. İskeletsel problem şiddetliyse en azından 12-24 ay boyunca apareylerin gece kullanımı genellikle gereklidir fakat büyüme azalana kadar kullanımına devam edilmelidir.<sup>77</sup>

Genç hastalarda sınıf III maloklüzyonların pekiştirme tedavisi oldukça zorlayıcı olabilmektedir. Çünkü devam eden alt çene büyümesi ile nüks olma olasılığı fazladır ve böyle bir büyümenin kontrol edilmesi son derece güçtür. Hafif Sınıf III maloklüzyonların erken daimi dentisyonda düzeltilmesinden sonra fonksiyonel bir aparey oklüzal ilişkiyi devam ettirmek için yardımcı olabilmekte fakat büyüme bitene kadar kullanılması gerekmektedir.<sup>78</sup>

Uzun dönem takiplerde değişimlerin tam olarak hangi faktöre bağlı olduğunu belirlemek mümkün değildir. Bu sebeple tüm faktörler göz önüne alınarak retansiyon planlaması yapılmalıdır.

### **2.3. Retansiyonun Tanımı ve Amacı**

Pekiştirme diğer adıyla retansiyon, ortodontik tedaviden sonra dişlerin ve çenelerin düzeltilmiş konumlarında tutulmaya çalışıldığı ortodontik tedavi aşamasıdır. Retansiyon yapılmazsa, dişler başlangıçtaki konumlarına dönme eğiliminde olurlar. Bu olumsuz değişikliğe nüks (relaps) denir. Nüksü engellemek ve elde edilmiş ideal estetik, fonksiyon ve oklüzyonun devamlılığı için ortodontik tedavi gören hemen her bireye retansiyon tedavisi gerekmektedir.<sup>79</sup> Retansiyon, tedavi planının bir parçası olmalı ve ortodontik tedaviden ayrı düşünülmemelidir.<sup>80</sup>

Retansiyon “aktif ortodontik tedavi sonrasında dişleri ideal estetik ve fonksiyonel ilişkide tutmak” olarak tanımlanmıştır.<sup>53</sup> Moyers ise “ortodontik tedavi sonrasında elde edilen sonucun korunabilmesi için dişlerin yeni konumlarında tutuldukları süre” olarak tanımlamaktadır.<sup>81</sup>

Aktif ortodontik tedavi sonunda; periodontal doku organizasyonu tamamlanmamış, yeni oluşan kemiğin organik-inorganik oranları oturmamış ve fonksiyonel yapılar henüz yeni morfolojik yapıya uyum sağlamamıştır. Retansiyonun amacı, gingival ve periodontal dokuların yeniden düzenlenmesine olanak sağlamak, büyümeye bağlı oluşan değişiklikleri en aza indirmek, sinirsel ve kassal adaptasyonun gerçekteşmesini sağlamaktır.<sup>82</sup>

### **2.4. Retansiyonun Gerekliği ve Planlanması**

Stabilite üzerinde birçok faktör rol oynar. Tedavi bitiminde pekiştirme 3 temel nedenden dolayı gereklidir.<sup>80</sup>

1. Ortodontik tedavi sonrası gingival ligamentlerin ve periodontal dokuların yeniden organize olması için belirli bir süreye ihtiyaçları vardır.

2. Tedavi ile dişler dengede olmayan bir pozisyona getirilebilir. Yumuşak doku ve fonksiyonun adaptasyonu gerçekteşmediğinde nüks oluşabilir.

3. Büyüme etkilerinin tedavi sonuçlarını değiştirmemesi için büyüme bitene kadar retansiyon gereklidir.

Ortodontik tedavinin tamamlayıcı ve esas parçalarından birini oluşturan retansiyon, teşhis ve tedavi planlaması aşamasında bireysel ihtiyaçlara göre planlanmalı

ve hastaya tedaviye başlamadan önce tedavinin bütünü içerisinde açıklanmalıdır.<sup>83</sup> Retansiyon tedavisi, maloklüzyon tipi, uygulanan tedavinin tipi ve hastanın büyüme potansiyeline göre belirlenmelidir. Retansiyon tedavisinin planlanmasında diğer bir önemli faktör de retansiyon apareyinin tipidir. Hareketli ya da sabit retansiyon apareyleri kullanılabilir.<sup>36</sup>

Planlama, retansiyonun kapsamına göre sınırlı, orta dereceli ve daimi olmak üzere 3 gruba ayrılabilir.<sup>84</sup>

### **1) Sınırlı Retansiyon Gerektiren Durumlar;**

- Yeterli overbite sağlanarak düzeltilmiş anterior çapraz kapanış vakaları,
- Düzeltildikten sonra posterior dişlerin iyi kapanış gösterdiği ve makul derecede aksiyal inklınasyona sahip olduğu yan çapraz kapanış vakaları, (Midpalatal sütürün ortopedik veya cerrahi genişletilmesi uzun dönem pekiştirme gerektirir.)
- Seri çekim ile tedavi edilmiş vakalar,
- Kaninlerin infrapozisyonda olduğu çekimli vakalar,
- Üst çene büyümesinin sınırlandırıldığı vakalarda büyüme bittikten sonra,
- Alttağı dişin sürmesine izin verecek şekilde her iki taraftaki komşu dişin arasının açıldığı vakalar.<sup>53, 85</sup>

### **2) Orta Süreli Retansiyon Gerektiren Durumlar;**

- Üst kesici dişlerde protrüzyonla karakterize sınıf I çekimsiz vakalar,
- Çekimli tedavi edilen sınıf I ve sınıf II vakalar,
- Derin kapanışın düzeltildiği sınıf I ve sınıf II vakalar,
- Kas adaptasyonunun gerekli olduğu Sınıf II bölüm 2 vakalar,
- Rotasyonlu dişlerin kök formasyonunun bitmesinden önce yani erken dönemde düzeltildiği vakalar,
- Ektopik dişlerin erüpsiyonunun sağlandığı veya süpernumere dişlerin bulunduğu vakalar.<sup>53, 85</sup>

### **3) Uzun Süreli (Daimi) Retansiyon Gerektiren Durumlar;**

- Genişletme yapılan vakalar, özellikle mandibüler arkta,
- Polidiastema vakaları,
- Şiddetli çapraşıklığın ve şiddetli rotasyonlu dişlerin bulunduğu vakalar, özellikle yetişkin hastalarda,
- Üst santral dişler arasındaki diastemanın kapatıldığı vakalar.<sup>53, 85</sup>

## 2.5. Retansiyon Apareyleri

Retansiyon tedavisi için günümüzde çok çeşitli apareyler kullanılmaktadır. Genel olarak hareketli ve sabit olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Pasif tedavi için kullanılan bu apareyler dışında, özellikle büyümesi devam eden hastalarda olası değişimlerin önlenmesi amacıyla tedavi sırasında kullanılan fonksiyonel apareyler veya headgear bu süreçte yarı zamanlı olarak kullanılabilir. <sup>80</sup> Retansiyon apareyinin seçimi, her bir hastanın içerisinde bulunduğu özel durum göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. <sup>86</sup>

2016 yılında yapılan bir sistematik derlemede, retansiyon protokolü belirlemek için literatürde yeterli kanıt olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Aparey seçiminde ortodontistlerin kişisel tercihlerinin etkili olduğu rapor edilmiştir. <sup>79</sup> Retansiyon apareyinin tipine karar verirken ortodontistlerin en çok önemseydiği faktörler; tedavi öncesi maloklüzyon, tedavi bitimindeki oklüzyon, hastanın yaşı, hastanın kooperasyonu, üçüncü molarların durumu, ağız hijyeni ve hastanın istekleridir. <sup>16, 87, 88</sup>

Retansiyon apareylerinde bulunması gereken özellikler:

- Yapımı ve tamiri kolay olmalı,
- Hasta apareyini rahatlıkla kullanabilmeli, takıp çıkarırken zorlanmamalı ve temizliğini kolay yapabilmeli,
- Uzun süre kullanımda şeklini muhafaza edebilmeli,
- Fonksiyonel oklüzyona engel olmamalıdır. <sup>89</sup>

### 2.5.1. Hareketli Retansiyon Apareyleri

Hareketli retansiyon apareyleri, hastalar tarafından takılıp çıkarılabildiği için dişlerin fizyolojik hareketlerine ve normal fonksiyonlarını yapmalarına, dolayısıyla periodontal ligamentlerin yeniden düzenlenmesine izin vermektedir. <sup>90</sup>

Hareketli retansiyon apareyleri, fonksiyonel oklüzyonu engellememelidir. Uzun süreli retansiyon gerektiren durumlar için dayanıklı olmalıdır. Hasta için kullanımı rahat ve temizliği kolay olmalıdır. Bununla birlikte üretimi basit ve maliyeti mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır. <sup>89</sup>

### Hawley Pekiştirme Apareyi

Retansiyon için kullanılan ilk apareylerdendir. Yıllar içinde değişime uğrasa da retansiyon amacıyla en çok kullanılan aparey olmuştur. <sup>91</sup> Ön bölgede kesici ve köpek dişlerine pasif temas eden vestibul ark, büyük azı dişlerinde Adams kroşe ve küçük azı

dişlerinde damla kroşe içeren akrilik plaklardır(Şekil 2.1). Tutucu kroşeler; dişin fizyolojik hareketine izin vermeli, travmatik oklüzyona neden olmamalı, çekim bölgelerinden geçirilmemelidir.

Tutucu unsurlar ve akrilik kaidede değişiklikler yapılarak küçük düzeltmeler yapılmasına izin veren bir apareydir. Derin kapanış vakalarında ön akrilik kaide yükseltilerek ısırma kontrolü sağlanabilmektedir.<sup>92</sup> Üst çenede küçük azı çekimli vakalarda, vestibül ark uzatılarak Adams kroşeye lehimlenebilir. Böylece çekim boşluğu açılmaz. Üst çenede köpek dişlerinin tedavi öncesi vestibülde pozisyonlandığı vakalarda, kaninlerin üzerine uzanan tel, lateral kesicilerin distalinden geçen vestibül arka lehimlenebilir. Böylece köpek dişleri kontrol altına alınır.<sup>73</sup> Plağın tasarımı, vakumlu şeffaf plaklara oranla arka bölge dişlerinin kapanışının iyileşmesine daha fazla izin verir.<sup>92</sup> (Şekil 2.1)



**Şekil 2.1** Hawley apareyi

### **Begg Apareyi**

Vestibül ark posteriora uzanarak ikinci molar dişin etrafını sarar, damak tarafında dişlerin etrafını saran akrilik plakta son bulur(Şekil 2.2). Adams kroşe yoktur. Vestibül ark kanin ve premolar arasından geçmediği için çekim boşluklarının açılmasını önlemektedir. Oklüzyonu geçen Adams kroşeler ve vestibül arkın kolları olmadığı için oklüzal interferensleri önler. Fakat uzun bir tele sahip olduğu için daha esnektir.<sup>78</sup>



**Şekil 2.2** Begg apareyi

### **Wraparound (clip on) Retansiyon Apareyi**

‘Clip-on’ retainer olarak da adlandırılmaktadır. Oklüzal kontakları bozmaması sebebiyle özellikle açık kapanış hastalarında uygundur. Arka bölgede küçük boşlukların kapatılmasında kullanılabileceği gibi transversal genişletmelerin retansiyonunda da etkilidir.<sup>84</sup> Hawley plağında bulunan vestibul ark posterior dişlere kadar uzatılır ve akrilik kaide palatinalde 2. molar dişin distaline kadar uzatılarak yapılır(Şekil 2.3).

Alt çene kesici dişlerde tedavi sonrası oluşan hafif çapraşıklıkım yeniden düzeltilmesi için wraparound retansiyon apareylerinin modifikasyonu olan kanin-kanin arası clip-on pekiştirme apareyleri kullanılabilmektedir.<sup>80</sup>



**Şekil 2.3** Wraparound apareyi

### **Positioner**

1945 yılında Kesling tarafından tanıtılmıştır. Ortodontik tedavinin bitirme safhasında kullanılabilen bir apareydir. Aktif tedavi bitiminde retansiyon döneminde de

kullanılabilir. Özellikle fonksiyonel tedavi sonunda retansiyon döneminde kullanılan bir apareydir (Şekil 2.4). Tek parça halinde olup her iki çeneyi kavrayan şeffaf plaktır.<sup>93</sup> Bu aparey genellikle açık kapanış, büyümeye bağlı sınıf II/III nüks ihtimali bulunan hastalarda kullanılmaktadır.<sup>73,94</sup>

Diğer hareketli retansiyon apareylerine göre en büyük avantajı ark içi diş pozisyonlarını devam ettirmesi ile beraber üst ve alt arklar arasındaki düzeltilmiş ilişkiyi de devam ettirebilmektedir.<sup>93</sup> Ayrıca temizliğinin rahat olması, kırılmaya dayanıklı ve şeffaf olması, doku stimülasyonu sağlaması, intra-ark diş pozisyonlarını ve oklüzal ilişkiyi koruması da diğer avantajlarındanır.<sup>94</sup> Fakat rutin kullanımda positioner iyi bir retansiyon apareyi değildir. Bunun nedeni hacimli yapısından dolayı tüm gün kullanılması çok zordur. Genellikle gündüz 4 saat ve gece uykuda kullanılması önerilmektedir. Positioner kesici düzensizliklerinin ve rotasyonlarının kontrolünde diğer retansiyon apareyleri kadar iyi değildir. Esnek yapısı nedeniyle dişi sıkı bir şekilde tutamaz. Positioner kullanımı sırasında kapanış derinleşme eğilimindedir. Açık kapanış hastaları için bu avantaj olmaktadır.<sup>78</sup>



**Şekil 2.4.** Positioner

### **Şeffaf Vakum Formlu Plaklar**

Şeffaf plaklar 1971 yılında Ponitz, tarafından “görünmeyen retainer” adıyla tanıtılmıştır (Şekil 2.5). “Essix” olarak da bilinirler.<sup>95</sup> Günümüzde üst çenede en yaygın kullanılan retansiyon apareyidir.<sup>80</sup> Şeffaf plaklar, plastiğin ısıyla yumuşatılarak dişlere sıkıca vakumlanması ile elde edilir. Materyalin şeffaf ve ince yapısı “retainer”ı görünmez yapar, bu da hastalar tarafından sıklıkla tercih edilmesini sağlar.<sup>80</sup> Yapılan araştırmalarda, şeffaf plak kullanan hastaların, Hawley apareyi kullanan veya sabit “retainer”ı olan hastalara kıyasla tedavilerinden daha memnun oldukları görülmüştür.<sup>86,96</sup>

Estetik görünüşleri ve dayanıklılıklarının yanı sıra küçük boyutta olma ve kolay temizlenebilme avantajları vardır.<sup>91</sup> Ayrıca uyku sırasında diş gıcırdatma veya sıkma gibi hafiften orta düzeye parafonksiyonu olanlarda, gece koruyucusu olarak da işlev görebilirler.<sup>85</sup>

Hem alt hem üst çenede retansiyon için şeffaf plak kullanıldığında, oklüzal yüzeydeki plak kalınlığı problem olabilmektedir. Overbite kontrolü sağlayamamaları ve kullanımdan bir kaç ay sonra renklenmeye ve kırılmaya başlamaları şeffaf plakların dezavantajlarındanıdır.<sup>73</sup>

Şeffaf plakları geleneksel Hawley apareyiyle kıyaslayan pek çok çalışma yapılmıştır.<sup>91</sup> Alt ve üst anterior bölgenin retansiyonunda, şeffaf plakların Hawley apareyinden daha etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>96</sup> Ancak retrospektif, çift körleme yapılmış randomize kontrollü çalışmada retansiyonu sağlamada iki aparey arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.<sup>97</sup> İki apareyi fiyat-performans dengesi yönünden değerlendiren bir çalışmada, Hawley apareyinin şeffaf plaktan daha masraflı olduğu sonucuna varılmıştır.<sup>96</sup>



**Şekil 2.5** Essix apareyi

### **2.5.2. Sabit Retansiyon Apareyleri**

Modern ortodontide en çok kullanılan retansiyon apareyleri sabit retansiyon apareyleridir.

Sabit retansiyon apareylerinin dört ana endikasyonu vardır:<sup>80</sup>

- Devam eden büyüme sırasında alt kesici diş konumlarının korunması
- Diastema kapatılmış alanların korunması
- İmplant veya köprü gövdesi için dişsiz boşluğun korunması
- Yetişkinlerde kapatılmış çekim boşluklarının korunması

Sabit retansiyon apareylerinin estetik olması, hasta uyumuna gerek duymaması, etkinliği ve daimi retansiyon için uygun olması kullanımını giderek arttırmaktadır. Ancak hassas bir teknik gerektirmesi, kırılabilir olması ve özellikle oral hijyen uygulamalarını güçleştirerek periodontal sorun oluşturma riski dezavantajlarıdır.<sup>98</sup>

Sabit retansiyon apareyi yapımında kullanılan teller, tanıtlıkları günden günümüze farklı kuşaklara (jenerasyon) ayrılarak sınıflandırılmıştır.<sup>94</sup>

**1. kuşak;** Blue Elgiloy veya paslanmaz çelikten, 0,025-0,036 inç kalınlıkta yuvarlak tellerdir. Sadece kanin dişlere yapıştırılır ve bu uçlara tutuculuğu arttırmak için loop bükümler verilir (Şekil 2.6).



**Şekil 2.6** 1. kuşak 3-3 sabit retainer

**2. kuşak;** ön bölgede tüm dişlere yapıştırılan, 0,032 inç kalınlıkta üç sarımlı tellerdir. Çok sarımlı teller mekanik tutuculuğunun daha fazla olması, dişin fizyolojik hareketlerine izin veren elastikiyetleri sebebiyle düz tellerin yerini almışlardır.<sup>99</sup>

**3. kuşak;** 0,032 inç paslanmaz çelik veya 0,030 inç altın kaplamalı tellerin, terminal uçlarının, mekanik tutuculuğu arttırmak amacıyla, alüminyum oksit ile kumlanması ile elde edilmiştir(Şekil 2.7). Bu retainer telleri sadece kanin dişlere yapıştırılırlar.<sup>100</sup>



**Şekil 2.7** 3. kuşak 3-3 sabit retainer

**4. kuşak;** 0,0215 inç beş sarımlı ortak eksenli (coaxial) tellerdir.

**5. kuşak;** 0,032 inç, düz Blue Elgiloy tellerin kumlanması ile elde edilen ve sadece köpek dişlerine yapıştırılan tellerdir.

Sabit retansiyon apareyleri genel olarak 2 şekilde uygulanmaktadır. Bunlardan ilki, nispeten kalın 0,032 inç tellerden yapılan retansiyon tellerinin sadece kanin dişlere yapıştırılması tekniğidir. Genellikle paslanmaz çelik teller kullanılsa da nikel-titanyum ve blue elgiloy telleri tercih eden klinisyenler de vardır.<sup>101</sup> Diğer teknikte ise 0,0175-0,0215 inç çok sarımlı tellerden hazırlanan retainer köpek-köpek arası tüm dişlere yapıştırılır. Ancak endikasyonları farklıdır.<sup>102</sup>

Sadece köpek dişlerine yapıştırılan sabit retansiyon apareyelerinin endikasyonları şu şekilde sınıflanmıştır:<sup>103</sup>

- Tedavi öncesi şiddetli alt kesici diş rotasyon ve çapraşıklığı olan vakalar
- Alt köpek dişleri arasındaki genişliğinin değiştirildiği vakalar
- Tedavi ile alt keserlerin ileri alındığı vakalar
- Hafif çapraşıklığı olan, çekimsiz tedavi uygulanan vakalar
- Derin kapanış vakaları

Bu tip sabit retansiyon apareyleri alt ön dişlerin tamamına telin yapıştırıldığı apareylere göre daha güvenlidir. Hasta tel koşturduğunda hemen fark edilmektedir.<sup>85</sup> Yapılan çalışmalarda, 3-3 lingual retainer tellerinin dikkatli bonding tekniğiyle uygulandığında mükemmel sonuçlar verdiği gösterilmiştir.<sup>102, 104</sup> Ancak 3-3 sabit lingual retansiyon apareyelerinin ortodontik tedavi sonuçlarını stabilize etmede çoğu hastada etkili olduğunu fakat, kesici çapraşıklığında oldukça yüksek oranda, hafiften orta dereceye kadar artma olabileceğini bulmuşlardır. Bu nedenle 3-3 sabit lingual retansiyon apareyelerinin klinik uygulama sırasında bonding prosedürlerine çok dikkat edilmesi söylenmiştir.<sup>105</sup>

Tüm dişlere yapıştırılan sabit retansiyon apareyelerinin endikasyonlarını da Zachrisson sınıflamıştır:<sup>106</sup>

- Median diastemaların kapatıldığı vakalar
- Aralıklı ön dişleri olan vakalar
- Ortodontik tedavi sonrası diş migrasyon potansiyeli olan yetişkin vakalar
- Maksillada diş kaybı veya dişler arası geniş boşluklar bulunan vakalar
- Mandibüler keser diş çekimi yapılan vakalar
- Şiddetli rotasyonu olan dişlerin düzeltildiği vakalar

- Palatinalde gömülü kanin dişin sürdürüldüğü vakalar

Sabit retansiyon apareyinin tipi ne olursa olsun dişleri sabit bir şekilde tutması istenmez. Sabit lingual retainer keser dişlere yapıştırıldığında boşta kalan telin uzunluğu kısalmır, dolayısıyla daha esnek bir tel kullanmak gerekir.<sup>80</sup>

### **Esnek (Fleksible) Spiral Tel Retansiyon Apareyleri**

Çok sarımlı paslanmaz çelik telin, bütün ön altı dişin lingual yüzeyine yapıştırılması ile elde edilmektedir. Çok sarımlı paslanmaz çelik telin bazı avantajları vardır. Düzensiz bir yüzeye sahip olduğu için kompozit rezin için artmış mekanik tutunma yüzeyi oluşturur. Bütün dişler birbirine bağlansa da, esnek yapısı sayesinde dişlerin fizyolojik hareketine izin verir.<sup>99</sup> Eğer tel çok ince olursa veya yapıştırma esnasında pasif olmazsa istenmeyen diş hareketleri şeklinde yan etkisi oluşabilmektedir.<sup>107, 108</sup> Ayrıca yapıştırma prosedürünün teknik hassasiyet gerektirmesi ve zaman alıcı olması diğer dezavantajlardandır.<sup>108</sup> Sabit retansiyon apareylerinin bağlanma başarısızlıklarının yarısına yakını ilk yıl içinde gerçekleşmektedir.<sup>107</sup> İlk yıl içinde en fazla bağlanma başarısızlığı da ilk 6 ay içinde gerçekleşmektedir.<sup>109</sup>

0,015'ten 0,025 inç'e kadar değişen boyutlarda ve tiplerde çok sarımlı telin kullanıldığı birçok çalışma yapılmıştır.<sup>21, 102</sup> İlk olarak 0,015'ten 0,0195 inç 'e değişen kalınlıkta 3 sarımlı paslanmaz çelik tel (3-3) lingual retainer için kullanılmıştır.<sup>21</sup> Sabit retansiyon apareyleri için en uygun telin 5 sarımlı 0,0215 inç paslanmaz çelik tel olduğu rapor edilmiştir.<sup>107</sup> 5 sarımlı 0,0215 inç paslanmaz çelik tel daha ince veya aynı boyutta 3 sarımlı tele göre kırılma ve bağlanma başarısızlığı gibi sorunlar daha az görülmüştür. Bu durumun 5 sarımlı telin aynı boyuttaki 3 sarımlı tele göre daha esnek olmasıyla bağlantılı olduğu savunulmuştur. 5 sarımlı 0,0215 inç paslanmaz çelik tel yâda altın kaplı tel Zachrisson tarafından 20 yılı aşkın bir süredir mükemmel bir başarı ile kullanılmaktadır.<sup>22, 110</sup>

Sabit lingual retansiyon apareylerinin hazırlanmasındaki zorluğu ortadan kaldırmaya yönelik olarak Dead-soft teller piyasaya tanıtılmıştır. Üretici firmalar Dead-soft tellerin, aktif kuvvete bağlı oluşan istenmeyen diş hareket miktarını azalttığını iddia etmişlerdir. Bu tellerin esneklik ve spring-back özelliğine sahip oldukları ifade edilmekte ve lingual retainer yapımında kullanılmaları tavsiye edilmektedir.<sup>111</sup> Dead-soft tellerde daha fazla deformasyon meydana geldiği belirtilmiştir.<sup>112</sup> Dead-soft tel alt kesici diş

seviyelenmesini korumada çok sarımlı tele göre daha başarısız bulunmuştur.<sup>113</sup> Bu tellerin klinik kullanımları için daha fazla prospektif klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

Reliance Orthodontic Products (Itasca, IL, USA) tarafından büküm ihtiyacını tamamen ortadan kaldıran, uygulaması kolay, zincir şeklinde yeni bir lingual retainer teli tanıtılmıştır. Ancak, in vitro bir çalışmada, çok sarımlı tellere kıyasla bağlanma dayanımı düşük bulunmuştur.<sup>114</sup>

Son yıllarda ise CAD-CAM sistemler kullanılarak sabit retansiyon apareyi üretilmeye başlanmıştır. Makineler tarafından üretilen bu retansiyon apareyleri için kullanılan teller ve yapım tekniği firmalara göre değişmektedir. Henüz çok yeni olan bu retansiyon apareyleri hakkında sınırlı sayıda ürün ve yayın vardır. Üretim tekniklerinden birinde; retansiyon apareyi hazır tellerin makina kolu ile bükülmesi sonucu elde edilmektedir. Bu yöntem ile hazırlanan Suresmile retainer (OraMetrix, Richardson, Tex, USA), Cu-Niti (copper nikel-titanyum) telden elde edilir.<sup>115</sup> Başka bir üretim tekniği ise blok telden kesim yapılarak retansiyon apareyi elde edilmesidir ve bu sistemi kullanan Memotain (CA-Digital, Mettmann, Almanya) nikel-titanyum telden hazırlanmaktadır.<sup>116</sup>

### **Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezin Retansiyon Apareyleri**

Polietilen fiberle güçlendirilmiş kompozit retainer ve glass fiberle güçlendirilmiş kompozit retainer son yıllarda esnek spiral retainer tellerine alternatif olarak geliştirilmiştir. En önemli avantajlarından bir tanesi yüksek biyolojik uyumluluğa sahip olmasıdır.<sup>117</sup> Metal alerjisine veya nikel alerjisine sahip hastalarda güvenle kullanılabilir. Diğer önemli özelliği ise transparan olması ve dişlerin translusent görünümünü etkilemediği için estetik olmasıdır.<sup>118</sup>

Fiberle güçlendirilmiş kompozit retainer, diş yüzeylerine kolay uygulanabilmektedirler.<sup>118, 119</sup> En önemli dezavantajı fizyolojik diş hareketini engelleyecek katılıkta olmasıdır.<sup>120</sup> Bu sabit retansiyon apareyi diğerlerine göre daha pahalıdır ve daha hassas teknik gerektirir.<sup>121</sup>

Çok sarımlı retainer tellerinin (%88), glass fiberle güçlendirilmiş kompozit retainer'a (%49) göre anlamlı derecede yüksek başarı oranlarına sahip olduğu belirtilmiştir.<sup>122</sup> Fiberle güçlendirilmiş kompozit retainer yapıştırılınca sertleşip daha düşük esnekliğe sahip oldukları için kuvvet yüklendiğinde interdental bölgelerde daha fazla gerilim oluşabilir; bu yüzden daha fazla başarısızlık oranına sahiptirler.<sup>120, 122</sup> Su absorpsiyonu, polietilen materyallerinin termal genişmesi gibi kimyasal ve mekanik

özellikler yüksek başarısızlık oranlarını etkilemektedir.<sup>119, 120</sup> Farklı sabit retansiyon apareylerinin bağlanma başarısızlığının değerlendirildiği bir çalışmada paslanmaz çelik retainer tellerinin fiberle güçlendirilmiş kompozit retansiyon apareyelerine göre daha yüksek bağlanma gücü göstermiştir.<sup>123</sup> Yapılan başka çalışmalarda fiberle güçlendirilmiş kompozit retansiyon apareyleri çok sarımlı retainer telleri ile benzer başarısızlık oranları göstermişlerdir.<sup>120, 121, 124</sup>

### **Sabit retansiyon apareyelerinin yapıştırma teknikleri**

Retansiyon apareyinin yapıştırılacağı diş yüzeyleri, ilk olarak tüm debris ve artıklardan temizlenir. Bu işlem flor içermeyen patlar, pomza ve lastik frezler ile yapılır. Temizlenen yüzeye asit ile pürüzlendirme yapılır. Daha sonra retansiyon apareyi direkt veya indirekt teknik ile yapıştırılır.

Direk teknikte yeterli uzunluktaki tel, ilk olarak alçı model üzerinde dişlerin lingual yüzeylerinden pasif geçecek şekilde uyumlandırılır. Sonra hazırlanan retainer teli ağız içine taşınması gereklidir. Bu noktada birçok farklı yaklaşım ve metot mevcuttur. Bunun için diş ipi, ortodontik elastik, tel ligatür, silikon anahtar kullanılabilir.<sup>21, 125-127</sup> Hangi metot olursa olsun retainer teli ağız içinde de dişlerin lingual yüzeylerinden pasif olarak geçmeli ve bu şekilde sabit kalmalıdır. Bu şekilde önceden pomza ve asit uygulanan diş yüzeylerine retainer teli kompozit uygulayarak yapıştırılır.

Klinik prosedürleri kolaylaştırmak için ise daha sonra indirekt teknik tanıtılmıştır.<sup>128</sup> Bu teknikte retainer teli alçı model üzerinde yine aynı şekilde dişlerin lingual yüzeylerinden pasif geçecek şekilde uyumlandırılır. Alçı modelde kompozit gelmesi gereken yerlere mum yerleştirilir. Sonra alçı model üzerine silikon ölçü maddesi yerleştirilir. Ölçü katıldıktan sonra çıkarılır ve mumlar sıcak su ile uzaklaştırılır. Mum yerine kompozit koyulur. Önceden hazırlanmış dişlerin üzerine, retainer telinin ve kompozitin olduğu ölçü yerleştirilir ve kompozit polimerize olana kadar sıkı bir şekilde aynı pozisyonda tutulur. Bu teknik modifiye edilebilir. Mum yerine alçı model üzerine direk kompozit yerleştirilir ve vakumla oluşan plastik plakla kaplanır ve ağız içine bu plastik plak ile taşınır.<sup>129</sup>

İnce, esnek teller yüksek başarısızlık oranlarına sahiptir ve bu başarısızlık genellikle telin kırılması şeklindedir.<sup>19 107</sup> Sabit lingual retainer tellerinde klinik başarısızlık mine ve kompozit arasında da olabilmektedir. Bunun nedeni yapıştırma işlemi sırasında yüzeyin kontaminasyonudur. Fakat klinik başarısızlık en çok tel ve

kompozit ara yüzünde ayrılma şeklinde görülmektedir.<sup>102, 107</sup> Yetersiz adeziv uygulanması ve abrazyon nedeniyle materyal kaybı telin kompozit yüzeyinden ayrılmasına neden olabilir.<sup>21, 107</sup> Kullanılan kompozit, retainer telini tutacak kadar yeterli güçte ve abrazyona dirençli olmalıdır. Tel üzerindeki kompozit kalınlığının 1 mm olmasının telin kuvvetlere karşı koymasında yeterli olacağı ve 1 mm'den fazla kalınlığın ise çok az yarar sağlayacağını gösterilmiştir.<sup>130</sup> Aynı çalışmada bazı kompozit markalarının diğerlerine göre abrazyon direncinin fazla olduğu bulunmuştur. Tel ve kompozit arasındaki bağlantıyı arttırmak için birçok yöntem denenmiştir. En etkili yöntem tel üzerine mikro pürüzlendirme uygulanması ve kompozit ve tel arasındaki mekanik adezyonun artırılması olarak bulunmuştur.<sup>131</sup> Üst çenede kullanılan retainer tellerinden alt çenede kullanılanlara göre daha sık klinik başarısızlık görülmüştür.<sup>22</sup>

Esnek spiral tel retainer tellerinin ne kadar süre ağızda kalması gerektiği ile ilgili bilgi tam olarak bilinmemektedir. Orijinal maloklüzyonun tipi, hastanın yaşı ve retansiyon apareyini temiz tutma becerisi belirleyici bir faktör olabilir. Retansiyon apareyinde başarısızlık olmadığı sürece tedavi devam ettirilebilir ve hasta yeterli plak kontrolünü sağladığı sürece retainer tellerini çıkarmaya gerek yoktur.<sup>84</sup>

## **2.6. Retansiyon Süresi**

Ortodontik tedavi sonrasındaki retansiyon süresi her vaka için özel olarak değerlendirilip uygulanmalıdır.<sup>132, 133</sup> Kısa süreli retansiyon tedavisi 3-6 ay arasında olup ilk 3 ay yemek haricinde sürekli retansiyon apareyi kullanımını kapsar. Sonraki 3 ayda ise sadece geceleri kullanılan hareketli retansiyon apareyleriyle gerçekleştirilmektedir.<sup>134</sup> Orta süreli retansiyon tedavisi ise 1-5 yıla kadar uzamaktadır ve retansiyon apareyi olarak genellikle sabit bir aparey kullanılmaktadır. Ek olarak büyümesi devam eden bireylerde büyümenin tamamlanacağı döneme kadar modifiye fonksiyonel aparey veya head-gear uygulanabilmektedir.<sup>13</sup> Ortodontik tedavi sonrasında daimi retansiyon ise dudak damak yarığı, periodontal problem ve polidistama durumlarında uygulanmaktadır.<sup>13, 17</sup>

Ortodontik olarak tedavi edilen birçok bireyde tedavi sonuçlarının kalıcılığı için uygulanması gereken en uygun retansiyon süresi hala tanımlanmadığı için bu süre araştırmacılar arasında çeşitlilik göstermektedir.<sup>135</sup> Bu sürenin yalnızca 4 ay uygulanması gerektiğini dile getirenlerin yanı sıra 6 aydan uzun sürmemesi gerektiğini belirtenler hatta bu sürenin 7 yıla kadar uzayabilen bir dönem olduğunu rapor eden araştırmacılar bulunmaktadır. Kingsley ise retansiyon dönemine geçilmeden önce 2-3 yıl beklenilmesini

ve problem oluşmadan müdahale edilmesini savunmaktadır.<sup>8, 136-138</sup> Bununla birlikte, günümüzde hem oluşabilecek nöks için hem de bireyin büyüme ve gelişiminden kaynaklanan sorunları en aza indirmek için daimi retansiyonun gerekliliğini savunan yaygın bir görüş bulunmaktadır.<sup>139</sup> Görüldüğü gibi retansiyon dönemi için pek çok farklı görüş ortaya atılmaktadır. Tedavi edilen her birey için retansiyon süresinin ne kadar olacağı ile ilgili bilgi bulunmamaktadır.<sup>24</sup> Uygulanacak retansiyon apareyi planlanırken, hasta tam olarak bilgilendirilmeli ve devam edebilecek büyüme de göz önüne alınarak karar verilmelidir.<sup>132, 133</sup>



### 3.MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Yapay Dişler

Çalışmamızda sabit retainer tellerinin uygulanması için plastik dişler kullanılmıştır. Yapılacak ölçümlerde tam anlamıyla bir standardizasyonun sağlanması amacıyla bu araştırma sırasında birebir aynı anatomik yapıya sahip olarak üretilmiş alt çene sağ ve sol köpek, orta ve yan kesici dişler (33-43) tercih edilmiştir.

##### 3.1.2. Ortodontik Retainer Yapıştırma Sistemi

Bu in vitro çalışmada sabit retainer tellerinin akrilik diş yüzeylerine yapıştırılmasında Transbond XT Light-Cure Adhesive Primer ve Transbond LR Kompozit (3M Unitek, Monrovia-California ABD) rezin kullanılmıştır (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1** Çalışmada kullanılan bonding adeziv ve primer rezin

##### 3.1.3. Işık Cihazı

1000 mW/cm<sup>2</sup> ~1200 mW/ cm<sup>2</sup> ışık gücü bulunan Woodpecker Led B ışık cihazı (Guilin National High-Tech Zone, Guangxi, China) kullanılmıştır. Cihaz 8 mm'lik geniş ışık ucu ile tek seferde daha geniş ışınlama alanına sahiptir. 5, 10, 15 ve 20 sn'lik ışınlama süreleri bulunmaktadır (Şekil 3.2).

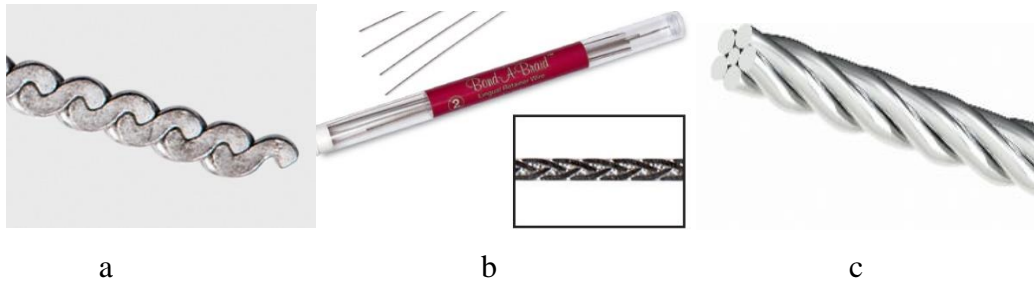


**Şekil 3.2** Çalışmada kullanılan ışık cihazı

### 3.1.4. Sabit Lingual Retainer Telleri

Bu çalışmada 3 tip sabit lingual retainer teli kullanılmıştır (Şekil 3.3):

- 1) 0.038×0.016 inç paslanmaz çelik zincir tel (Ortho-flex Tech®, Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL 60143, USA).
- 2) 016×0.022 inç dead-soft sekiz örgülü paslanmaz çelik tel (Bond-a-Braid, Reliance Orthodontic Products, Itasca, Illinois, USA).
- 3) 0,0175 inç 6-sarımlı ortak eksenli paslanmaz çelik tel Coaxial (3M, Monrovia-California USA).



**Şekil 3.3** a) Ortho-flex, b) Dead-soft, c) 0.0175 inç Coaxial

### 3.1.5. Kullanılan Test Cihazları

Örneklerin esneme testleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Testler için LLOYD Instron Model Üiversal Test Cihazı (Foreham Hampshire, England) kullanılmıştır.

## 3.2. Metot

### 3.2.1. Örnek Büyüklüğünün Belirlenmesi

Çalışma için uygun örneklem büyüklüğünü belirlemek için 3 x 5 Tekrarlayan Ölçümler ANOVA (Repeated Measures ANOVA) modelinde 3 farklı hesaplama yapılmıştır. En yüksek örneklem boyutu faktörler arası etkileşimin önem kontrolünde toplam 24 örnek olarak elde edilmiştir. Bunun anlamı; 0,05 Tip-I hata düzeyinde % 95 güç için, her bir alt grupta en az 8 örnek alınmasının yeterli olacaktır. Güç analizleri, f-Tipi etki büyüklük sınıfı medium ( $f=0.25$ ) seçilerek uygulanmıştır. Analizler için G\*Power 3.1.9.7 (<https://gpower.software.informer.com/download/>) programı kullanılmıştır. Ancak çalışma esnasında örneklerin herhangi bir nedenle çalışma dışı olma ihtimalini göz önünde bulundurarak çalışmamızın istatistiksel anlamlılığını düşürmemek için her grubun örnek sayısı 10 olarak (toplam 30 örnek) belirlenmiştir.

### 3.2.2 Dişlerin Gruplara Ayrılması ve Hazırlanması

Bu çalışmada insan dişleri yerine standart ölçü ve şekle sahip plastik dişler kullanılmıştır. Bu dişler alt köpek-köpek arası diş arkı oluşturacak şekilde gruplara ayrılmıştır.

### 3.2.3. Çene Modellerinin Hazırlanması

In vitro çalışmalarda dişleri belirli pozisyonlarda tutmak ve çalışma kolaylığı sağlanmak için dişler kalıplar içerisine gömülmektedir. Dişlerin akrilik blok içerisine gömülmesi, işlemler esnasında manipülasyonu kolaylaştırmanın yanı sıra numunenin test cihazına aynı şekilde standart olarak yerleştirilmesini sağlamaktadır.

Teste hazırlık olarak, köpek ve kesici dişler, seviyelenmesi ve hizalanması iyi olan bir bitim vakasındaki gibi ideal konumlarında bir diş arkı oluşturacak şekilde mum blok içerisine yerleştirilmiştir. Bu ark şeklinin yeniden üretilebilmesi için silikon malzeme (Regisil® 2X™, Dentsply Corporate, York PA, ABD) ile ölçüsü alınmıştır (Şekil 3.4). Periodontal membranın taklit edilmesi için plastik dişlerin kök yüzeyi ortalama 0.2-0.3 mm kalınlığında ince kıvamlı silikon ölçü maddesi (light body) ile kaplanmıştır. Dişler daha sonra dental arkı oluşturacak şekilde ölçü içerisine yerleştirilmiş ve silikon kalıbın içerisi soğuk akrilik ile doldurulmuştur. Oluşturulan yapay periodontal membran ile akrilik bloğun diş kökünü tamamen sarması ve sert bir temas

alanı oluşmasını engelleyerek dişlerin çene kemikleri içerisindeki gerçek durumunun mümkün olduğunca taklit (simüle) edilmesi amaçlanmıştır.

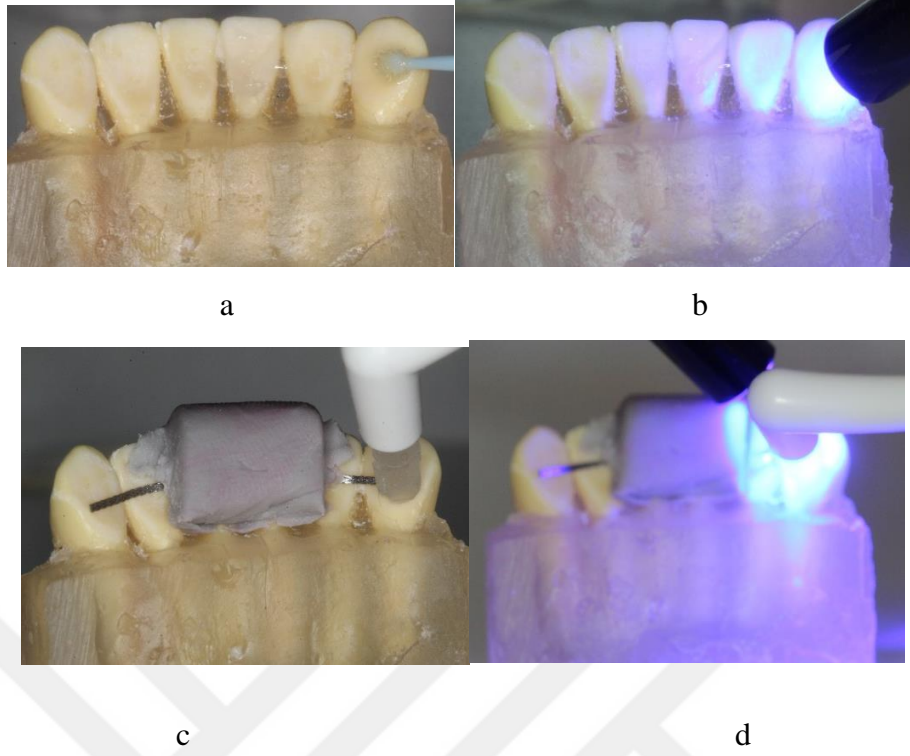


**Şekil 3.4** Mum dental ark ve akrilik blokların hazırlandığı slikon kalıp

#### **3.2.4. Retainer Tellerini Yapıştırma Protokolü**

Retainer teli yapay dişlere yapıştırılmadan önce yapay dişler oval (yumurta şekilli) bir elmas frez ile aşındırılmış ve alkol ile temizlenmiştir. Daha sonra dişlere ışıkla sertleşen bir primer (Transbond™ XT Primer, 3M Unitek, Landsberg, Almanya) uygulanmış ve 5 saniye polimerize edilmiştir. Coaxial ve Dead-soft retainer telleri için slikon anahtarlar hazırlandı ve bu teller kontak noktalarının altında belirli bir konumda sabitlenmiştir. Daha sonra öncelikle kanin dişler üzerine Transbond LR (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) uygulanmış ve 20 sn polimerize edilmiştir. Bunu takiben slikon anahtar uzaklaştırılmış ve diğer kesici dişlere kompozit rezin yerleştirilerek polimerize edilmiştir. Orto-flex grubundaki sabit lingual retainer telleri için aynı prosedür silikon anahtar kullanılmaksızın gerçekleştirilmiştir.

Retainer tellerinin yapıştırma işlemleri sırasında her örnekte aynı miktarda kompozit kullanıldığından emin olmak için, belirli bir şekil ve kalınlığa sahip kompozit miktarının diş yüzeyine uygulanmasını sağlayacak plastik bir kalıp (Mini-Mold™, G&H Orthodontics, Franklin IN, USA) kullanılmıştır. Dead-soft ve Orto-flex grubunda lingual retainer telleri dikdörtgen kesite sahip oldukları için bu tellerin geniş yüzeylerinin dişlerle temas etmesi sağlanmıştır. Bütün bu işlemler tek bir uygulayıcı tarafından gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.5** a) ve b) Aşındırılmış diş yüzeyine adeziv uygulanması ve 5 sn polimerizasyonu, c) ve d) Mini-Mold™ ile kompozit uygulanması ve 20 sn polimerizasyonu

### 3.2.5. Esneme Testinde Kuvvet Miktarlarının Ölçülmesi

Yapıştırılan retainer tellerinin esneme testi universal test cihazı (Lloyd Instruments Plc, Fareham, Hampshire, England) üzerinde özel olarak bu çalışma için tasarlanan bir test düzeneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Alt kesici dişler arasındaki retainer tellerinin karşılaşılabileceği olası bir yatay kuvveti laboratuvar ortamında taklit etmek üzere cihazda akrilik blokları sabit tutacak şekilde bir düzenek oluşturulmuştur (Şekil 3.6). Cihazın yükleme ucunun yatay kuvvet uygulayabilmesi için retainer telleri her blokta aynı santral kesici dişlere yapıştırılmamış ve bu dişler daha sonra akrilik blok seviyesinde kesilerek uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.7). Cihazın yükleme ucu tellerin yapıştırıldığı yüzeye dik bir şekilde retainer tellerinin altına yerleştirilmiştir. Çekme kuvveti 1mm/dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Kuvvet maksimum esneme miktarı 0.5 mm olana kadar uygulanmıştır. Kuvvet miktarları her bir 0.1 mm'lik hareket sonrası direkt cihazın ekranından okunup Newton (N) cinsinden kaydedilmiştir.



**Şekil 3.6** Esneme testinin gerçekleştirildiği cihaz ve özel tasarlanan test düzeneği

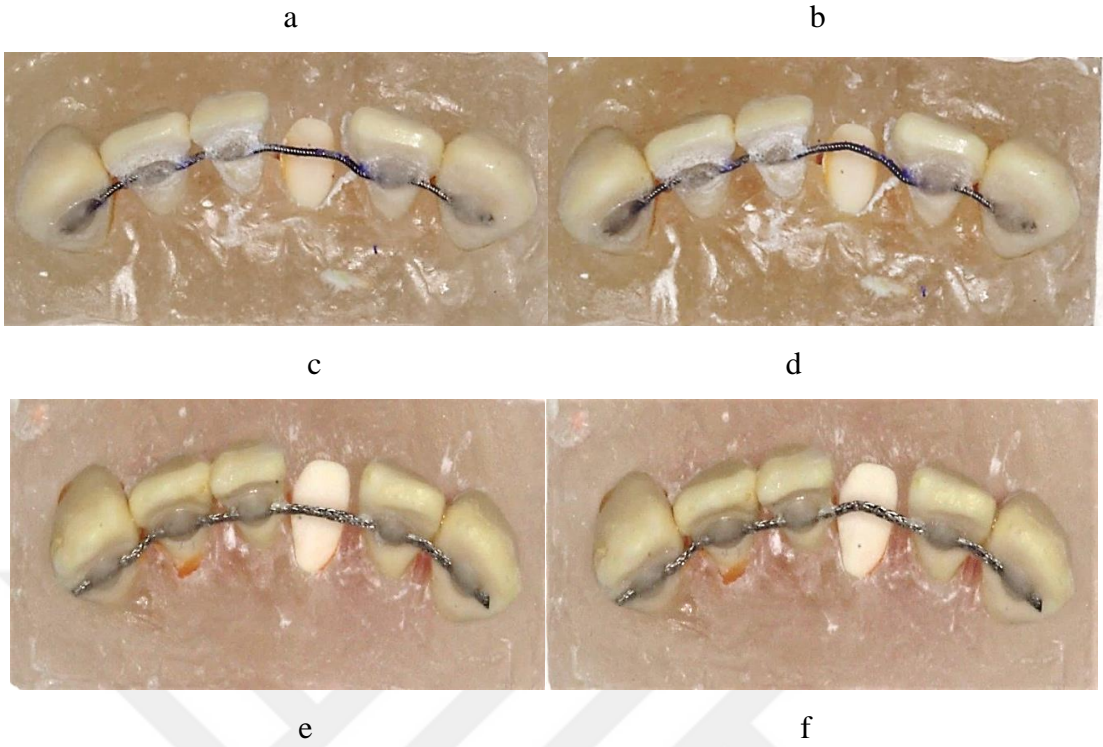


**Şekil 3.7** Santral kesici dişin uzaklaştırılması ve retainer yapıştırılmaması.

### 3.2.6. Deformasyon Tipinin Belirlenmesi

Her bir lingual retainer sisteminin esneme testi öncesi ve sonrası yakın plan fotoğrafları çekildi (Şekil 3.8). Bu fotoğraflar x 10 büyütme lensi altında incelenerek retainer telinde esneme testi sonucunda plastik deformasyon olup olmadığına karar verildi.





**Şekil 3.8** Sabit lingual retainer tellerinin plastik deformasyonu a-b) Ortho-flex test öncesi ve sonrası c- d) Coaxial test öncesi ve sonrası e-f) Dead-soft test öncesi ve sonrası

### 3.2.7. İstatiksel Analizler

Verilerin analizleri SPSS 21.0 (IBM SPSS Statistics 21.0, IBM, New York, USA.) istatistik programında yapılmıştır. Sürekli değişkenlerin dağılımının normal olup olmadığını belirlemek için Kolmogorow-Smirnov testi, varyansların homojenliği ise Levene testi ile araştırılmıştır.

Retansiyon sisteminin tipi ve kullanılan lingual retainer telinin 0.1 mm'lik mesafelerdeki esneme miktarlarına göre kaydedilen kuvvet miktarı (Newton = N) varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı verilerin elde edilmesinde ve retainer telleri arasındaki farkların tespitinde Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) ve 3 tip lingual retainer teli için 5 farklı mesafedeki esneme miktarı sırasında oluşan kuvvetlerin değerlendirilmesi ve karşılaştırmalarda Tekrarlayan Ölçümler Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) kullanıldı. Diğer bir ifadeyle kuvvet miktarı üzerinde etkili olabilecek retainer tipinin incelenmesinde tek yönlü varyans analizi kullanılırken retainer tipinin ve esneme miktarının oluşturduğu kuvvet miktarlarının birlikte değerlendirilmesinde tekrarlayan ölçümler varyans analizi kullanılmıştır.

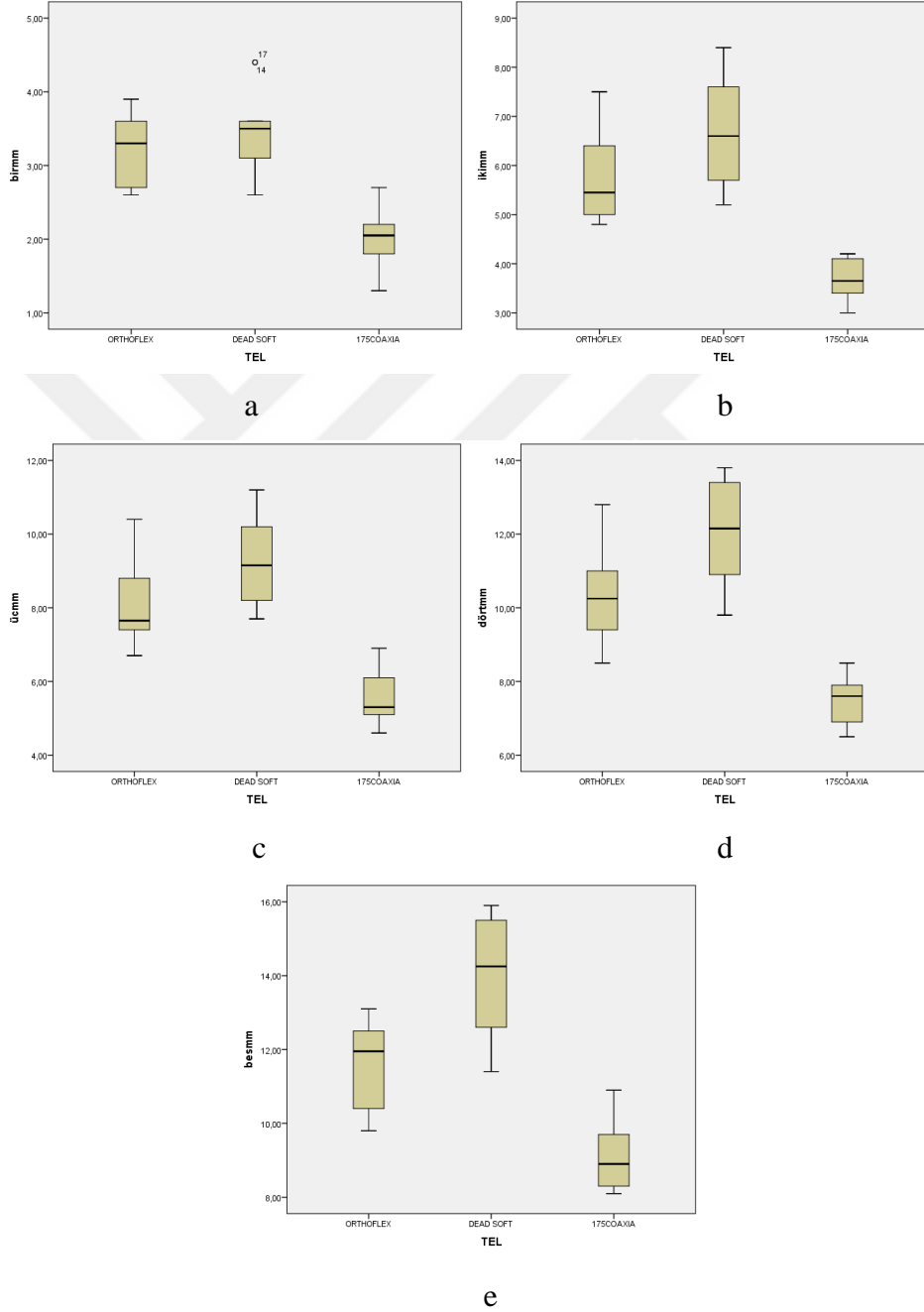
Retainer telinin tipine göre oluşturulan gruplar içi ve arasındaki farkları inceleyebilmek için ise Post Hoc analizleri kullanılmıştır. Deformasyon tiplerinin gruplar arasında karşılaştırılmasında ise Çoklu Oran (Multiple Proportion Test) testi kullanılmıştır. Tüm istatistiki analizlerde önem düzeyi  $p < 0,05$  olarak % 95 güvenilirlik sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çoklu karşılaştırma testlerinde, tip  $\alpha$  hatasını kontrol altına alabilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Esneme Miktarı / Kuvvet Ölçümleri

Çalışma sonucunda elde edilen kuvvet miktarlarının tüm gruplar ve tüm esneme miktarları için normal dağılım gösterdiği saptandığı (Kolmogorow-Smirnov testi) için tüm verilerin analizinde parametrik istatistik testler kullanılmıştır (Şekil 4.1 a-e).



Şekil 4.1 Elde edilen verilerin normal dağılım grafikleri a) 0.1 mm b) 0.2 mm c) 0.3 mm d) 0.4 mm e) 0.5 mm

Tanımlayıcı istatistik ve her üç gruptaki esneme miktarlarının karşılaştırılmasında ANOVA analizleri (Tek Yönlü ve Tekrarlayan Ölçümler ANOVA) kullanılmıştır. Bütün grupların tanımlayıcı istatistiksel değerleri; esneme miktarı(mm)/ kuvvet (N) testi sonucu elde edilen minimum, maksimum ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. En yüksek ortalama kuvvet değeri (14.03 N) 0.5 mm için dead-soft retainer telde bulunmuştur. En düşük ortalama kuvvet değeri (2.00 N) 0.1 mm için coaxial telde bulunmuştur.

Tekrarlayan ölçümler ANOVA analizi, gruplarda esneme miktarlarına göre oluşan kuvvet miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların ( $p < 0.001$ ) var olduğu gösterilmiştir (Tablo 4.2). Bu analiz sonucunda 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm ve 0.5 mm esneme miktarları için her üç grubun istatistiksel olarak birbirlerinden çok anlamlı olarak farklı olduğu ( $p < 0.001$  tüm gruplar arasında) saptanmıştır. Bu farkların hangi lingual retainer tipleri arasında var olduğunu araştırmak için yapılan post hoc testleri sonucu Tablo 4.3’te verilmiştir.

**Tablo. 4.1** Grupların esneme miktarında kuvvet ölçümlerinin minimum, maksimum ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri

Esneme (mm)	Tel	N	Ortalama	Std. Sd.	Std. Hata	Ortalama için 95% Güvenlik Aralığı		Min	Maks
						Alt sınır	Üst Sınır		
0.1 mm	Orthoflex	10	3,2300	,48316	,15279	2,8844	3,5756	2,60	3,90
	Dead-soft	10	3,4900	,57822	,18285	3,0764	3,9036	2,60	4,40
	Coaxial	10	2,0000	,44222	,13984	1,6837	2,3163	1,30	2,70
	Total	30	2,9067	,82082	,14986	2,6002	3,2132	1,30	4,40
0.2 mm	Orthoflex	10	5,8100	1,00714	,31849	5,0895	6,5305	4,80	7,50
	Dead-soft	10	6,6900	1,11599	,35291	5,8917	7,4883	5,20	8,40
	Coaxial	10	3,6900	,40675	,12863	3,3990	3,9810	3,00	4,20
	Total	30	5,3967	1,54685	,28242	4,8191	5,9743	3,00	8,40
0.3 mm	Orthoflex	10	8,1400	1,25273	,39615	7,2439	9,0361	6,70	10,40
	Dead-soft	10	9,2500	1,24119	,39250	8,3621	10,1379	7,70	11,20
	Coaxial	10	5,5600	,69952	,22121	5,0596	6,0604	4,60	6,90
	Total	30	7,6500	1,89441	,34587	6,9426	8,3574	4,60	11,20
0.4 mm	Orthoflex	10	10,2300	1,30218	,41178	9,2985	11,1615	8,50	12,80
	Dead-soft	10	12,0800	1,37016	,43328	11,0998	13,0602	9,80	13,80
	Coaxial	10	7,4700	,64644	,20442	7,0076	7,9324	6,50	8,50
	Total	30	9,9267	2,22493	,40621	9,0959	10,7575	6,50	13,80
0.5 mm	Orthoflex	10	11,5500	1,16738	,36916	10,7149	12,3851	9,80	13,10
	Dead-soft	10	14,0300	1,52027	,48075	12,9425	15,1175	11,40	15,90
	Coaxial	10	9,1300	,87946	,27811	8,5009	9,7591	8,10	10,90
	Total	30	11,5700	2,34949	,42896	10,6927	12,4473	8,10	15,90

**Tablo.4.2** Her bir esneme miktarı için grupların kuvvet ölçümlerinin karşılaştırılmasındaki analiz sonuçları

Esname Miktarı		Toplam Kareler	Df	Ortalama Kare	F	P
0.1mm	Gruplar Arası	12,669	2	6,334	24,895	,000
	Grup İçi	6,870	27	,254		
	Toplam	19,539	29			
0.2mm	Gruplar Arası	47,563	2	23,781	29,418	,000
	Grup İçi	21,827	27	,808		
	Toplam	69,390	29			
0.3mm	Gruplar Arası	71,682	2	35,841	29,874	,000
	Grup İçi	32,393	27	1,200		
	Toplam	104,075	29			
0.4mm	Gruplar Arası	107,641	2	53,820	40,457	,000
	Grup İçi	35,918	27	1,330		
	Toplam	143,559	29			
0.5mm	Gruplar Arası	120,056	2	60,028	40,492	,000
	Grup İçi	40,027	27	1,482		
	Toplam	160,083	29			

Tablo 4.3 ve Şekil 4.2 incelendiğinde; 0.1 mm esneme miktarında Ortho-flex ile Coaxial retainer tel grupları ( $p = 0.000$ ) ve Dead-soft ile Coaxial retainer tel grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların ( $p = 0.000$ ) olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde 0.2 mm ve 0.3 mm esneme miktarında Coaxial tel grubu ile Ortho-flex ve Dead-soft tel gruplarının her ikisi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar ( $p = 0.000$ ) bulunmuştur. 0.4 ve 0.5 mm'lik esneme miktarlarında tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlenmiştir (Tablo 4.3 ve Şekil 4.2).

**Tablo. 4.3** Gruplarda esneme miktarına göre elde edilen ortalama kuvvet miktarlarının Post Hoc (Tukey) testi ile karşılaştırılması

Esneleme miktarı	(I) TEL	(J) TEL	Ortalama Fark (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven Aralığı	
0.1 mm	Orthoflex	Dead-soft	-,26000	,22559	,491	-,8193	,2993
		Coaxial	1,23000*	,22559	<b>,000</b>	,6707	1,7893
	Dead-soft	Ortho-flex	,26000	,22559	,491	-,2993	,8193
		Coaxial	1,49000*	,22559	<b>,000</b>	,9307	2,0493
	Coaxial	Ortho-flex	-1,23000*	,22559	<b>,000</b>	-1,7893	-,6707
		Dead-soft	-1,49000*	,22559	<b>,000</b>	-2,0493	-,9307
0.2 mm	Orthoflex	Dead-soft	-,88000	,40210	,091	-1,8770	,1170
		Coaxial	2,12000*	,40210	<b>,000</b>	1,1230	3,1170
	Dead-soft	Ortho-flex	,88000	,40210	,091	-,1170	1,8770
		Coaxial	3,00000*	,40210	<b>,000</b>	2,0030	3,9970
	Coaxial	Ortho-flex	-2,12000*	,40210	<b>,000</b>	-3,1170	-1,1230
		Dead-soft	-3,00000*	,40210	<b>,000</b>	-3,9970	-2,0030
0.3 mm	Orthoflex	Dead-soft	-1,11000	,48985	,078	-2,3245	,1045
		Coaxial	2,58000*	,48985	<b>,000</b>	1,3655	3,7945
	Dead-soft	Ortho-flex	1,11000	,48985	,078	-,1045	2,3245
		Coaxial	3,69000*	,48985	<b>,000</b>	2,4755	4,9045
	Coaxial	Ortho-flex	-2,58000*	,48985	<b>,000</b>	-3,7945	-1,3655
		Dead-soft	-3,69000*	,48985	<b>,000</b>	-4,9045	-2,4755
0.4 mm	Orthoflex	Dead-soft	-1,85000*	,51581	<b>,004</b>	-3,1289	-,5711
		Coaxial	2,76000*	,51581	<b>,000</b>	1,4811	4,0389
	Dead-soft	Ortho-flex	1,85000*	,51581	<b>,004</b>	,5711	3,1289
		Coaxial	4,61000*	,51581	<b>,000</b>	3,3311	5,8889
	Coaxial	Ortho-flex	-2,76000*	,51581	<b>,000</b>	-4,0389	-1,4811
		Dead-soft	-4,61000*	,51581	<b>,000</b>	-5,8889	-3,3311
0.5 mm	Orthoflex	Dead-soft	-2,48000*	,54451	<b>,000</b>	-3,8301	-1,1299
		Coaxial	2,42000*	,54451	<b>,000</b>	1,0699	3,7701
	Dead-soft	Ortho-flex	2,48000*	,54451	<b>,000</b>	1,1299	3,8301
		Coaxial	4,90000*	,54451	<b>,000</b>	3,5499	6,2501
	Coaxial	Ortho-flex	-2,42000*	,54451	<b>,000</b>	-3,7701	-1,0699
		Dead-soft	-4,90000*	,54451	<b>,000</b>	-6,2501	-3,5499

Esneleme miktarı		Retainer Tipi	
		Dead-soft	Coaxial
0.1 mm	Ortho-flex		X
	Dead-soft		X
0.2 mm	Ortho-flex		X
	Dead-soft		X
0.3 mm	Ortho-flex		X
	Dead-soft		X
0.4 mm	Ortho-flex	X	X
	Dead-soft		X
0.5 mm	Ortho-flex	X	X
	Dead-soft		X

**Şekil 4.2.** Esneleme miktarlarına göre gruplar arasındaki anlamlı farklar. İki grubun kesiştiği alanın işaretlenmiş olması o iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğunu göstermektedir.

Grup ayırımı yapılmaksızın sadece esneleme miktarlarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında tüm esneleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $p = 0.000$ ) farkların olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.4).

Benzer şekilde esneleme miktarlarında ayırım yapılmaksızın sadece her bir lingual retainer teli için ortalama kuvvet değerleri karşılaştırıldığında her üç grup arasında da istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.5).

**Tablo. 4.4** Grup ayırımı yapılmaksızın esneme miktarına göre elde edilen ortalama kuvvet miktarlarının Post Hoc (Tukey) testi ile karşılaştırılması

(I)Esneme Miktarı	(J) Esneme Miktarı	Ortalama fark (I-J)	Std. Hata	P	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
					Alt sınır	Üst Sınır
0.1 mm	0.2 mm	-2,490*	,122	,000	-2,864	-2,116*
	0.3 mm	-4,743*	,158	,000	-5,227	-4,260*
	0.4 mm	-7,020*	,172	,000	-7,547	-6,493*
	0.5 mm	-8,663*	,189	,000	-9,242	-8,084*
0.2 mm	0.1 mm	2,490*	,122	,000	2,116	2,864*
	0.3 mm	-2,253*	,070	,000	-2,467	-2,040*
	0.4 mm	-4,530*	,101	,000	-4,838	-4,222*
	0.5 mm	-6,173*	,143	,000	-6,612	-5,735*
0.3 mm	0.1 mm	4,743*	,158	,000	4,260	5,227*
	0.2 mm	2,253*	,070	,000	2,040	2,467*
	0.4 mm	-2,277*	,088	,000	-2,545	-2,008*
	0.5 mm	-3,920*	,136	,000	-4,337	-3,503*
0.4 mm	0.1 mm	7,020*	,172	,000	6,493	7,547*
	0.2 mm	4,530*	,101	,000	4,222	4,838*
	0.3 mm	2,277*	,088	,000	2,008	2,545*
	0.5 mm	-1,643*	,087	,000	-1,909	-1,378*
0.5 mm	0.1 mm	8,663*	,189	,000	8,084	9,242*
	0.2 mm	6,173*	,143	,000	5,735	6,612*
	0.3 mm	3,920*	,136	,000	3,503	4,337*
	0.4 mm	1,643*	,087	,000	1,378	1,909*

**Tablo.4.5** Tüm esneme miktarları bir arada değerlendirildiğinde lingual retainer tiplerinin ortalama kuvvet miktarlarının Post Hoc (Tukey) testi ile karşılaştırılması

(I) TEL	(J) TEL	Ortalama Fark (I-J)	Std. Hata	Sig. <sup>b</sup>	Ortalama için Güvenlik Aralığı	95%
Orthoflex	Dead-soft	-1,316*	,401	,009	-2,340	-,292*
	Coaxial	2,222*	,401	,000	1,198	3,246*
Dead-soft	Orthoflex	1,316*	,401	,009	,292	2,340*
	Coaxial	3,538*	,401	,000	2,514	4,562*
Coaxial	Orthoflex	-2,222*	,401	,000	-3,246	-1,198*
	Dead-soft	-3,538*	,401	,000	-4,562	-2,514*

#### 4.2. Deformasyon Tipi

Testler sonrası yapılan incelemeler sonucunda örneklerin büyük bir bölümünde (%53,3) plastik deformasyonlar gözlenmiştir. En fazla plastik deformasyon gösteren retainer teli grup içi % 80 oran ile Dead-soft tel olmuştur. Bunu %60 ile Ortho-flex tel takip etmiştir. Diğer bir ifadeyle 0.5 mm esneme miktarı sonucunda Dead-soft ve Ortho-flex tel gruplarında çoğunlukla kalıcı deformasyonların olduğu belirlenmiştir. Coaxial tel grubunda görülen deformasyon çoğunlukla elastik olduğu gözlenmiştir (%80). Deformasyon tiplerinin gruplar arasında karşılaştırılmasında ise Ki-kare ve Çoklu Oran testi kullanılmış ve gruplar arası anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4.7) ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.6** Çalışmada kullanılan sabit retainer tellerinin esneme testi sonrası deformasyon tipleri ve gruplar arasındaki farkın istatistik (P) değeri

Tel	N	Deformasyon Tipi		P
		Elastik Deformasyon	Plastik deformasyon	
Coaxial	10	8	2	,024
Dead-soft	10	2	8	
Ortho-flex	10	4	6	
Toplam	30	14	16	

**Tablo 4.7** Sabit retainer tellerinde oluşan deformasyon tipinin gruplar arasında Çoklu Oran Testi ile karşılaştırılması

		GRUP			Toplam
		Coaxial	Dead-soft	Ortho-flex	
Deformasyon	Elastik	8 <sub>a</sub>	2 <sub>b</sub>	4 <sub>a, b</sub>	14
	Plastik	2 <sub>a</sub>	8 <sub>b</sub>	6 <sub>a, b</sub>	16
Toplam		10	10	10	30

‘Farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade eder.’



## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Amacın Tartışılması

Ortodontik tedavide retansiyonun yeri hala tartışmalı bir konudur. Literatüre bakıldığında retansiyon dönemine ihtiyaç duymayanlar ile ömür boyu retansiyonu tercih edenlere kadar çok geniş bir yelpaze ile karşılaşılacaktır. Uygulanacak retansiyon tipi ve süresi ile ilgili çok farklı görüşler ortaya atılmıştır. Tedavi sonrasında elde edilen sonuçların kalıcılığını sağlamak, ortodontistler için büyük bir problemdir. Elde etmesi oldukça uzun sürebilen tedavi sonuçlarının kalıcılığı problem olabilmekte, aktif retansiyon süreci sonrasında hafiften şiddetliye farklı miktarlarda dişsel düzensizliklerle karşılaşılabilir.<sup>140</sup> Bu durumu önlemek için değişik tipte hareketli veya sabit retansiyon aparatları kullanılmaktadır. Günümüzde ise, alt anterior bölgede retansiyon aparatı olarak sabit lingual retainer sıklıkla tercih edilmektedir. Klinik başarısı yüksek olan retainer tellerinin ve yöntemlerinin kullanılması hem hasta hem klinisyen açısından oldukça önemlidir.

Sabit retansiyon aparatlarının ağız içerisinde maruz kaldıkları karmaşık kuvvetler ile deformasyonları sonucunda, klinik olarak istenmeyen diş hareketleri meydana gelebilmektedir. Tedavi sonrası çapraşıklığın artması, sabit retansiyon aparatlarının bağ başarısızlıklarıyla ileri düzeyde ilişkilidir, ancak hastaların %3-5'inde, retainer telleri sağlam olmasına rağmen mandibular anterior dişlerde tedavi sonrası beklenmedik değişiklikler bildirilmiştir.<sup>15</sup> Sabit lingual retainer telleri, diş yüzeyi boyunca pasif olarak hazırlanıp yapılandırıldığından bu değişiklikler genellikle debonding sonrasında kısa vadede gözlenmemektedir. Sabit lingual retansiyon aparatlarının ağızdaki işlevi sırasında meydana gelen deformasyon veya tedavi sonrası dişlerin hareket etmeye eğilimi olası nedenler olarak düşünülmektedir.<sup>105</sup> Ortaya çıkan değişiklikler spesifik klinik bir patern göstermekte ve tedavi öncesi maloklüzyonla açıklanamamaktadır. İki komşu kesici diş arasındaki tork farklılıkları, artan bukkal veya lingual eğim ve mandibular kaninin hareketi spesifik olarak daha çok gözlemlenmiştir. Bu değişikliklerin kesin nedeni bilinmemektedir. Başlangıçta, klinisyenin neden olduğu veya çiğneme kuvvetlerinden kaynaklanan mekanik bir deformasyon sonucu telin aktif bir bileşenin muhtemelen bu hareketlere neden olabileceği öne sürülmüştür.<sup>15, 108</sup> Üretim sürecinden veya çiğneme kuvvetlerinden kaynaklanan mekanik deformasyon nedeniyle retainer telinde tork momentleri de mevcut olabilmektedir. Bu da deforme

retainer tellerinin dişlerde şiddetli labiolingual devrilme potansiyeline sahip olduğunu doğrulayabilmektedir.<sup>15, 108, 141</sup>

Sabit lingual retainer telleri deforme veya kopma olmadan dişlerin fizyolojik hareketine izin verecek kadar esnek olmalıdır.<sup>102</sup> Klinik olarak, retainer telinin sertliği, malzemenin elastiklik modülünden, kalınlığından ve kesit şeklinden etkilenmektedir. Farklı retainer tellerine, kuvvet uygulanmasının ardından meydana gelen deformasyonlar arasında farklar mevcuttur. Elastisite modülü veya yük sapma oranı (LDR), tellerin yapısını ve esnekliğini belirlemek için kullanılan alaşım özelliğidir.<sup>142</sup> LDR, birim deformasyon için gereken kuvvet yükleme miktarıdır. LDR değeri çok yüksek olan teller dişlere aşırı kuvvet uygular ve diş hareketi ile dayanıklılıkları hızla azalır.<sup>143</sup>

Beklenmeyen diş hareketlerinden belirli tipteki retainer tellerinin sorumlu olup olmadığı konusunda daha fazla bilgi edinmek için bu tellerin mekanik özelliklerinin araştırılması gerekmektedir. Daha önceki çalışmalar genellikle birim deformasyon için gerekli kuvvetin büyüklüğünü değil, bağ koparma kuvvetinin neden olduğu sapma miktarını değerlendirmişlerdir.<sup>114, 144</sup> Bu nedenle bu çalışmanın amacı, farklı yapısal özelliklere sahip üç lingual retainer sisteminde fizyolojik hareket limitleri içerisinde meydana gelen teldeki esneme/kuvvet miktarlarını ve bu kuvvetlerin ortaya çıkardığı deformasyon (elastik, plastik) durumlarının in vitro olarak karşılaştırılarak incelenmesidir.

## **5.2. Materyal ve Metodun Tartışılması**

Bu çalışmadaki amacımız; kullanılan retainer tellerinin kuvvetler karşısındaki mekanik özelliklerini değerlendirmek olduğundan in vitro çalışma sırasında ağız içerisinde sisteme etki edebilecek değişken faktörler elimine edilmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla daha önceden herhangi bir kuvvete maruz kalmadan, teller deforme olmadan, kompozitler aşınmadan laboratuvar ortamında tüm numunelerin aynı şartlarda esneme miktarı/kuvvete ilişkileri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada insan dişleri yerine yapay dişler kullanılmıştır, çünkü bunlar standart ölçü ve şekle sahiptir. Yapay diş kullanılmasında karşılaşılabileceğimiz en büyük sorun bağlanma ile ilgili problemler olabileceği düşünülmüştür. Ancak gerçekleştirdiğimiz test serilerinin hiçbirinde bağ koparmaya yönelik kuvvet uygulanmamıştır.

Mandibular köpek-köpek sabit lingual retainer için mevcut altın standart, esas olarak ön altı dişin her birine telin bağlanmasını içerir, çünkü retainer sadece kaninlere

yapıştırılırsa bazen hafif bir kesici diş nüksü meydana gelebilir.<sup>19, 105</sup> Alt arkta köpek dişi ve kesici dişlerin tamamına yapıştırılan lingual retainer telleri sadece köpek dişlerine yapıştırılan tiplere göre daha etkili olsa da kopma (bondun dişten ve telden ayrılması) meydana geldiğinde anlaşılması daha zor olabilmektedir. Ayrıca bu sistemlerin kesici dişlerde tork farklılıkları, kanin dişlerin bukkal inklinasyonu, periodontal dokularda ve kemikte hasar gibi zararlı etkileri rapor edilmiştir.<sup>108</sup> Her retainer telinin farklı avantaj ve dezavantajları olup hangisinin uygulanacağı klinisyenlerin tercihinde kalmıştır. Sabit lingual retansiyon aparatlarının ağızda uzun süre tutulması amaçlandığından, başarı oranı arttırılmaya çalışılmaktadır. Sabit retansiyon aparatlarında telin gevşemesi, kompozit içerisindeki telin deformasyonundan kaynaklanan çatlaklardan kaynaklanabilmektedir.<sup>145</sup> Bu nedenle, tel seçimi, sabit retansiyon aparatlarının başarısını en üst düzeye çıkarmak için önemli olabilmektedir.

Sabit retansiyon aparatları üzerine yapılan bir sistematik derlemede geçirilmedi çok sarımlı retainer tellerin sabit retansiyon için altın standart olduğu rapor edilmiştir.<sup>146</sup> Çok sarımlı teller, yuvarlak veya dikdörtgen bir enine kesit sağlamak için birbirlerinin etrafına sarılmış belirli sayıda ince tellerden oluşmaktadır. Sabit retainer tellerinin kapsamlı gözden geçirilmesinden bu yana çağdaş uygulama, altı alt ön dişe bağlanan daha küçük çaplı esnek çok sarımlı paslanmaz çelik tellerin kullanımına doğru evrilmiştir.<sup>102</sup> Daha esnek tel kullanmak, dişlerin fizyolojik hareketine, özellikle de periodontal problemleri olan olgularda, izin vermesinden ötürü yaygınlaşmıştır. Dikdörtgen kesitli örgülü tellerin kullanımı, yuvarlak kesitli teller kadar yaygın olarak rapor edilmemiştir. Ek olarak, telin daha gingival olarak konumlandırılması, diş boyutu, morfolojisi ve gingival konturdan etkilenmesi sabit retainer tellerinin esnekliğini artırabilir.<sup>147</sup> Mekanik özelliklerine gelince, çok sarımlı teller, sert paslanmaz çelik tellerle karşılaştırıldığında yüksek depolanmış enerjiye (esneklik modülü) sahiptir. Bu durum daha uzun süre içinde daha düşük kuvvetler ürettikleri anlamına gelir. Yüksek geri yaylanma (springback) ve düşük sertliğe sahiptirler. Ancak yüksek sertlik deformasyona direnç göstermede avantajlıdır.<sup>145, 148</sup> Ayrıca, sert paslanmaz çelik teller burulmaya (torsion) daha dirençlidir. Kalınlık arttıkça geri yaylanmanın azaldığı geleneksel paslanmaz çelik tellerin aksine, çok sarımlı teller, enine kesit boyutundan sert tellerle aynı ölçüde etkilenmeyen geri esneme özelliklerine sahiptir.<sup>148</sup> Literatürde çok sarımlı paslanmaz çelik telden üretilen tellerin kullanılmasını öneren çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bazı araştırmacılar çapı 0.0215 in olan retainer tellerini tercih ederken, 0.0175 in tellerin kullanıldığını rapor eden çalışmalar da vardır. <sup>22, 102</sup> Bununla birlikte, çok sarımlı telin klinik olarak en etkili çapı konusunda bir fikir birliği oluşmamıştır. <sup>144</sup>

Dead-soft (ölü-yumuşak) telin özelliği ağız içinde kolayca Şekil verilebilmesine olanak sağladığı için laboratuvar aşamasını ortadan kaldırılıp klinikte doğrudan hasta ağzında kolayca uyumlanmasıdır. Bu durumun laboratuvar aşamasını ortadan kaldırdığı için, zaman kazanma açısından hekime kolaylık sağladığı ifade edilebilmektedir. Üretici firmalar Dead-soft tellerin, çok sarımlı paslanmaz elik tellere göre daha kolay uyumlanabilme özelliği olduğunu ve aktif kuvvete bağlı oluşan istenmeyen diş hareket miktarını azalttığını iddia etmektedir. Bu tellerin esneklik ve spring-back özelliğine sahip oldukları ifade edilmekte ve lingual retainer yapımında kullanılmaları üretici firmalar tarafından tavsiye edilmektedir. Fakat literatürde bu tellerin başarısının değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Reliance Orthodontic Products, Inc., sağlam bir zincirden yapılan ve ön dişlerin lingual yüzeylerine hafif bir Şekilde light cure adeziv ile bağlanabilen bir sabit retainer sistemi Ortho-Flextech <sup>TM</sup> zincirini tanıtmıştır. Bu retainer telinin bağlanması, hasta başındaki süreyi azaltarak ve laboratuvar maliyetlerini ortadan kaldırarak hızlı ve kolay uygulandığı iddia edilmektedir. <sup>114</sup>

Biz de çalışmamızda üç çeşit lingual retainer telininin laboratuvar testlerini gerçekleştirip test sonuçlarını istatikselsel olarak karşılaştırmayı amaçladık. Aynı zamanda üç retansiyon materyalinin elastikiyetini ve deformasyon tipini (elastik, plastik) değerlendirmek istedik. Bu bağlamda telin fizyolojik diş hareket sınırları içerisinde esneyebileceği miktarı belirleyerek bir çekme testi gerçekleştirdik. Çalışmamızda rutin olarak kullanılan 0,0175-in 6-sarımlı ortak eksenli (Coaxial) paslanmaz elik tel ile beraber, 0.038 × 0.016 in paslanmaz elik zincir tel (Ortho-flex) ve 0.016 × 0.022 in dead-wire (Dead-soft) sekiz örgülü paslanmaz elik tel kullanmayı tercih ettik.

Sabit retansiyon apareylerinin yapıştırılmasında çeşitli yapıştırıcı ajanlar kullanılmaktadır. Transbond LR, lingual tutucular için özel olarak üretilmiş, ışıkla sertleşen bir kompozittir. <sup>21</sup> Bu çalışmada, retainer telleri insan dişleri yerine plastik alt kesici dişlerle oluşturulan ark Şeklindeki alt çene modelleri üzerine yapıştırılmıştır. Bağlanma alanı her bir örnek için aynı bondlama yüzeyi olacak Şekilde standarize edilmiştir. Bu standardizasyon işlemindeki amaç tüm örneklerde dişlerin lingual

yüzeylerindeki yapıştırma alanları arasında kalan tel boyunun aynı olmasını sağlayarak boyut farklılığından doğabilecek olan spring back (elastik sınırlarda esneme) ve sertlik miktarlarının örnekler arasında aşırı derecede farklılaşmasının önüne geçmekti.

Sifakakis ve arkadaşları, dört lingual retainer tel (0,0215 inç Penta-one, ısıl işlem görmüş 0,0215 inç Penta-one , ısıl işlem görmüş Wildcat ve 0,0195 inç üç sarımlı Twist-flex) ile retainer telinin vertikal ve horizontal düzlemlerde yer değiştirmesine bağlı oluşabilecek kuvvetleri değerlendirmişlerdir. 0,2 mm intrüzyon-ekstrüzyon ve bukkal-lingual hareketler sırasında 1 Newton'u aşan kuvvetler oluşturduğunu ve bu kuvvetlerin retansiyon sırasında istenmeyen diş hareketi oluşturacak kadar büyük olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>149</sup> Çalışmamızda incelemekte olduğumuz üç çeşit lingual retainer telin yatay olarak toplam 0.5 mm esnemesi için gereken kuvvetleri değerlendirdik. Sifakakis ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, ortodontik hareketlerin ve kuvvetlerin taklit edilmesi için özel olarak hazırlanmış olan OMSS (Orthodontic Measurement and Simulation System) adlı bir sistem kullanmışlardır. Böyle bir sistemi kurmanın zaman ve maliyet açısından oluşturduğu zorluklar sebebiyle bu testi gerçekleştirmek üzere çalışmamızın bu aşamasında OMSS yerine LLOYD Instron evrensel test cihazını kullandık. Yatay yönde çekme testi gerçekleştirildi ancak cihaz ucunun yetersizliği nedeniyle komşu bir diş eksiltiyle kuvvet uygulanan retainer telinin uzunluğu artırılmıştır. Bu durum çalışmamızın eksik yönlerindedir çünkü uzunluk arttıkça aynı esneme miktarı için uygulanan kuvvet azalacaktır. Ancak tüm örneklerde bütün teller için aynı durum geçerli olduğundan bu gruplar arası karşılaştırma için negatif bir etki oluşturmamaktadır. Ayrıca bu çalışmada periodontal ligament ve fizyolojik diş mobilitesini simüle etmek için tüm dişlerin kök yüzeyleri bir kat silikon esaslı elastomerik ölçü materyali ile kaplanmıştır. Buradaki amaç lingual retainer sisteminin yapıştırıldığı tüm dişlerin fizyolojik diş hareketine benzer şekilde diş soketi içerisinde hareket etmesini sağlamak böylece tüm sistemin esnemesiyle ağız içerisinde oluşan gerçek durumu mümkün olduğunca taklit etmektir. Tüm dişlerin hiç esnememesi durumunda sadece kuvvetin uygulandığı bölgedeki telin esnemesi yalnızca o bölgedeki lingual retainer telinin esnekliğini saptamaya yarayacağı için gerçek sistemle bir benzerlik göstermeyecek ve klinik yorumlamaları geçersiz kılacaktır.

### 5.3. Bulguların Tartışılması

Retansiyon döneminde sabit lingual retainer sistemlerinin periodontal dokuların yeniden düzenlenmesini ve büyümeye bağlı değişiklikleri en aza indirmesini sağlaması amaçlanmaktadır. Bu retainer sistemleri dişlerin yeni konumunda nöromusküler adaptasyona izin verir ve dişleri stabil pozisyonlarda tutar.<sup>73</sup> Retansiyonda kullanılacak materyalin dişlerin fizyolojik hareketlerine izin vermesi gerektiği bilinen bir gerçektir. Bu durum, periodontal sağlığın sürdürülmesi için önemlidir. Dolayısıyla kullanılan materyalin belirli oranlarda elastik davranış sergilemesi gerekmektedir.<sup>112</sup> Çekme testi ile malzemelerin esnekliği, mukavemeti, ve sertliği belirlenebilmektedir.<sup>150</sup> Telleri seçerken, sertliğin genellikle kalınlıkla arttığı bilindiğinden, benzer kalınlıktaki farklı telleri karşılaştırmanın daha ilginç olduğu düşünülmüştür.<sup>102</sup> Farklı retainer tellerinden büyük boyutta ve daha az esnek olan telde daha fazla başarısızlık yaşanmıştır.<sup>151</sup> Zachrisson, daha kalın tellerin daha sert olmalarından dolayı daha ince tellere göre daha fazla bağlanma başarısızlığı gösterdiğini rapor etmiştir ve retainer tellerinin fizyolojik diş hareketine izin veren boyutlarda ve esneklikte olmasının, ağız içinde oluşan kuvvetlerin etkisiyle kompozit içinde oluşan stres konsantrasyonunu azalttığını söylemiştir.<sup>125</sup> Dahl ve Zachrisson yaptıkları çalışmada 3 sarımlı tele göre 5 sarımlı telde görülen daha yüksek başarının, daha esnek olmasından kaynaklandığını söylemişlerdir.<sup>107</sup> Baysal ve arkadaşları Dead-soft retainer tellerinde daha fazla deformasyon meydana geldiğini ve Dead-soft tellerde kırılma oluştuğunu rapor etmişlerdir. Daha kolay deforme olan tellerin kırılmaya daha yatkın olduğunu söylemişlerdir.<sup>152</sup> Çalışmamızda Dead-soft tellerde kalıcı deformasyon olduğu gözlenmiştir. Çalışmamız sonucunda üç lingual retainer teli için strese karşı uzama eğrisi elde edilmiştir ve teller arasında anlamlı farklar bulunmuştur. Elastikiyetleri kıyaslarsak; en elastik davranış gösteren 0.0175 inç Coaxial tel olmuştur. Bunu Ortho-flex takip etmekte ve teller arasında en sert olanı Dead-soft teldi. Tellerin elastikiyetleri kopma dayanımlarıyla ters orantılıdır. Bu durum bağlanma başarısızlıklarının en fazla Dead-soft telde olabileceğini göstermektedir.

Retainer telinin tipi ve yapısı, yapıştırılmasında kullanılan kompozit tipi ve retainer konumu (maksilla veya mandibula) lingual retainer tellerinin sağ kalım ve başarısını etkileyen en etkili faktörler arasındadır.<sup>153</sup> Sabit retainer sisteminin bağlanma gücü ile ilgili mevcut in vitro çalışmalara göre retainer tellerinin dişten ayrılması genellikle tel ve kompozitin arayüzünde meydana gelen koheziv bir kopma türüdür.<sup>131,</sup>

<sup>154</sup> Tel/kompozit ara yüzeyindeki başarısızlık iki ana faktöre bağlanmaktadır. Bunlar diş fırçalama ve çiğneme sırasında adezivlerin incilmesi ve zayıflaması, fizyolojik diş hareketi sürecinde üstteki ve alttaki adezivler arasındaki retainer telinin hareketi nedeniyle iç çatlakların yayılmasıdır.<sup>153</sup> Bunun ardından ortaya çıkan soru, klinik koşullar altında ağız içerisinde yer alan bir lingual retainer sisteminin hangi kuvvetlere dayanması gerektiğidir. Literatür, klinik olarak kabul edilebilir bir bağ kopma kuvveti hakkında veri sağlamamaktadır.<sup>155, 156</sup> Ortodontik braketler üzerine yapılan önceki çalışmalar, normal oral kuvvetler 3 ile 18 N arasında iken, ortodontik kuvvetlere dayanmak için 6-8 MPa'lık bir bağlanma kuvvetinin yeterli olduğunu göstermiştir. Sabit retainer tellerinin aynı ölçüde oral kuvvetlere tabi olmayacağı varsayılabilirse de yapıştırılmış retainer telleri ile ilgili olarak klinik olarak kabul edilebilir minimum bağlanma kuvveti hakkında çok az bilgi mevcuttur.<sup>157, 158</sup> Schulz ve arkadaşlarına göre, ortodontik bağlar 0,5–4 N' ye dayanabilmelidir.<sup>159</sup> Bizim çalışmamızla benzer tellerin kullanıldığı bir çalışmada 0.016 × 0.022-inç Dead-soft tel için 55.57 N, 0.0195-inç sarımlı tel için 72.08 N, 0.0175-inç ortak eksenli tel için 55.92 N ve 0.038 × 0.016-inç Ortho-flex tel için 64.88 N bağ kopma (bond strength) kuvvetleri bulunmuştur. Dikdörtgen kesitli retainer tellerinin bağlanma kuvvetleri yuvarlak kesitli retainer tellerine benzer çıkmıştır.<sup>160</sup> Reynolds ve arkadaşları, yatay ve dikey yönde uygulanan kuvvetleri karşılaştırıldığında en yüksek bağ koma kuvvetinin dikey yönde olduğunu bulmuşlardır.<sup>157</sup> Çalışmamızda 0.5 mm deformasyon için Dead-soft telde 14.03 N, 0.0175 inç Coaxial telde 9.13 N ve Ortho-flex telde 11.55 N yatay kuvvet oluştuğu ve 3 tel esnekliği arasında anlamlı farkların olduğu bulunmuştur. Çalışmamızdaki test dizaynı ve test teknikleri literatürdeki çalışmalarla önemli farklılıklar içerdiği için bu çalışma sonuçları ile benzer çalışmaların sonuçları arasında doğrudan karşılaştırma yapmak oldukça güç bir hale gelmektedir. Ayrıca zorlama ile yapılacak karşılaştırmaların da anlamlı yargılara varılmasını temin etmeyeceği düşünülmektedir.

Sabit lingual retainer apareylerinin başarısı, başta telin çapı ve esnekliği, çok sarımlı tellerde tel sayısı ve kompozit ile bağlanma kuvveti olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Esnek teller, kompozit içindeki stres konsantrasyonunu azaltır, böylece bağ başarısızlıklarını en aza indirir. Bununla birlikte, manipülasyon sırasında telde oluşabilecek elastik deformasyon ve çiğneme kuvvetlerinden kaynaklanan mekanik deformasyon, istenmeyen diş hareketlerine yol açabilir.<sup>21</sup> Daha önce de ifade edildiği

gibi, Sifakakis ve arkadaşları, dört tip lingual retainer sisteminde Penta-one (0,0215 inç), ısıl işlem görmüş Penta-one (0,0215 inç), ısıl işlem görmüş Wildcat 0,0195 inç üç sarımlı Twist-flex telin vertikal ve horizontal düzlemlerde yer değiştirmesine bağlı oluşabilecek kuvvetleri değerlendirmişlerdir. Çalışmaları sonucunda tellerin ortalama değerlerindeki farklılıkların kesin bir klinik etkiye sahip olmayabileceğini ve üretilen kuvvetlerin ana belirleyicisinin teldeki yer değiştirme miktarı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca telin 0,2 mm yer değiştirmesinin dikey ekseninde 1 N ve yatay ekseninde yaklaşık 1,5 N kuvvet oluşturduğunu göstermişlerdir. Bu kuvvetlerin de retansiyon sırasında istenmeyen diş hareketi oluşturacak kadar büyük olduğunu rapor etmişlerdir. Yatay düzlemde oluşan kuvvetler, dikey düzlemdekilere kıyasla her zaman daha yüksek bulunmuştur.<sup>149</sup> Çalışmamızda kullandığımız tellerin bukko-lingual yönde 0.2 mm'lik esnemesi sırasında oluşan kuvvetler sırasıyla 0.0175 inç Coaxial için 3.69 N , Ortho-flex için 5.81 N ve Dead soft için 6.69 N olarak saptanmıştır. Öte yandan, erkek hastaların maksimum ısırma kuvveti kesici dişlerde 250 N olabilirken, ısırma sürecinde kesici dişlere uygulanan bu kuvvetin sadece 113 N olan miktarının retainer tellerinin mekanik deformasyonuna neden olabileceği rapor edilmiştir.<sup>161</sup> Bu kuvvetler bizim bulduğumuz kuvvetlerden çok fazladır ve aynı zamanda lingual retainer telinde kalıcı deformasyon oluşturabilecek kadar yüksektir. Bu durum yani lingual retainer telinde oluşan kalıcı deformasyonların ağız içerisinde istenmeyen diş hareketleri meydana getirebilmektedir.

Fizyolojik diş hareketliliği esas olarak periodontal dokuların visko-elastik özelliklerine, destekleyici alveolar kemik miktarı ve periodontal ligamentin genişliği gibi çeşitli bireysel anatomik özelliklere bağlı olduğu görülmektedir. Köklerin sayısı, şekli ve uzunluğu gibi diğer faktörlerin yanı sıra dişin kendisinin esnekliği de dikkate alınmalıdır. Genel olarak, diş kronunun yer değiştirmesinin, uygulanan ısırma kuvvetinin büyüklüğüyle doğrudan ilişkili olduğu, ancak doğrusal olmadığı gösterilmiştir.<sup>162</sup> 1.5 N kuvvet altında mandibular yan kesici dişin fizyolojik diş hareketlilik değerleri yatay yönde 0.06 mm ve dikey yönde 0.02 mm'dir.<sup>163</sup> Çalışmamızda kullandığımız Ortho-flex retainer ve 0.0175 inç Coaxial retainer tellerinin 0.06 mm esnemesi için yaklaşık olarak 1.5 N uygulanmıştır. Bu iki tel fizyolojik diş hareketi için gerekli olan esnekliği gösterebilmektedir. Dead-soft retainer teli daha az elastikiyet göstermiştir. 0.0175 inç Coaxial tel için sadece iki numunede 0.1 mm hareket sırasında 1.5 N ölçülmüştür. Tork momentleri, üretim sürecinden veya çiğneme kuvvetlerinden kaynaklanan mekanik

deformasyon nedeniyle retainer teli içinde de mevcut olabilir.<sup>15, 108</sup> Sifakakis ve arkadaşları, , mandibular ön segmenti sitimüle eden bir in vitro diş modelinde bir köpek dişine intrüzyon kuvvetleri uyguladıktan sonra sabit bir retainer sistemindeki residual gerilmelere bakmışlardır. Sabit retainer tellerinin in vitro dikey kuvvet uygulanıp ortadan kaldırılmasından sonra bile pasif olmadığını bulmuşlardır. Özellikle yüksek derecede şekillendirilebilirlik /düşük akma dayanıklılığı olan ark tellerinde geçerliydi ve bu nedenle residual gerilmelerin, sabit retainer sistemine bağlı dişlerin beklenmedik hareketlerini açıklayabileceği sonucuna varmışlardır. Çalışmamızda karşılaştırdığımız teller arasında bu durum en fazla Dead-soft teli için geçerlidir. Sifakakis ve arkadaşları, sabit retainer teli olarak yüksek burulma ve bükülme sertliğine sahip ark tellerinin kullanılmasını önermişlerdir.<sup>141</sup>

Malzemeye kuvvet uygulanması ile meydana gelen şekil değişimi kuvvetin kaldırılması ile ortadan kayboluyorsa (malzeme eski haline dönüyorsa), malzeme elastik deformasyona uğramıştır. Ancak kuvvet kaldırılmasına rağmen malzeme eski haline dönmezse bu da plastik deformasyon olarak adlandırılmaktadır. Retansiyon tellerinde meydana deformasyonların istenmeyen diş hareketlerine sebep olabilecek kuvvetler ürettiğinden daha önce bahsedilmiştir. Çalışmamızın sonucuna göre kuvvetler karşısında en fazla deformasyon gösteren tel dead-soft retainer telidir. Bu sebeple dead-soft telde daha kolay kopma olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca bu telin daha fazla istenmeyen diş hareketlerine sebep olabileceği sonucuna varılmıştır. Plastik deformasyonların hangi esneme seviyesinde ne kadar kuvvet oluşumuna neden olarak meydana geldiği test düzeneğinin imkan vermemesi sebebiyle belirlenememiştir.

Daha önce de ifade edildiği gibi araştırma protokollerinin çalışmalar arasında farklılık göstermesi ve bu nedenle sonuçların birbirleriyle karşılaştırılması zor olmaktadır. Çalışmamızın amacı dişlerin fizyolojik hareketleri sırasında meydana gelen teldeki esneme/kuvvet miktarlarını belirlemek ve bu kuvvetlerin tellerde deformasyonlara sebep olup istenmeyen diş hareketi oluşturabileceği ile ilgili bir fikir edinmektir. Çalışmamız sonucunda 0.0175 Coaxial ve Ortho-flex tellerin 0.5 mm'lik deformasyonlarının kalıcı olarak meydana gelmediği bulunmuştur. Bu Dead-soft tele karşı onları istenmeyen diş hareketini önleme konusunda daha güvenilir kılmaktadır. Karşılaştırılan 3 telde esneme durumlarında ortaya çıkan kuvvetler ağız içerisinde meydana gelebilecek kadar küçüktür. Bu bizim kuvvet uyguladığımız telin serbest

kısının uzunluğuna bağlı olabilir. Ağız içerisinde bulunan lingual retainer sistemlerinin serbest kısımları daha kısadır, dolayısıyla aynı miktarda hareket için daha fazla kuvvet gerekmektedir. Bu tür oluşan esnemelerin ağız içi ortamda meydana gelip gelmeyeceğini ve ne ölçüde meydana gelebileceğini ve sonuçta ortaya çıkan kuvvetlerin / momentlerin bu tür hareketleri üretilip üretemeyeceğini kesin bir sonuç iddia edemeyiz. Ancak bu in vitro çalışmalar sonucunda elde edilen bilgilerin klinikte lingual retainer tellerinin uygulanmaları sırasında olguya göre tercih edilmeleri, uzun dönemde etkileri açısından klinisyene rehberlik etmesi ve bu sistemler hakkında fikir sahibi olması açısından önemli olduğu da göz ardı edilmemelidir.

şu anda, ortodontistler arasında, sabit retainer apareyleri için kullanılan klinik olarak en etkili tel türü konusunda bir fikir birliği yok gibi görünmektedir. Mezuniyet eğitimi, uygulamada geçen yıl sayısı ve uzmanlık statüsü, retansiyon protokolünü etkilemektedir.<sup>164</sup> Son zamanlarda yapılan bir sistematik literatür taraması, sabit ortodontik retansiyon için optimal materyallerin ve protokolün seçimi konusunda kanıt eksikliği olduğunu göstermektedir.<sup>165</sup> Sabit lingual retainer apareyelerinin tedavi sonrası diş hareketine yani nükse etkisi hakkındaki mevcut kesin olmayan verilere rağmen bu sistemlerin halen ortodontik tedavinin sonuçlarını stabilize etmek için etkili ve güvenli bir yöntem olduğu düşünülebilir. Beklenmedik diş hareketlerinden belirli retainer tellerinin sorumlu olup olmadığına dair daha fazla fikir edinmek için, bu tellerin mekanik özelliklerinin daha detaylı olarak araştırılması gerekmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

0.0175 inç Coaxial, Ortho-flex ve Dead-soft retainer tellerinin elastikiyetlerinin ve deformasyon tiplerinin değerlendirildiği bu çalışma sonucunda;

1. Elastikiyeti en fazla olan ligual retainer telinin 0.0175 inç Coaxial, bunu Ortho-flex telin takip ettiği ve en sert telin Dead-soft olduğu,
2. Lingual retainer tellerinin esneme sırasında kopma dayanımlarının yüksekten düşüğe doğru 0.0175 inç Coaxial, Ortho-flex ve Dead-soft olarak sıralandığı,
3. 0.0175 inç Coaxial telin esnekliğinin 0.1 mm lik aralıklarla bütün esneme miktarlarına diğer tellerden anlamlı olarak yüksek olduğu,
4. Ortho-flex ve Dead-soft tellerin arasında 0.4 ve 0.5 mm esneme miktarlarında anlamlı farkların olduğu,
5. Dead-soft telde özellikle 0.3 mm esneme ve sonrasında gözle görülen kalıcı (plastik) deformasyonun diğerlerine göre daha fazla oluştuğu,
6. Test edilen teller arasında 0.0175 inç Coaxial lingual retainer telinin nispeten yüksek esneme (spring back) değeri nedeniyle, retansiyon sürecinde fizyolojik diş hareketlerine izin verecek kadar esnek kalıp oklüzal kuvvetlerden kaynaklanabilecek kalıcı deformasyonlara en yüksek direnci gösterebileceği ve böylece istenmeyen diş hareketi olasılığını en aza indirebileceği saptanmıştır.

Gelecek çalışmalarda, çeşitli sabit lingual retainer tellerinin ağız içinde karşılaşılabileceği sıcaklıklara karşı davranışı, çiğneme veya diğer mekanik kuvvetlere karşı direnci, aşınmaya karşı direnci, elastik davranışında zamana bağlı gelişebilecek değişiklikler, plastik deformasyon miktarı, aygıtın ağız hijyenine etkileri, konuşma ve yutkunma gibi fonksiyonlar sırasında hasta konforu üzerindeki etkileri açısından laboratuvar ve uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın sonucunda aynı konuda çalışacak kişilere şu önerilerde bulunulabilir;

- Yapılacak çalışmalarda araştırma grupları daha fazla örnek içerebilir.
- Dikey ve yatay kuvvetler beraber uygulanabilir.
- Farklı retainer teli çeşitleri de araştırma kapsamına dahil edilebilir.
- Konuyla ilgili daha fazla örnekle daha ileri laboratuvar ve klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

1. Richmond S, Shaw W, O'brien K, Buchanan I, Jones R, Stephens C, et al. The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *The European Journal of Orthodontics*. 1992;14(2):125-39.
2. Thilander B. Orthodontic relapse versus natural development. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;117(5):562-3.
3. Acar A, Alcan T, Erverdi N. Evaluation of the relationship between the anterior component of occlusal force and postretention crowding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;122(4):366-70.
4. Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. *The Angle Orthodontist*. 1959;29(2):105-13.
5. Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Orthodontic retention: a systematic review. *Journal of orthodontics*. 2006;33(3):205-12.
6. Blake M, Bibby K. Retention and stability: a review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998;114(3):299-306.
7. Dosanjh MSK. Efficacy of Different Retention Types Post-Orthodontic Treatment. 2011.
8. Kingsley NW. A treatise on oral deformities as a branch of mechanical surgery: D. Appleton; 1880.
9. Lundstrom A. Malocclusion of the teeth regarded as a problem in connection with the apical base. *The International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*. 1925;11(7):591.
10. McCauley DR. The cuspid and its function in retention. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*. 1944;30(4):196-205.
11. Tweed CH. Indications for the extraction of teeth in orthodontic procedure. *American journal of orthodontics and oral surgery*. 1944;30(8):405-28.
12. Little RM, Riedel RA, Artun J. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;93(5):423-8.
13. Proffit W, Fields H, Ackerman J. *Contemporary Orthodontics*. Mosby-Year Book. Inc, St Louis. 1993:12.
14. Pandis N, Vlahopoulos K, Madianos P, Eliades T. Long-term periodontal status of patients with mandibular lingual fixed retention. *The European Journal of Orthodontics*. 2007;29(5):471-6.

15. Renkema A-M, Renkema A, Bronkhorst E, Katsaros C. Long-term effectiveness of canine-to-canine bonded flexible spiral wire lingual retainers. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2011;139(5):614-21.
16. Renkema AM, Hélène Sips ET, Bronkhorst E, Kuijpers-Jagtman AM. A survey on orthodontic retention procedures in The Netherlands. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(4):432-7.
17. Kaplan H. The logic of modern retention procedures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;93(4):325-40.
18. Kartal Y, Kaya B. Fixed orthodontic retainers: a review. *Turkish journal of orthodontics*. 2019;32(2):110.
19. Årtun J, Spadafora AT, Shapiro PA. A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *European Journal of Orthodontics*. 1997;19(5):501-9.
20. Hegde N, Reddy G, Reddy VP, Handa A. Bonded retainers in Orthodontics: A review. *International Journal of Dental Clinics*. 2011;3(3).
21. Zachrisson BU. Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers. *American journal of orthodontics*. 1977;71(4):440-8.
22. Zachrisson BU. Multistranded wire bonded retainers: from start to success. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2015;148(5):724-7.
23. Vaden JL, Harris EF, Gardner RLZ. Relapse revisited. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(5):543-53.
24. Melrose C, Millett DT. Toward a perspective on orthodontic retention? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998;113(5):507-14.
25. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*. 1960;46(12):881-900.
26. Horowitz SL, Hixon EH. Physiologic recovery following orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1969;55(1):1-4.
27. Moss JP. The soft tissue environment of teeth and jaws. An experimental and clinical study: part 1. *Br J Orthod*. 1980;7(3):127-37.
28. Sadowsky C, Sakols EI. Long-term assessment of orthodontic relapse. *American journal of orthodontics*. 1982;82(6):456-63.
29. De Bernabé P, Montiel-Company JM, Paredes-Gallardo V, Gandía-Franco JL, Bellot-Arcís C. Orthodontic treatment stability predictors: A retrospective longitudinal study. *Angle Orthod*. 2017;87(2):223-9.

30. Årtun J, Garol JD, Little RM. Long-term stability of mandibular incisors following successful treatment of Class II, Division 1, malocclusions. *The Angle Orthodontist*. 1996;66(3):229-38.
31. Freitas KM, de Freitas MR, Henriques JFC, Pinzan A, Janson G. Postretention relapse of mandibular anterior crowding in patients treated without mandibular premolar extraction. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2004;125(4):480-7.
32. Boley JC, Mark JA, Sachdeva RC, Buschang PH. Long-term stability of Class I premolar extraction treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2003;124(3):277-87.
33. Kahl-Nieke B, Fischbach H, Schwarze C. Post-retention crowding and incisor irregularity: a long-term follow-up evaluation of stability and relapse. *British Journal of Orthodontics*. 1995;22(3):249-57.
34. Graber T, Vanarsdall R, Vig K. *Current principles and techniques*. Elsevier Mossby, St Louis; 2005.
35. Sampson P, Little RM, Årtun J, Shapiro PA. Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;107(5):518-30.
36. Little RM, Wallen TR, Riedel RA. Stability and relapse of mandibular anterior alignment—first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *American journal of orthodontics*. 1981;80(4):349-65.
37. Heasman PA, Millett DT, Chapple IL. *The periodontium and orthodontics in health and disease*: Oxford University Press, USA; 1996.
38. King GJ, Keeling SD. Orthodontic bone remodeling in relation to appliance decay. *The Angle Orthodontist*. 1995;65(2):129-40.
39. Moss J. The soft tissue environment of teeth and jaws. *Experimental malocclusion: Parts 2 and 3*. *British journal of orthodontics*. 1980;7(4):205-16.
40. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *American journal of orthodontics*. 1967;53(10):721-45.
41. Reitan K. Principles of retention and avoidance of posttreatment relapse. *American journal of orthodontics*. 1969;55(6):776-90.
42. Southard TE, Southard KA, Tolley EA. Periodontal force: a potential cause of relapse. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1992;101(3):221-7.
43. PECK S, PECK H. Crown dimensions and mandibular incisor alignment. *The Angle Orthodontist*. 1972;42(2):148-53.

44. Glenn G, Sinclair PM, Alexander RG. Nonextraction orthodontic therapy: posttreatment dental and skeletal stability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;92(4):321-8.
45. BOESE LR. Fiberotomy and reproximation without lower retention 9 years in retrospect: part II. *The Angle Orthodontist*. 1980;50(3):169-78.
46. Proffit WR. Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *The Angle Orthodontist*. 1978;48(3):175-86.
47. Mills J. The stability of the lower labial segment. A cephalometric survey. *The Dental practitioner and dental record*. 1968;18(8):293-306.
48. Strang RH. The fallacy of denture expansion as a treatment procedure. *The Angle Orthodontist*. 1949;19(1):12-22.
49. Thilander B, editor *Biological basis for orthodontic relapse*. Seminars in Orthodontics; 2000: Elsevier.
50. Behrents RG. *An atlas of growth in the aging craniofacial skeleton* 1985.
51. Behrents R, Harris E, Vaden J, Williams R, Kemp D. Relapse of orthodontic treatment results: growth as an etiologic factor. *Journal of the Charles H Tweed International Foundation*. 1989;17:65-80.
52. Litowitz R. A Study of the Movements of Certain Teeth During and Following Orthodontic Treatment I. *The Angle Orthodontist*. 1948;18(3):113-32.
53. Riedel RA. A review of the retention problem. *The Angle Orthodontist*. 1960;30(4):179-99.
54. Orton-Gibbs S, Crow V, Orton HS. Eruption of third permanent molars after the extraction of second permanent molars. Part 1: Assessment of third molar position and size. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(3):226-38.
55. Shields TE, Little RM, Chapko MK. Stability and relapse of mandibular anterior alignment: a cephalometric appraisal of first-premolar-extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *American journal of orthodontics*. 1985;87(1):27-38.
56. Sinclair PM, Little RM. Dentofacial maturation of untreated normals. *American Journal of Orthodontics*. 1985;88(2):146-56.
57. Schudy GF. Posttreatment craniofacial growth: its implications in orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics*. 1974;65(1):39-57.
58. Roth RH. Functional occlusion for the orthodontist. *J Clin Orthod*. 1981;15(1):32-40, 4-51 contd.

59. Picton D, Moss J. The effect of reducing cusp height on the rate of approximal drift of cheek teeth in adult monkeys (*Macaca irus*). *Archives of oral biology*. 1978;23(3):219-23.
60. Pancherz H. The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1991;100(3):220-33.
61. Harris EF, Behrents RG. The intrinsic stability of Class I molar relationship: a longitudinal study of untreated cases. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;94(1):63-7.
62. Dewey M. The third molars in relation to malocclusion. *International Journal of Orthodontia*. 1917;3(9):529-33.
63. Richardson M. The aetiology of lower incisor crowding. *J Irish Dent Assoc*. 1980:26-31.
64. Kaplan RG. Mandibular third molars and postretention crowding. *American journal of orthodontics*. 1974;66(4):411-30.
65. Ades AG, Joondeph DR, Little RM, Chapko MK. A long-term study of the relationship of third molars to changes in the mandibular dental arch. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;97(4):323-35.
66. Kaplan RG. Clinical experiences with circumferential supracrestal fiberotomy. *American journal of orthodontics*. 1976;70(2):146-53.
67. Strahan J, Mills J. A preliminary report on the severing of gingival fibres following rotation of teeth. *Transactions of the British Society for the Study of Orthodontics*. 1969;5(6):91-2.
68. SWANSON WD, RIEDEL RA, D'ANNA JA. Postretention study: incidence and stability of rotated teeth in humans. *The Angle Orthodontist*. 1975;45(3):198-203.
69. Subtelny JD, Sakuda M. Open-bite: diagnosis and treatment. *American journal of orthodontics*. 1964;50(5):337-58.
70. Burford D, Noar JH. The causes, diagnosis and treatment of anterior open bite. *Dental update*. 2003;30(5):235-41.
71. Nemeth RB, Isaacson RJ. Vertical anterior relapse. *American journal of orthodontics*. 1974;65(6):565-85.
72. Huang GJ, Justus R, Kennedy DB, Kokich VG. Stability of anterior openbite treated with crib therapy. *The Angle Orthodontist*. 1990;60(1):17-24.
73. Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. *Contemporary orthodontics-e-book*: Elsevier Health Sciences; 2018.

74. Simons ME, Joondeph DR. Change in overbite: a ten-year postretention study. *American Journal of Orthodontics*. 1973;64(4):349-67.
75. Hernandez JL. Mandibular bicanine width relative to overbite. *American journal of orthodontics*. 1969;56(5):455-67.
76. Pancherz H, Hensen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *The European Journal of Orthodontics*. 1986;8(4):215-28.
77. Wieslander L. Long-term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Stability or relapse? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;104(4):319-29.
78. Proffit W, WF F. Sarver *Contemporary Orthodontics*. St Louis: Mosby Co. 2007.
79. Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016(1).
80. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. *Contemporary orthodontics*: Elsevier Health Sciences; 2006.
81. Moyers RE. *Handbook of orthodontics for the student and general practitioner*: Year Book Medical Publishers; 1973.
82. McNally M, Mullin M, Dhopatkar A, Rock W. Orthodontic retention: why when and how? *Dental update*. 2003;30(8):446-52.
83. Graber T. Postmortems in posttreatment adjustment. *American journal of orthodontics*. 1966;52(5):331-52.
84. Graber T, Vararsdall R, Vig K. Stability, retention, and relapse. *Orthodontics: Current Principle and Techniques 5th ed*, Mosby, St Louis. 2012.
85. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KW, Huang GJ. *Orthodontics-e-book: current principles and techniques*: Elsevier Health Sciences; 2016.
86. Mollov ND, Lindauer SJ, Best AM, Shroff B, Tufekci E. Patient attitudes toward retention and perceptions of treatment success. *The Angle Orthodontist*. 2010;80(4):656-61.
87. Meade MJ, Millett D. Retention protocols and use of vacuum-formed retainers among specialist orthodontists. *Journal of Orthodontics*. 2013;40(4):318-25.
88. Vandevska-Radunovic V, Espeland L, Stenvik A. Retention: type, duration and need for common guidelines. A survey of Norwegian orthodontists. *ORTHODONTICS: The Art & Practice of Dentofacial Enhancement*. 2013;14(1).
89. Collett T. A rationale for removable retainers. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1998;32(11):667-9.

90. Josell SD. Tooth stabilization for orthodontic retention. *Dental Clinics of North America*. 1999;43(1):151-65, vii.
91. Mai W, Meng H, Jiang Y, Huang C, Li M, Yuan K, et al. Comparison of vacuum-formed and Hawley retainers: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;145(6):720-7.
92. Sauget E, Covell DA, Boero RP, Lieber WS. Comparison of occlusal contacts with use of Hawley and clear overlay retainers. *The Angle Orthodontist*. 1997;67(3):223-30.
93. Kesling HD. The philosophy of the tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*. 1945;31(6):297-304.
94. Degirmenci Z, OZSOY O. Sabit ortodontik tedavi sonrası retansiyon. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2009;12(1):83-90.
95. Ponitz RJ. Invisible retainers. *American journal of orthodontics*. 1971;59(3):266-72.
96. Rowland H, Hichens L, Williams A, Hills D, Killingback N, Ewings P, et al. The effectiveness of Hawley and vacuum-formed retainers: a single-center randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(6):730-7.
97. Barlin S, Smith R, Reed R, Sandy J, Ireland AJ. A retrospective randomized double-blind comparison study of the effectiveness of Hawley vs vacuum-formed retainers. *The Angle Orthodontist*. 2011;81(3):404-9.
98. Chinvipas N, Hasegawa Y, Terada K. Repeated bonding of fixed retainer increases the risk of enamel fracture. *Odontology*. 2014;102(1):89-97.
99. Årtun J. Caries and periodontal reactions associated with long-term use of different types of bonded lingual retainers. *American Journal of Orthodontics*. 1984;86(2):112-8.
100. Zachrisson B. Third-generation mandibular bonded lingual 3-3 retainer. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1995;29(1):39-48.
101. Liou EJ, Chen LI, Huang CS. Nickel-titanium mandibular bonded lingual 3-3 retainer: for permanent retention and solving relapse of mandibular anterior crowding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(4):443-9.
102. Bearn DR. Bonded orthodontic retainers: a review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(2):207-13.
103. Lee RT. The lower incisor bonded retainer in clinical practice: a three year study. *British journal of orthodontics*. 1981;8(1):15-8.

104. Zachrisson BU. Improving orthodontic results in cases with maxillary incisors missing. *American journal of orthodontics*. 1978;73(3):274-89.
105. Renkema A-M, Al-Assad S, Bronkhorst E, Weindel S, Katsaros C, Lisson JA. Effectiveness of lingual retainers bonded to the canines in preventing mandibular incisor relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;134(2):179. e1-. e8.
106. Zachrisson B. The bonded lingual retainer and multiple spacing of anterior teeth. *J Clin Orthod*. 1983;17:838-46.
107. Dahl E. Long-term experience with direct-bonded lingual retainers. *J Clin Orthod*. 1991;25:619-30.
108. Katsaros C, Livas C, Renkema A-M. Unexpected complications of bonded mandibular lingual retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(6):838-41.
109. Segner D, Heinrich B. Bonded retainers—clinical reliability. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2000;61(5):352-8.
110. Zachrisson BU. Long-term experience with direct-bonded retainers: update and clinical advice. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2007;41(12):728.
111. Shaughnessy TG, Proffit WR, Samara SA. Inadvertent tooth movement with fixed lingual retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;149(2):277-86.
112. Baysal A, Uysal T, Nisa Gul MBA, Ramoglu SI. Comparison of three different orthodontic wires for bonded lingual retainer fabrication. *Korean journal of orthodontics*. 2012;42(1):39.
113. Gunay F, Oz AA. Clinical effectiveness of 2 orthodontic retainer wires on mandibular arch retention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(2):232-8.
114. Aldrees AM, Al-Mutairi TK, Hakami ZW, Al-Malki MM. Bonded orthodontic retainers: a comparison of initial bond strength of different wire-and-composite combinations. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2010;71(4):290-9.
115. Sachdeva RC. SureSmile technology in a patient-centered orthodontic practice. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2001;35(4):245-53.
116. Kravitz ND, Grauer D, Schumacher P, Jo Y-m. Memotain: A CAD/CAM nickel-titanium lingual retainer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;151(4):812-5.

117. Liu Y. Application of fiber-reinforced composite as fixed lingual retainer. *Hua xi kou qiang yi xue za zhi= Huaxi kouqiang yixue zazhi= West China journal of stomatology*. 2010;28(3):290-3.
118. Karaman AI, Kir N, Belli S. Four applications of reinforced polyethylene fiber material in orthodontic practice. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;121(6):650-4.
119. 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 International*. 2002;33(8).
120. Salehi P, Najafi HZ, Roeinpeikar SM. Comparison of survival time between two types of orthodontic fixed retainer: a prospective randomized clinical trial. *Progress in orthodontics*. 2013;14(1):1-6.
121. Sobouti F, Rakhshan V, Saravi MG, Zamanian A, Shariati M. Two-year survival analysis of twisted wire fixed retainer versus spiral wire and fiber-reinforced composite retainers: a preliminary explorative single-blind randomized clinical trial. *Korean journal of orthodontics*. 2016;46(2):104.
122. Tacken MP, Cosyn J, De Wilde P, Aerts J, Govaerts E, Vannet BV. Glass fibre reinforced versus multistranded bonded orthodontic retainers: a 2 year prospective multi-centre study. *The European Journal of Orthodontics*. 2010;32(2):117-23.
123. DJ LSF, Özcan M, Krebs E, Sandham J. Adhesive properties of bonded orthodontic retainers to enamel: Stainless steel wire versus fiber-reinforced composites. *J Adhes Dent*. 2009;11:381-90.
124. Bolla E, Cozzani M, Doldo T, Fontana M. Failure evaluation after a 6-year retention period: a comparison between glass fiber-reinforced (GFR) and multistranded bonded retainers. *International orthodontics*. 2012;10(1):16-28.
125. Zachrisson B. The bonded lingual retainer and multiple spacing of anterior teeth. *Swedish dental journal Supplement*. 1982;15:247-55.
126. Orsborn DB. Bonded lingual retainers. *American journal of orthodontics*. 1983;83(3):218-20.
127. Carter RN. Simplified direct-bonded retainer. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1978;12(3):221-.
128. Ferguson J. Multistrand wire retainers: an indirect technique. *British journal of orthodontics*. 1988;15(1):51-4.
129. Corti A. An indirect-bonded lingual retainer. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1991;25(10):631-2.

130. Bearn DR, McCabe JF, Gordon PH, Aird JC. Bonded orthodontic retainers: the wire-composite interface. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(1):67-74.
131. Oesterle LJ, Shellhart WC, Henderson S. Enhancing wire-composite bond strength of bonded retainers with wire surface treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(6):625-31.
132. Nanda RS, Nanda SK. Considerations of dentofacial growth in long-term retention and stability: is active retention needed? *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 1992;101(4):297-302.
133. Haines W, Williams D. Consent and orthodontic treatment. *British journal of orthodontics*. 1995;22(1):101-5.
134. Houston WJB, Isaacson KG. *Orthodontic treatment with removable appliances*: Butterworth-Heinemann; 1980.
135. Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS, 3rd. 1996 JCO Study of Orthodontic Diagnosis and Treatment Procedures. Part 1. Results and trends. *J Clin Orthod*. 1996;30(11):615-29.
136. Kuflinec MM, Stom D. Effect of edgewise treatment and retention on mandibular incisors. *American journal of orthodontics*. 1975;68(3):316-22.
137. Rathbone JS. Appraisal of speech defects in dental anomalies. *The Angle Orthodontist*. 1955;25(1):42-8.
138. Lischer BE. *Principles and methods of orthodontics: An introductory study of the art for students and practitioners of dentistry*: Lea & Febiger; 1912.
139. Valiathan M, Hughes E. Results of a survey-based study to identify common retention practices in the United States. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(2):170-7.
140. Bishara SE, Bayati P, Zaher AR, Jakobsen JR. Comparisons of the dental arch changes in patients with Class II, division 1 malocclusions: extraction vs nonextraction treatments. *The Angle Orthodontist*. 1994;64(5):351-8.
141. Sifakakis I, Eliades T, Bourauel C. Residual stress analysis of fixed retainer wires after in vitro loading: can mastication-induced stresses produce an unfavorable effect? *Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik*. 2015;60(6):617-22.
142. Nanda R. *Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics*: Elsevier Health Sciences; 2005.
143. Yang W-S, Kim B-H, Kim YH. A study of the regional load deflection rate of multiloop edgewise arch wire. *The Angle Orthodontist*. 2001;71(2):103-9.

144. Cooke M, Sherriff M. Debonding force and deformation of two multi-stranded lingual retainer wires bonded to incisor enamel: an in vitro study. *European journal of orthodontics*. 2010;32(6):741-6.
145. Kapila S, Sachdeva R. Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1989;96(2):100-9.
146. Labunet AV, Badea M. In vivo orthodontic retainer survival-a review. *Clujul Medical*. 2015;88(3):298.
147. Andrén A, Asplund J, Azarmidohkt E, Svensson R, Varde P, Mohlin B. A clinical evaluation of long term retention with bonded retainers made from multi-strand wires. *Swedish Dental Journal*. 1998;22(3):123-31.
148. Ingram Jr SB, Gipe DP, Smith RJ. Comparative range of orthodontic wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1986;90(4):296-307.
149. Sifakakis I, Pandis N, Eliades T, Makou M, Katsaros C, Bourauel C. In-vitro assessment of the forces generated by lingual fixed retainers. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2011;139(1):44-8.
150. YASTIMOĞLU F, Özkan A. Tekrarlanan Yükler Altında Kompozit Malzemelerin Yapılarının İncelenmesini Amaçlayan Deney Aygıtı Tasarımı. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2017;5(1):56-66.
151. Störmann I, Ehmer U. A prospective randomized study of different retainer types. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2002;63(1):42-50.
152. Baysal A, Uysal T, Gul N, Alan MB, Ramoglu SI. Comparison of three different orthodontic wires for bonded lingual retainer fabrication. *The Korean Journal of Orthodontics*. 2012;42(1):39-46.
153. Foek DLS, Yetkiner E, Özcan M. Fatigue resistance, debonding force, and failure type of fiber-reinforced composite, polyethylene ribbon-reinforced, and braided stainless steel wire lingual retainers in vitro. *The Korean Journal of Orthodontics*. 2013;43(4):186-92.
154. Suzuki T, Takamizawa T, Barkmeier W, Tsujimoto A, Endo H, Erickson R, et al. Influence of etching mode on enamel bond durability of universal adhesive systems. *Operative dentistry*. 2016;41(5):520-30.
155. Chung C-H, Friedman SD, Mante FK. Shear bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2002;122(3):282-7.
156. Schaneveldt S, Foley TF. Bond strength comparison of moisture-insensitive primers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;122(3):267-73.

157. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding. *British journal of orthodontics*. 1975;2(3):171-8.
158. Waters N. Some mechanical and physical properties of teeth. *The mechanical properties of biological materials*. 1980:99-134.
159. Schulz RP, Mayhew RB, Oesterle LJ, Pierson WP. Bond strengths of three resin systems used with brackets and embedded wire attachments. *American journal of orthodontics*. 1985;87(1):75-80.
160. Golshah A, Amiri Simkooei Z. Shear Bond Strength of Four Types of Orthodontic Retainers after Thermocycling and Cyclic Loading. *International Journal of Dentistry*. 2021;2021.
161. Kiliaridis S, Kjellberg H, Wenneberg B, Engström C. The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth: A cross-sectional study. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1993;51(5):323-31.
162. Glargia M, Lindhe J. Tooth mobility and periodontal disease. *Journal of clinical periodontology*. 1997;24(11):785-95.
163. Niedermeier W. Die Desmodontometrie—ein neues Verfahren zur Bestimmung und Analyse der Zahnbeweglichkeit. III. Die physiologische und pathologische Zahnbeweglichkeit (Periodontometry—a new method for measurement and analysis of tooth mobility III Physiologic and pathologic tooth mobility) *Dtsch Zahnärztl Zeitschr*. 1988;43:173-81.
164. Arnold SN, Pandis N, Patcas R. Factors influencing fixed retention practices in German-speaking Switzerland. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2014;75(6):446-58.
165. Iliadi A, Kloukos D, Gkantidis N, Katsaros C, Pandis N. Failure of fixed orthodontic retainers: a systematic review. *Journal of dentistry*. 2015;43(8):876-96.