



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ

MİKROSENSÖR İÇEREN FARKLI ESSİX  
MATERYALLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN VE  
AŞINMA DİRENCİNİN İN VİVO KARŞILAŞTIRILMASI

İbrahim KUZUCU

Haziran 2019  
DENİZLİ

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

MİKROSENSÖR İÇEREN FARKLI ESSİX MATERYALLERİNİN YÜZEY  
PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN VE AŞINMA DİRENCİNİN İN VİVO  
KARŞILAŞTIRILMASI

ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ

İbrahim KUZUCU

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

Denizli, 2019

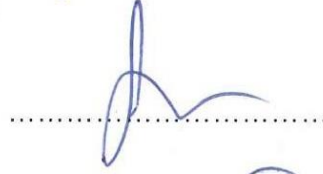
## UZMANLIK TEZİ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık öğrencisi İbrahim KUZUCU'nun Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU yönetiminde uzmanlık tezi olarak hazırladığı **“Mikrosensör İçeren Farklı Essix Materyallerinin Yüzey Pürüzlülüğünün ve Aşınma Direncinin İn Vivo Karşılaştırılması”** başlıklı bu çalışma, jürimizce Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Eğitim Öğretim ve Sınav Yönergesi'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek **“KABULİRED”** edilmiştir. 13/06/2019

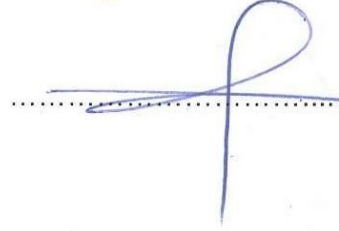
Jüri Başkanı: Doç. Dr. Mehmet AKIN  
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi



Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU  
Pamukkale Üniversitesi



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Eyüp Burak KÜÇÜK  
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu'nun  
20.6 / 2019 tarih ve ...48/4... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Hayati Murat AKGÜL  
Dekan

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : İbrahim KUZUCU

İmza :



## ÖZET

### MİKROSENSÖR İÇEREN FARKLI ESSİX MATERYALLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN VE AŞINMA DİRENCİNİN İN VİVO KARŞILAŞTIRILMASI

KUZUCU, İbrahim  
Uzmanlık Tezi, Ortodonti AD  
Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

Haziran 2019, 85 Sayfa

Çalışmamızın amacı hastalara pekiştirme tedavisi süresince kullanılan farklı essix materyallerinden üretilen pekiştirme plaklarının yüzey pürüzlülüğünün ve aşınma direncinin hastaların apareylerini kullanma sürelerini de göz önünde bulundurarak in vivo koşullarda karşılaştırmaktır. Çalışmamız kapsamında aktif ortodontik tedavisi tamamlanan 43 hasta farklı essix materyallerinin kullanımı için üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup için Essix A+, ikinci grup için Essix ACE, üçüncü grup için Essix Plus materyalinden imal edilmiş pekiştirme plakları hazırlanmıştır. Plaklar hastaların kullanım zamanını ölçen mikrosensör içermektedir. Pekiştirme plaklarının yüzey pürüzlülük değerlerinin ve buna bağlı aşınma derecelerinin incelenmesi için non-kontakt profilometre cihazı kullanılmıştır.

Altı aylık takip sonunda hastaların pekiştirme plağı ortalama kullanım süresi açısından çalışma grupları arasında herhangi bir farklılık olmadığı bulunmuştur. Essix plakların yüzey pürüzlülüğü ve aşınma dereceleri karşılaştırıldığında, ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) ve maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değerleri (Rz) açısından tüm gruplarda artış gözlenmiştir. Hastaların kullandığı essix plaklardaki yüzey pürüzlülüğü değişim değerlerinin en fazla Essix A+ grubunda olduğu, ancak ACE ile Plus grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Hastaların essix pekiştirme plaklarını kullanım süreleri değerlendirildiğinde en fazla aşınma değeri gösteren materyalin A+ olduğu, ACE ve Plus materyalinin ise klinik açıdan aşınmaya karşı dirençlerinin benzer olduğu sonucuna varılmıştır

**Anahtar Kelimeler:** Aşınma direnci, essix, mikrosensör, yüzey pürüzlülüğü

**Bu çalışma PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2018DİŞF006).**

## ABSTRACT

### THE IN VIVO COMPARISON OF THE SURFACE ROUGHNESS AND WEAR RESISTANCE OF DIFFERENT ESSIX MATERIALS CONTAINING MICROSENSOR

KUZUCU, İbrahim  
Speciality Thesis in Orthodontics  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serpil COKAKOGLU

June 2019, 85 Pages

The aim of our study was to compare the wear resistance and surface roughness of the clear retainer which were produced from different essix materials during the retention treatment in vivo conditions, taking into consideration the duration of wear of the patients appliances. In our study, forty-three patients were randomly divided into three groups: Essix A + group, Essix ACE group, Essix Plus groups. The essix retainers contained a microsensor which were measured the wear time. Non-contact profilometer was used to examine the surface roughness of the essix retainers and related amount of abrasion.

At the end of the six-month follow-up period, it was found that there were no differences between the study groups in terms of the average duration of use. When the surface roughness and wear levels of the essix retainers were compared, the mean surface roughness value (Ra) and maximum surface roughness depth values (Rz) increased in all groups. It was determined that the surface roughness changes of the essix retainers were mostly in the Essix A + group, but there were no statistically significant differences between the Essix ACE and Essix Plus groups.

Considering the wear time of essix retainers, it was concluded that the essix material showing the highest abrasion value was A +, and that the ACE and Plus materials had similar clinical resistance to abrasion.

**Keywords:** Essix, microsensor, surface roughness, wear resistance

**This study was supported by the PAU Scientific Research Projects Coordination Unit (Project number: 2018DİŞF006).**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca tecrübe ve bilgilerinden her zaman faydalandığım, tezimin yazımı sırasında bana her daim yardımcı olan çok değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU'na

İstatistiksel analizlerin yapılmasında yardımcı olan Sayın Öğr. Gör. Hande ŞENOL'a,

Yüzey analizlerini gerçekleştiren ve yorumlayan Sayın Doç. Dr. Sinan FİDAN'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli asistan arkadaşlarıma ve anabilim dalımızın diğer çalışanlarına,

Her zaman olduğu gibi uzmanlık hayatımda da beni her konuda karşılıksız destekleyip, yanımda bulunan canım aileme,

Tanıştığım ilk günden beri her konuda yanımda olan sabrını ve sevgisini benden esirgemeyen, meslektaşım ve sevgili eşim Kübra KUZUCU'ya teşekkürlerimi borç bilirim.

**İÇİNDEKİLER**

<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER TABLOSU</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Amaç .....	2
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Pekiştirme Tedavisi.....	3
2.1.1. Ortodontide Pekiştirme Tedavisinin Tanımı.....	3
2.1.2. Ortodontide Pekiştirme Tedavisinin Tarihiçesi .....	3
2.1.3. Ortodontide Pekiştirme Tedavisinin Süresi.....	4
2.2. Pekiştirme Aygıtları .....	5
2.2.1. Sabit Pekiştirme Aygıtları .....	6
2.2.2. Hareketli Pekiştirme Aygıtları .....	8
2.2.2.1. Hawley Apareyi .....	8
2.2.2.2. Wrap Around Apareyi.....	9
2.2.2.3. Vakumlu Termoplastik Pekiştirme Apareyleri.....	9
2.3. Essix Materyalleri... ..	12
2.3.1. Essix Materyallerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	12
2.3.2. Essix Materyallerinin Aşınma Direnci ve Yüzey Pürüzlülüğü .....	13
2.4. Ortodontide Hasta Uyumunu.....	16
2.4.1. Hasta Uyumunun Tanımı .....	16
2.4.2. Hasta Uyumunun Önemi.....	16
2.4.3. Hasta Uyumunu Değerlendirme Yöntemleri .....	17
2.4.4. Objektif Değerlendirme Yöntemleri .....	18
2.5. Mikrosensörlerin Genel Özellikleri.....	18
2.5.1. Mikrosensörlerin Doğruluğu ve Tutarlılığı .....	19
2.5.2 Ortodontide Mikrosensör Kullanımı .....	20
2.6. Hipotez .....	25



<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER</b> .....	<b>26</b>
3.1. Etik Kurul Onayı.....	26
3.2. Hastaların Seçimi.....	26
3.3. Çalışmamızda Kullanılan Essix Materyalleri.....	27
3.3.1. Essix A+ Materyali.....	27
3.3.2. Essix ACE Materyali.....	28
3.3.3. Essix Plus Materyali.....	28
3.3.4. Essix Pekiştirme Plaklarının Yapımı.....	28
3.4. Çalışmamızda Kullanılan Theramon Mikrosensör.....	29
3.4.1. Essix Pekiştirme Plaklarına Theramon Mikrosensör Eklenmesi.....	30
3.5. Kontrol Seansları ve Pekiştirme Plaklarının Toplanması.....	32
3.6. Essix Pekiştirme Plaklarının Kullanım Sürelerinin Değerlendirilmesi.....	33
3.7. Yüzey Pürüzlülüğü ve Aşınma Dirençlerinin Değerlendirilmesi.....	34
3.8. İstatistiksel Analiz.....	37
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>38</b>
4.1. Pekiştirme Plağı Kullanım Sürelerinin Ölçümleri.....	38
4.2. Yüzey Ölçümleri.....	39
4.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri.....	39
4.2.2. Maksimum Pürüzlülük Derinliği Ölçümleri.....	40
4.2.3. Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ile Pekiştirme Plağı Kullanım Süresi Arasındaki Korelasyon.....	41
4.2.4. Maksimum Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ile Pekiştirme Plağı Kullanım Süresi Arasındaki Korelasyon.....	41
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>43</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>59</b>
<b>7.KAYNAKLAR</b> .....	<b>60</b>
<b>8.EKLER</b> .....	<b>72</b>
Ek 1. Etik Kurul Onayı.....	72
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>73</b>

## ŞEKİLLER TABLOSU

<b>Şekil 3.1.</b> Çalışmamızda kullanılan essix materyalleri .....	27
<b>Şekil 3.2.</b> Çalışmamızda kullanılan Essix Select-Vac cihazı.....	29
<b>Şekil 3.3.</b> Çalışmamızda kullanılan Theramon mikrosensör .....	29
<b>Şekil 3.4.</b> Theramon mikrosensör okuyucu istasyonu .....	30
<b>Şekil 3.5.</b> Theramon eklenmiş essix pekiştirme plakları .....	31
<b>Şekil 3.6.</b> Theramon mikrosensör bilgisayar yazılımı .....	31
<b>Şekil 3.7.</b> Çalışma akış şeması .....	33
<b>Şekil 3.8.</b> Günlük ortalama kullanım süresinin detaylı olarak görüntülenmesi.....	34
<b>Şekil 3.9.</b> Günlük ortalama kullanım süresinin özet rapor şeklinde görüntülenmesi	34
<b>Şekil 3.10.</b> Çalışmamızda kullanılan optik yüzeyprofilometre cihazı .....	35
<b>Şekil 3.11.</b> Bir örneğin kanin diş insizal kısmının profilometre ile taranmış hali ve ISO 4287 ölçümleri .....	36
<b>Şekil 3.12.</b> Bir örneğin kanin diş insizal kısmının profilometre ile üç boyutlu yüzey profilinin çıkarılması .....	36

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo 4.1.</b> Çalışma gruplarının ortalama yaşları ve günlük kullanım süresinin grup içi değerleri ve gruplar arası karşılaştırılması.....	38
<b>Tablo 4.2.</b> Ortalama yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması .....	39
<b>Tablo 4.3.</b> Maksimum yüzey pürüzlülük derinliği ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması .....	40
<b>Tablo 4.4.</b> Pekiştirme plağı kullanım süresi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü değişimi arasındaki korelasyon .....	41
<b>Tablo 4.5.</b> Pekiştirme plağı kullanım süresi ile maksimum yüzey pürüzlülüğü derinliği değişimi arasındaki korelasyon .....	42

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

p .....	Anlamlılık düzeyi
F.....	Fahrenheit
gr.....	Gram
kg.....	Kilogram
Rz.....	Maksimum yüzey pürüzlülük derinliği
mm .....	Milimetre
µm .....	Mikrometre
N.....	Newton
OPCS .....	Ortodontik hasta kooperasyon ölçeği
Ort .....	Ortalama
Ra.....	Ortalama yüzey pürüzlülüğü
PEC.....	Polietilen kopolimer
PPC.....	Polipropilen kopolimer
RFID.....	Radyo frekansı ile tanımlama
°C .....	Santigrat
n .....	Sayı
SEM.....	Scanning electron microscope
SS .....	Standart sapma
USB.....	Universal serial bus

## 1. GİRİŞ

Relaps kelime anlamı olarak nüksetmek, tekrarlamak, tekrar kötüleşmek anlamına gelmektedir. Ortodontide ise relaps anomali olan dişlerin veya çenelerin düzeltilmesinden belli bir zaman sonra dişlerde veya çenelerde tedavi öncesi duruma geri dönme eğilimi olarak tanımlanmaktadır (Joondeph 2012). Ortodontide relapsın kesin bir sebebini belirlemek zor olmakla beraber bununla ilişkilendirilen dört ana faktör vardır; 1) Gingival ve periodontal yapılar ortodontik diş hareketinden etkilenirler ve apareyler çıkarıldığı zaman reorganize olmaları zaman alır; 2) Dişler tedavi sonunda tam stabil olmayan bir pozisyonda olabilir ve oklüzyon kuvvetlerinden etkilenebilir; 3) Yumuşak dokuların devamlı baskısı relapsa neden olabilir; 4) Büyüme nedeniyle oluşan değişimler ortodontik tedavinin sonucunu etkileyebilir (Proffit 2013).

Ortodontik olarak pekiştirme tedavisi, aktif tedavi sonucunda elde edilen sonuçların korunması amacıyla uygulanan prosedürleri kapsar ve tedavinin ayrılmaz bir parçasıdır. Aktif ortodontik tedavinin bitimi retansiyon ve stabilitenin devamlılığının sağlanacağı yeni bir tedavinin yani pekiştirme tedavisinin başlangıcı anlamına gelmektedir (Johnston ve Littlewood 2015). Günümüzde pekiştirme tedavisi safhasında ortodonti kliniklerinde bu amaçla en sık kullanılan apareyler; hawley apareyi, sabit retainerlar, wrap around retainer ve vakumla şekillendirilen termoplastik plaklardır. Çok sayıda çalışmada bu pekiştirme apareylerinin birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajları, etkinliklikleri, maliyetleri, kullanım ömürleri, hasta konforu ve memnuniyeti karşılaştırılmıştır (Rowland vd 2007, Barlin vd 2011, Sun vd 2011, Johnston ve Littlewood 2015, O'Rourke vd 2016, Çifter vd 2017, Forde vd 2017).

Günümüzde ortodontik tedavilerin pekiştirme safhasında vakumla şekillendirilen termoplastik pekiştirme plağı olarak essix materyalinden üretilen apareyler sıklıkla kullanılmaktadır. Essix materyali Raintree Essix firması tarafından 1993 yılında geliştirilmiştir. Sheridan ve arkadaşlarının (1993) çalışmalarında essix materyalini tanıtmalarıyla birlikte ortodonti kliniklerinde pekiştirme apareyi olarak rutinde kullanılır hale gelmiştir.

Literatür incelemesinde vakumla şekillendirilen termoplastik plakların retansiyon apareyi olarak etkinliğini değerlendiren çok sayıda çalışmanın yapıldığı görülmüştür (Hichens vd 2007, Sun vd 2011 Barlin vd 2011, Demir vd 2012, Mai vd 2014, Littlewood vd 2016, Forde vd 2017, Al-Moghrabi vd 2017). Çalışmalarda vakumla

şekillendirilen termoplastik plakların özellikle kullanıma bağlı olarak aşınmadan kaynaklı bazı fiziksel sorunlarının olduğu tespit edilmiştir (Lindauer ve Shoff 1998, Gardner vd 2003, Campbell vd 2009, Raja vd 2014, Al-Moghrabi vd 2016, Moshkelgosha vd 2016, Kaklamanos vd 2017). Pekiştirme tedavisinde uygulanan vakumla şekillendirilen termoplastik plakların etkili ve kullanılabilir olması relaps riskinden dolayı önemli olduğundan aşınmaya karşı dirençleri yapılan çalışmalarda incelenmiştir. Bu çalışmaların in vitro koşullar altında çiğneme hareketlerini taklit eden özel bir çiğneme simülatörü yardımıyla plakların karşılarında aşındırıcı materyal olarak çeşitli sertlikte abrader maddeler kullanılarak yapıldığı görülmüştür (Gardner vd 2003, Raja vd 2014, Moshkelgosha vd 2016). Ancak vakumla şekillendirilen termoplastik plakların aşınma dirençlerini ağız ortamı koşullarında değerlendiren bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamız literatürde varolan bu eksikliğin giderilmesi amacıyla planmıştır.

### **1.1 Amaç**

Çalışmamızın amacı hastalara pekiştirme tedavisi süresince kullanılan farklı essix materyallerinden üretilen pekiştirme apareylerinin yüzey pürüzlülüğünün ve aşınma direncinin hastaların apareylerini kullanma sürelerini de göz önünde bulundurarak in vivo koşullarda karşılaştırmaktır.

Çalışmamızda “Farklı essix materyalleri arasında in vivo ortamda yüzey pürüzlülüğü ve aşınma değerleri açısından herhangi bir farklılık yoktur” şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirilmiştir.

## **2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI**

### **2.1. Pekiştirme Tedavisi**

#### **2.1.1. Ortodontide Pekiştirme Tedavisinin Tanımı**

Literatürde aktif ortodontik tedavi sonrası uygulanan pekiştirme tedavisi araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Moyers (1973), pekiştirme tedavisini ortodontik tedavi sonrası elde edilen sonuçların kalıcı olması için gereken süre boyunca dişleri tedavi edilen pozisyonda tutmak olarak tanımlamıştır. Riedel ise (1960) dişlerin ideal estetik ve fonksiyonel konumlarında tutulması şeklinde ifade etmiştir. Ülgen (2010) pekiştirme tedavisini aktif ortodontik tedavi sonrasında elde edilen sonuçların tedavi öncesi duruma dönmemesi için birtakım apareylerle alınan önlemler olarak tanımlamıştır.

Rossouw ve Malik (2017), retansiyon tedavisinin aktif ortodontik tedavi sonrası düzeltilmiş olan diş pozisyonlarını korumak için yapılan bir tedavi fazı olduğunu belirterek pekiştirme tedavisini dişleri tedavi sonunda elde edilen konumda tutmak, periodontal ve gingival dokulara reorganizasyonları için gerekli zamanı vermek, büyümeyle oluşan değişiklikleri en aza indirmek ve dişlerin yeni konumlarına nöromuskuler yapıların uyum sağlamasına izni vermek olarak ifade etmişlerdir. Proffit (2013), teşhis ve tedavi planlaması yapılırken pekiştirme tedavisinin de planlamasının yapılması gerektiğini ve pekiştirme dönemi boyunca hangi aygıtın ne kadar süre kullanılacağına belirlenmesinin gerekli olduğunu bildirmiştir.

#### **2.1.2. Ortodontide Pekiştirme Tedavisinin Tarihçesi**

Aktif tedavi sonrası yapılacak olan pekiştirme tedavisi konusunda ortodontistler arasında geçmişten günümüze dek farklı fikirler öne sürülmüştür. Modern ortodontinin tarihinde dört farklı düşünce tarzı gelişmiş olup, bugün kabul gören genel konsept bunların birçoğunun birleşmesinden oluşmaktadır. Kingsley (1880), dişlerin yeni pozisyonundaki stabilitesinin devamlılığında en etkili faktörün dişlerin okluzyonu olduğu görüşünü savunmuştur. Bu ifade birinci düşüncenin temelini oluşturmaktadır. Kingsley'ın bu görüşünü Angle (1907), Hawley (1919), Case (1920), Hellman (1944) da desteklemiştir. İkinci düşünce tarzı olarak Rogers (1922), stabilize için düzgün fonksiyon gören kassal dengenin sağlanması gerekliliğini bildirmiştir. 1920'lerin

ortalarında üçüncü bir düşünce Axel Lundstrom tarafından oluşturulmuştur. Lundstrom (1925), maloklüzyonun düzeltilmesinde ve düzeltilmiş oklüzyonunun devamlılığında en önemli faktörün apikal kaide olduğunu savunmuştur. Grieve (1944) ve Tweed (1944) de bu görüşü destekler şekilde alt keserlerin bazal kaidede dik konumda tutulması gerektiğini savunmuşlardır. Dördüncü düşüncede ise McCauley (1944), retansiyon problemlerinin azaltılması için kaninler ve molarlar arası mesafelerin değiştirilmemesi görüşünü vurgulamıştır. Daha sonrasında bu görüşlerin özeti niteliğinde Nance (1947), araştırmaları sonucunda bazı görüşler bildirmiştir. Nance'e göre kalıcı sonuçlar elde etmek için mandibuler dişler bazal kaide üzerinde doğru konumlandırılmalıdır. Ark uzunluğu ancak limitli genişletme ile kalıcı olarak arttırılabilir. Mandibuler kesicilerin aşırı lingual tippingi, aşırı labial tipping kadar istenmeyen bir durumdur. Pekiştirme döneminde görülen birçok başarısızlığın ortodontistin aktif tedavi sırasındaki başarısızlığı nedeniyle görülmekte olduğu ifade edilmiştir (Nance 1947).

### **2.1.3. Ortodontide Pekiştirme Tedavisinin Süresi**

Ortodontik tedavi bitip sabit apareyler çıkarıldıktan hemen sonraki 24 saatlik zaman periyodu içerisinde önemli miktarda nüksün izlenmekte olduğu bildirilmiştir. Bu sebeple çoğu ortodontik tedavinin bitiminde debonding işleminden hemen sonra başlanarak pekiştirme apareyleri hastaya uygulanmaktadır (Franzen 2014). Pekiştirme tedavisi için hangi aygıtın ne kadar süre kullanılacağı hareket ettirilen diş sayısı ve bu dişlerin ne kadar hareket ettirildiğine, başlangıç maloklüzyonuna, hasta yaşına, maloklüzyonun nedenine, aktif tedavi süresine, düzeltilen rotasyonun derecesine, ilgili dokuların sağlık durumuna, kas basınçlarına, aproksimal kontaklara ve hücre metabolizmasına göre değişmektedir (Nanda ve Nanda 1992, Joondeph 2012). Bu sebeple literatürde çeşitli ortodontik tedaviler için optimal pekiştirme süresi belirtilmemiş olup, kullanım süresi ve sıklığı konusunda klinisyenler arasında görüş birliği sağlanamamıştır (Pratt 2011, Proffit 2013, Paşaoğlu 2016, Al- Moghrabi 2017). Ortodontik tedavilerin bazıları için pekiştirmenin gerekmediği bildirilse de (Houston vd 2000), Proffit'e göre sabit ortodontik tedavi yapılan tüm hastalarda en az birkaç ay süreyle pekiştirme aygıtı kullanılması gerekmektedir (Proffit 2013). Çünkü ortodontik tedavi sonrası peridontal liflerin tekrar düzenlenmesinin üç-dört ayı, gingival liflerin (dentogingival ve interdental fibriller) düzenlenmesinin ise bir yılı bulabileceği belirtilmiştir (Reitan 1959).

Pekiştirme tedavisi; kısa süreli, orta süreli ve daimi olarak pekiştirme gerektiren vakalar olmak üzere üç kategoride incelenmektedir (Joondeph 2012, Proffit 2013). Kısa süreli pekiştirme gerektiren vakalar; anterior çapraz kapanışın yeterli overbite



sağlanarak düzeltildiği, yan çapraz kapanışın düzeltilmesinden sonra posterior dişlerin iyi kapanış gösterdiği ve makul derecede aksiyal inklınasyona sahip olduğu (midpalatal suturun ortopedik veya cerrahi genişletilmesinin uzun dönem pekiştirmesi hariç), seri çekimin yapıldığı, arkta yeterli yer olmadığı için vestibülopozisyonda sürmüş kaninlerin yerlerine getirildiği, büyüme potansiyeli kullanılarak düzeltilen anomalilerde büyümenin bittiği, gömülü kalmış dişler için yer açılıp dişlerin yerlerine sürdürüldüğü vakalar olarak tanımlanmıştır. Orta süreli pekiştirme gerektiren vakalar; 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 divizyon 2 vakaları, rotasyonlu dişlerin kök formasyonunun bitmesinden önce yani erken dönemde düzeltildiği vakalar ve ektopik dişlerin erüpsiyonunun sağlandığı vakalar olarak ifade edilmiştir. Daimi pekiştirme gerektiren vakalar ise alt arkta kanin kanin arası genişliğin arttırıldığı, polidistemaların bulunduğu, özellikle yetişkin hastalarda şiddetli çapraşıklığın ve şiddetli rotasyonlu dişlerin düzeltildiği vakalar ve dudak damak yarıklı bireylerin ortodontik tedavisi olarak belirtilmiştir.

Kısa süreli pekiştirmenin ilk üç ay tüm gün, izleyen üç ay ise sadece geceleri kullanılan hareketli aygıtlarla yapıldığı, orta süreli pekiştirmenin ise yaklaşık bir ile beş yıl arası sürmekte olduğu ve çoğunlukla sabit ve/veya hareketli pekiştirme apareyleri ile birlikte yapıldığı ve gerekirse ilave olarak başlangıçtaki maloklüzyonun durumuna göre fonksiyonel bir aygıt veya ağız dışı aparey ile birlikte hareketli apareyler kullanılarak gerçekleştirildiği ifade edilmiştir (Houston vd 2000, Proffit 2013).

## 2.2. Pekiştirme Aygıtları

Ortodontik tedavi sonrası uygun pekiştirme apareyi ve protokolüne karar vermek için hastanın büyüme paterni ve büyüme döneminin, başlangıç maloklüzyonunun, alışkanlıklarının ve kooperasyonunun göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmiştir (Graber vd 2016). Her vaka için önerilen tek bir pekiştirme apareyinin olmadığı, bireysel olarak tedavi öncesi ve sonrası durum değerlendirilerek en uygun pekiştirme apareyinin belirlenmesi gerektiği ifade edilmiştir (Zachrisson 1982). Ortodonti pratiğinde pasif ve aktif pekiştirme tipleri ile kullanılan sabit ve hareketli pekiştirme aygıtları mevcuttur (Proffit 2013). Pasif pekiştirme, pekiştirme döneminde hiçbir apareyin kullanılmadığı, sadece dişlerin oklüzal ilişkilerine dayanan takip dönemidir. Tedavi sonrası nüksü önlemek için uygun bulunan bir aparey ile pekiştirme yapılmasına ise aktif pekiştirme denilmiştir (Perkün 1973). İyi bir pekiştirme apareyi nüksü önlemeli ve aynı zamanda fizyolojik diş hareketlerine ve oklüzal ilişkilerin

optimizasyonuna izin vermeli ve aynı zamanda fonksiyonel oklüzyona engel olmamalıdır. Ayrıca apareyin yapımının ve tamirinin kolay olması, hasta tarafından rahat temizlenebilir, kullanılabilir ve estetik olması ve uzun süreli kullanımda şeklinin bozulmaması gerektiği ifade edilmiştir (Collett 1998, Proffit 2013, Graber 2016). Pekiştirme tedavisi safhasında ortodonti kliniklerinde bu amaçla en sık kullanılan apareyler; sabit retainerlar, hawley apareyi ve vakumla şekillendirilen termoplastik pekiştirme plaklarıdır.

### 2.2.1. Sabit Pekiştirme Aygıtları

İlk sabit pekiştirme aygıtları bantlı apareylerdir (Angle 1907). Bantlara sabitlenmiş lingual arklar pekiştirme amaçlı kullanılmıştır. Sonrasında kanin dişlerin bantlandığı ve keser dişlerin lingualinden geçen kalın bir telin bantlara lehimlendiği bir aygıt kullanılmıştır. Asitle pürüzlendirme tekniğinin bulunmasıyla birlikte ortodontide yeni bir döneme girilmiş ve Knierim (1973) ilk kez asitle pürüzlendirme tekniğini kullanarak sabit lingual retainer yapımını göstermiştir. Çeşitli yazarlar farklı yapıştırılabilen sabit retainer tasarımları önererek, farklı yapı ve çaplarda teller kullanmışlardır. Farklı kompozitler, meşli pedler, kompozitle ekstrakoronal ve intrakoronal tel bağlanması, rezin fibercam şerit kullanımı gibi farklı teknikler literatürde yer almıştır (Zachrisson 1977, Artun ve Zachrisson 1982, Bearn 1995, Artun vd 1997, Zachrisson 2007, Pazera vd 2012, Pandis vd 2013).

Rinchuse ve arkadaşları (2007), sabit retainerların avantajlarının aktif hasta uyumu gerektirmemeleri ve estetik olmaları, dezavantajlarının ise potansiyel gingival inflamasyon ve kırıldığında hastaların hekimi sorumlu tutma algısı olduğunu rapor etmiştir. Zachrisson (2017), sabit retainer tellerinin hasta uyumu gerektirmediği ve dışarıdan gözükmedikleri için estetik bir seçenek olduklarını, tek başlarına veya hareketli retainerlarla beraber kullanılabileceklerini ve istenildiği takdirde oklüzyon dışında tutulabileceklerini ya da minede açılan küçük olukların içine gizlenebileceklerini ve fizyolojik diş hareketine izin verdiklerini ifade etmiştir. Hareketli retainerlara kıyasla sabit retainerların major dezavantajlarının ise yerleştirme işleminin zaman alıcı ve uygulanmasının tekniğe duyarlı olduğunu bildirmiştir.

Zachrisson (1977), yapıştırma işlemi sırasında retainer teli pasif değilse dişlerin hareket edebileceğini, bir diğer tekniğe bağlı sorunun da sıklıkla yaşanan yapıştırma başarısızlıkları olduğunu bildirmiştir. Bağlanma başarısızlığının az kompozit eklendiyse tel ile kompozit ara yüzeyinde ya da nem kontaminasyonu veya retainerın yapıştırma sırasında hareket etmesi nedeniyle mine ile kompozit ara yüzeyinde olabileceğini göstermiştir. Dikkatli bir şekilde uygulanan yapıştırma prosedürlerine rağmen maksiller

ve mandibuler tüm anterior segment dişlerine uygulanan sabit retainerların kullanımından sonra da yapıştırma başarısızlıklarının olduğunu bildirmiştir. Yapıştırma başarısızlıklarına ek olarak interdental tel segmentlerinde stres kırılmaları da rapor edilmiştir (Zachrisson 2015). Araştırmacılar sabit retainerların diğer bir başarısızlığının da yanlış aktivasyon da denilebilen relapsa, keser çapraşıklığına, tork farklılıklarına, gövdesel hareket ve kök dehissenslerine neden olan kuvvet uygulama ihtimali olduğunu bildirmişlerdir (Zachrisson 2007, Pazera vd 2012, Pandis vd 2013, Shaughnessy vd 2015). Kucera ve Marek (2016) "bükülme etkisi" dedikleri relaps olarak görülmeyen fakat kanin dişlerde farklı bukkolingual inklınasyona yol açan komplikasyonun sıklıkla görüldüğünü rapor etmişlerdir. Bazı yazarlar sabit retainerların ağız hijyenini bozduğunu, diş taşı ve plak birikimini arttırarak çürük oluşumuna neden olduklarını düşünmektedirler. Gorelick (1982) ve Artun (1984), sabit retainerların retainer teli boyunca plak ve diş taşı biriktirme eğilimleri olduğunu söylemişlerdir. Sheridan (1993), hijyeni düzeltmek için dişlerin seviyelenmesinden sonra sabit retainer yapıştırılmasının bu amaçla çeliştiğini, zımparalama ile konturları kaldırılan alt keserlere sabit retainer uygulamasıyla periodontal hastalığa yatkın bu bölgelerin diş ipi ile temizlenemeyeceğini bildirmiştir. Bununla birlikte Hamula (1991), diş taşı birikimine eğilimi olan hastalarda sabit retainer kullanılamayacağını rapor etmiştir.

Yapılan literatür incelemesinde sabit lingual retainerların başarısızlık oranının özellikle üst çenede yüksek olduğu görülmektedir (Scheider ve Ruf 2011, Dietrich ve Patcas 2015, Zachrisson 2016). Üst çene anterior bölgeye uygulanan sabit retainerın karşıt dişler ile tel veya adezivle çatışma yaratması ya da prematüre kontakten kaçınmak için yerleşim yerinin apikale taşınmasının diş eti çekilmesine neden olma ihtimali olduğu belirtilmiştir (Pandis vd 2007). Klinik başarısızlığın ince ve esnek telin kırılması veya yüzey kontaminasyonuna bağlı olarak mine ve kompozit ara yüzeyinden ayrılma şeklinde görülebildiği, ancak sıklıkla tel ve kompozitin birbirinden ayrılması sonucu olduğu rapor edilmiştir (Dahl ve Zachrisson 1991, Bearn 1995). Ayrıca yetersiz adeziv uygulanması ve abrazyon nedeniyle de materyal kaybının telin kompozit yüzeyinden ayrılmasına neden olabileceği ifade edilmiştir (Zachrisson 1977, Dahl ve Zachrisson 1991). Sabit lingual retainerlardaki bir diğer başarısızlık nedeninin ise hastanın telde meydana gelen ayrılmayı fark etmemesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Tüm bunların yanı sıra, sabit pekiştirme aygıtlarının hastaya uygulaması zaman alır ve teknik hassasiyet gerektirmektedir. Ayrıca interproksimal temizleme prosedürlerini zorlaştırdığı için oral hijyeni idame ettirmek, hareketli pekiştirme apareylerine göre daha zor olmaktadır. Sabit pekiştirme aygıtlarının bazı hastalarda plak ve diş taşı birikimine yol açması en büyük dezavantajlarından biridir. Daimi pekiştirmenin tavsiye edildiği durumlarda hijyen problemi uzun vadede istenmeyen

periodontal hastalıklara yol açabilir. Kısa dönem kontrollerde ise minede dekalsifikasyonlar ve periodontal hastalık görülmemiş ve plak artışı bulunmamış olmasına rağmen uzun dönem incelemelerde plak artışına rastlanmıştır (Zachrisson 1977, Heier vd 1997, Atack vd 2007).

Sabit retainerların alt anterior diş pozisyonlarının korunmasında hareketli apereylere göre daha etkin olduğu ifade edilmektedir (McDermott vd 2007). Ancak Littlewood ve arkadaşları (2006), sabit retainerların hareketli apereylerden etkin olduğuna dair güvenilebilir bir kanıtın bulunmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Atack ve arkadaşları (2007) da sabit retainer ile hareketli retainerlar arasında etkinlik olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca uygulanması zor ve zaman alıcı olan sabit retainerların kullanımı esnasında meydana gelen kopmaların hasta tarafından fark edilemediği ve buna bağlı olarak da alt anterior bölgede nüks oluşabileceği de ifade edilmiştir (Dahl ve Zachrisson 1991, Colett 1998).

### **2.2.2. Hareketli Pekiştirme Aygıtları**

Hastalar tarafından takıp çıkarılabilen apereylerdir. Bu apereyler genellikle paslanmaz çelik teller ve akrilik veya vakumla şekillendirilen termoplastik materyaller kullanılarak yapılmaktadır. Aktif ortodontik tedavi bitiminden sonra ağız içi ölçü alınarak laboratuvar ortamında hazırlanırlar. Pekiştirme amacıyla pek çok hareketli aygıt tanıtılmış ve ortodontistlerin kullanımına sunulmuştur. Bunlardan bazıları; hawley apareyi, wraparound (clipon) apareyi ve vakumla şekillendirilen termoplastik pekiştirme plaklarıdır (McNamara ve Brudon 2001, Başçiftçi vd 2007, Joondeph 2012). Literatür incelemesinde bazı çalışmalarda hareketli retansiyon apereyelerinin yarı zamanlı kullanımın yeterli olduğu (Gill vd 2007, Shawesh vd 2010) ifade edilmiş olmasına rağmen tam zamanlı kullanımını öneren araştırmacılar da bulunmaktadır (Destang ve Kerr 2003, Kaan ve Madlena 2011).

#### **2.2.2.1. Hawley Apareyi**

Hawley'in 1919 yılında yayınladığı makalesinde tanıttığı hareketli pekiştirme apareyi olan hawley, o günden günümüze çeşitli modifikasyonlar ile aktarılmıştır (Hawley 1919). Günümüzde genellikle üst çene için pekiştirme apareyi olarak kullanılır ve akrilik kısım ile tutucu elemanlardan oluşur. Avantajları arasında dişlerin oklüzal yüzeylerini örtmemesi nedeniyle maksiller ve mandibuler posterior segmentlerin birbirine doğru dikey hareketine izin vermesi, derin kapanışı olan hastalarda maksiller plağın kesici bölgesinin palatinalinde akriliğin kalın tutulması ile uzun dönem pekiştirmenin sağlanması ve diş eksikliği bulunan vakalarda restorasyon bölgesinde

boşluğu doldurarak estetik ihtiyaçları karşılayabilir olması bildirilmiştir (Luther ve Nelson-Moon 2013). Dezavantajları ise hasta uyumuna bağlı olması ve telin oklüzyondan geçtiği yerlerde dentisyonun yerleşmesini engellemesi olarak ifade edilmiştir. Ayrıca bazı hastaların estetik açıdan kabul edilebilir bulmadıkları bildirilmiştir (Rinchuse vd 2007).

### **2.2.2.2. Wrap Around Apareyi**

Hawley apareyinin diğer bir modifikasyonu olan bu aparey geleneksel vestibül ark ve Adams kroşeler yerine, yine U bükümü içeren ancak kaninlerin distalinden oklüzal düzlemi kesmeyen, tüm dişlerin labial yüzeylerine temas ederek en distaldeki molar dişin gingival sınırından palatinala dönen tek parça vestibül ark içermektedir. Bütün dişlerin labial ve lingual yüzeylerinden geçen telle güçlendirilmiş akrilik bardan oluştuğu için her bir dişi sıkı bir şekilde tutmaktadır. Fakat pekiştirme aygıtları için bunun bir dezavantaj olduğu söylenmiştir. Bu tip bir aygıtın, birincil olarak peridontal yıkıma uğramış dişlerin birbirine splintlenmesi için endike olduğu belirtilmiştir (Premkumar 2015).

### **2.2.2.3. Vakumlu Termoplastik Pekiştirme Apareyleri**

İlk olarak Ponitz (1971) vakumlu termoplastik pekiştirme apareyini ve yapım tekniğini tanıtmış, daha sonrasında essix materyali Raintree Essix firması tarafından 1993 yılında piyasaya sürülmüştür. Aynı yıl Sheridan ve arkadaşları tarafından essix materyalinden yapılmış vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin ilk kez ortodonti kliniğinde kullanımı gösterilmiştir. Essix materyali Sheridan ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışma (1993) ile pekiştirme aygıtlarının yapımında kullanılmaya başlanmış olup, günümüzde sıklıkla klinik pratiğinde pekiştirme apareyi olarak kullanılmaktadır. İngiltere’de 1996 yılında Ulusal Sağlık Servisi’nde tanıtıldığı günden bugüne vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin muadili olan diğer apareylerden dokuz kat daha fazla kullanıldığı ifade edilmiştir (Hichens vd 2007). Yapılan anket çalışmalarında Amerika, Avustralya, İrlanda’da da ortodontistler tarafından en sık kullanılan pekiştirme apareyleri olduğu belirtilmiştir (Wong ve Freer 2004, Singh vd 2009, Valiathan ve Hughes 2010, Pratt vd 2011, Meade ve Millett 2013). Vakumlu termoplastik pekiştirme apareyelerinin avantajları arasında tel bükümü olmamasından dolayı imalat kolaylığı, hastaya uygulanmasının kolay olması, aynı gün içerisinde uygulanabilir olması, ekonomik olması, gerektiğinde eksik olan diş bölgelerine akrilik diş ilave edilebilmesi ve hastalar tarafından kolay kabul edilebilir olması sayılmaktadır (Sheridan vd 1993). Vakumlu termoplastik pekiştirme apareyleri ayrıca kolayca

temizlenebilir, küçük boyutlu ve estetikdir (Gardner vd 2003).

Literatürde hareketli pekiştirme apareylerinden hawley plağı ile vakumlu termoplastik pekiştirme plağının etkinliğinin karşılaştırıldığı birçok araştırma bulunmaktadır. Lindauer ve Shoff (1998), vakumlu termoplastik pekiştirme plağı ve hawley plağının etkinliklerini overbite, overjet ve çapraşıklık yönünden 6 aylık pekiştirme dönemi boyunca değerlendirmişler ve her iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını, ancak her iki grupta da hawley grubunda daha fazla çapraşıklık meydana geldiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Barlin ve arkadaşları (2011), bir yıllık pekiştirme dönemi sonunda kesici diş çapraşıklığı, kanin-kanin arası genişlik ve ark uzunluğu yönünden bu iki aparey arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını ifade etmiştir. Rowland ve arkadaşları (2007) ise 397 kişilik oldukça geniş bir hasta grubunu 6 ay süresince takip etmiştir. Araştırmacılar rotasyon, kanin-kanin ve molarlar arası genişlikler yönünden iki aparey tipi arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını, ancak özellikle alt anterior bölgede olmak üzere hem üst hem alt labial segmentte çapraşıklığın nüks etmemesi yönünden vakumlu termoplastik pekiştirme plağının daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Demir ve arkadaşları (2012) da kanin-kanin arası genişliğin ve ark uzunluklarının korunması açısından her iki apareyin de benzer sonuçlar gösterdiğini, ancak vakumlu termoplastik pekiştirme plağının özellikle alt anterior dişlerin pozisyonlarının korunmasında daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. İlave olarak hastaların çoğunluğunun vakumlu termoplastik pekiştirme apareyini hawley apareyine tercih ettikleri ve hawley apareyine göre daha yüksek bir memnuniyet oranı ile kullandıkları belirtilmiştir (Rowland vd 2007, Hichens vd 2007). Vakumlu termoplastik pekiştirme apareylerinin kullanım ömürleri geleneksel hawley apareyi ile karşılaştırılabilir olarak bulunmuştur (Mai vd 2014). Maliyet ve etkinliklerinin karşılaştırılmasında vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin kırılma insidansı hawley apareyine göre daha düşük bulunmuştur (Hichens vd 2007). Retansiyonun yanı sıra vakumlu termoplastik pekiştirme apareylerinin minör diş hareketlerini üretmek ve gerektiğinde beyazlatma plakları olarak da kullanılabileceği bildirilmiştir (Ponitz 1971).

Literatürü incelediğimizde pekiştirme tedavisi amacıyla vakumlu termoplastik pekiştirme apareylerinin 6 ay ile 4 yıl arası değişen sürelerde hastalar tarafından kullanılması istendiği ve günlük kullanım süresinin 12-24 saat/ gün arası değiştiği gözlenmiştir (Sauget vd 1997, Rowland vd 2007, Hichens vd 2007, Dinçer ve Işık Aslan 2010, Barlin vd 2011, Xu vd 2011, Sun vd 2011, Demir vd 2012, Al-Moghrabi vd 2018). Vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin pekiştirme tedavisi süresi boyunca kullanılabilir olması relaps riskinden dolayı önem taşımaktadır. Çalışmalarda vakumlu termoplastik pekiştirme apareylerinin kaybolması, tam olarak oturmaması (aparey kullanılmamasına bağlı relaps nedeni ile dişlere tam oturmaması), kırılması veya

aşınmasına bağlı olarak kullanım ömürlerinin değiştiği bildirilmiştir (Hichens vd 2007, Sun vd 2011, Zhu vd 2017, Forde vd 2017). Lindauer ve Shoff (1988), essix materyalinden yapılan vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin uygulanmasından sonra 6 ile 18 ay arasında tekrar yenilenmesi gerektiğini bildirmiştir. Hickens ve arkadaşları (2007), altı aylık takip sonucunda vakumlu termoplastik pekiştirme apareyi uygulanan 181 bireyden 21 tanesine tekrar aparey yapılması gerektiğini rapor etmiştir. Sun ve arkadaşları (2011), çalışmaları dahilinde yapılan 110 adet vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin bir yıllık takip sonucunda 75 tanesinin herhangi bir sebepten dolayı yenilenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Zhu ve arkadaşları (2017), bir yıllık takip sonucunda çalışmaya dahil edilen toplam 72 bireyden 25 tanesinin vakumlu termoplastik pekiştirme plaklarının herhangi bir sebeple tekrar yenilenmesi gerektiğini belirtmiştir. Forde ve arkadaşları (2017), çalışma kapsamında yapılan 60 adet vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin 14 tanesinin en az bir kere yenilendiğini ifade etmiştir.

Campbell ve arkadaşları (2009), vakumlu termoplastik pekiştirme apareyinin yenilenme sebeplerini araştırmış ve vakaların yüzde 38'inde apareyin aşırı aşınmasından dolayı tekrar yenilenmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Literatürde vakumlu termoplastik pekiştirme apareylerinin aşınmasına bağlı yenilenme sebeplerine ilişkin in vitro çalışmalar da yapılmıştır (Gardner vd 2003, Raja vd 2014, Moshkelgosha vd 2016, Ahdab 2016). Vakumlu termoplastik pekiştirme apareylerinin aşınmaya karşı dirençleri ile ilgili yapılan in vitro çalışmalarda çeşitli sertlikte abrader ajanlar ve çiğneme hareketlerini taklit eden çeşitli çiğneme simülatörleri kullanılmıştır.

Gardner ve arkadaşları (2003), üç farklı vakumlu termoplastik pekiştirme apareyi yapım materyalinin aşınmaya karşı dirençlerini in vitro koşullarda değerlendirmiştir. Ağız ortamındaki hareketleri taklit eden çiğneme simülatörü kullanılarak yapılan çalışmada farklı yapım materyallerinin farklı aşınma dirençleri olduğu gösterilmiştir. Yine benzer bir çalışmada Raja ve arkadaşları (2014), dört farklı vakumlu termoplastik pekiştirme apareyi yapım materyalini test etmiş ve materyalden kaynaklı olarak aşınma dirençlerinin farklı olduğunu bildirmiştir. Ahdab (2016) çalışmasında ortodonti kliniklerinde kullanılan vakumlu termoplastik pekiştirme apareylerinin fiziksel özelliklerini değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda farklı kimyasal baz yapıya sahip termoplastik pekiştirme apareyi yapım materyallerinin aşınma dirençleri, yüzey sertlikleri ve elastikiyet özellikleri gibi fiziksel özelliklerinin farklı olduğunu belirtmiştir.

Yapılan bu çalışmalarda ağız içindeki aşınmayı taklit etmek için çiğneme simülatörü kullanılmıştır. Plakların karşılarında dişlerin sert yapılarını taklit edecek şekilde aşındırıcı bir materyal seçilmiştir. Ancak bu aşındırıcı materyalin ne olması

gerektiği ile çiğneme simülatörünün hareket özellikleri ve uygulanan kuvvet miktarı hususunda araştırmacılar arasında herhangi bir fikir birliğinin sağlanamadığı görülmüştür (Gardner vd 2003, Raja vd 2014, Ahdab 2016).

### **2.3. Essix Materyalleri**

#### **2.3.1. Essix Materyalinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri**

Essix materyalleri yapısal olarak görünür ışığın geçmesine ve materyalin şeffaf bir görünüm vermesine izin veren amorf veya kısmen kristalimsi polimerlerden oluşur. Kristalimsi polimerler mekanik özellikleri etkilerken, ısı ve basınçtaki değişimler ile amorf yapıya geçiş veya amorf yapıdan kristalimsi yapıya geçiş olabilmektedir (Min vd 2010, Ryu vd 2018). Essix pekiştirme apareylerini üretmek için kullanılan termoplastik malzemelerden en çok kullanılanları polietilen polimerleri (PEC) ve polipropilen polimerleri (PPC)'dir. Polietilen polimerler akrilik materyalin bağlantısına izin verir. Ayrıca malzemenin kendi şeffaflığı nedeniyle transparan bir görüntüsü vardır ve estetikdir. Diğer yandan akrilik materyal polipropilen polimerleri ile bağlantı sağlayamaz, fakat materyal daha esnek ve translüsensidir (Raja vd 2014).

Ryokawa ve arkadaşları (2006), essix materyallerinin ısı ve vakum altında şekillendirilmesi (thermoforming) ile materyal kalınlığının değiştiğini, materyallerin farklı su absorpsiyonu ve suda çözünme özelliklerine sahip olduklarını, elastikiyet modüllerinin thermoforming işlemi sonucunda ve intraoral çevreyi taklit eden termal banyo sonucunda değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında "Essix A+" materyalinin işlem görmemiş halinin kalınlığının 0,99 mm olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar thermoforming sonucunda materyal kalınlığının 0,74 mm ve 24 saatlik termal banyo sonrası kalınlığının 0,89 mm olduğunu ifade ederek, termal banyo öncesi ve sonrası materyal kalınlığının yüzde 19,9 oranında arttığını göstermişlerdir. Yine aynı çalışmada elastikiyet modülleri karşılaştırıldığında, A+ materyalinin thermoforming sonucunda elastikiyet modülünün anlamlı derecede artmış olduğu gösterilmiş ve termal banyo sonrası bu artışın azalmış olmasına rağmen materyalin işlem görmemiş ilk haline göre anlamlı derecede yüksek olduğu ifade edilmiştir (Ryokawa vd 2006).

Ryu ve arkadaşları (2018), Essix A ve Essix ACE materyali ile beraber diğer şeffaf plakların thermoforming öncesi ve sonrası şeffaflıklarını (ışık geçirgenlik ve translüsensi), su absorpsiyonunu, suda çözünürlüğünü, kalınlık değişimlerini, yüzey sertliğini ve elastikiyet özelliklerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda 1 mm kalınlığındaki ACE ile A+'ın thermoforming öncesi ışık geçirgenliği benzer bulunmuştur. Thermoforming ile her iki materyalin de ışık geçirgenliği azalmıştır. Essix ACE'nin ışık



geçirgenliğinin azalmasının anlamsız olduğu ifade edilirken, A+'daki azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir. Thermoforming sonucunda A+ materyalinin ACE materyaline göre daha az ışık geçirgenliğine sahip olduğu gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada 1 mm kalınlığındaki ACE materyali ile A+ materyalinin su absorpsiyon özelliğinin thermoforming ile arttığı, thermoforming öncesi ve sonrası her iki durumda da ACE materyalinin su absorpsiyon özelliğinin A+ materyaline göre daha az olduğu ifade edilmiştir. Thermoforming öncesi ACE ile A+'ın sudaki çözünürlük miktarının benzer olduğu, thermoforming sonrası her iki materyalin de çözünürlük miktarının arttığı, fakat ACE'nin A+'a göre sudaki çözünürlük miktarının anlamlı olarak daha az olduğu rapor edilmiştir. Knopp yüzey sertliği testinde thermoforming öncesi her iki materyalin benzer sonuçlar gösterdiği ve thermoforming sonrası her iki materyalin yüzey sertliğinin artmış olduğu ifade edilmiştir. Elastikiyet kapasitelerinin karşılaştırılmasında universal test cihazı ile yapılan ölçümlerde thermoforming öncesi ACE ile A+ arasında farklılık bulunmadığı bildirilmiştir. Thermoforming sonrası A+'ın elastikiyet modülündeki artış anlamsız bulunurken, ACE'nin elastikiyet modülündeki azalışın anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır (Ryu vd 2018).

### **2.3.2. Essix Materyalinin Aşınma Direnci ve Yüzey Pürüzlülüğü**

Aşınma birbiriyle temasta olan iki ya da daha fazla hareketli yüzeyin mekanik etkileşim sonucunda yüzeylerinden malzeme kaybı olarak tanımlanmaktadır. Klinik aşınma ise karmaşık bir süreçtir ve aynı anda etkileşimde olan çeşitli mekanizmaları içermektedir (Gardner vd 2003). Aşınma direnci ve yüzey pürüzlülüğü dental materyallerin ömrünü değerlendirmek için kullanılan önemli bir ölçüttür (Silami vd 2016). Literatürde dental materyallerin ve diş yüzeylerinin yüzey özelliklerini değerlendirmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu değerlendirme yöntemleri esnasında elektron tarama mikroskobu (SEM), atomik kuvvet mikroskobu (AFM), 3D lazer tarama, mikroCT ve profilometre cihazları kullanılabilir (Gardner vd 2003, Schmidlin vd 2003, Eliades vd 2004, Kubinek vd 2007, Al Shamsi vd 2007, Ferrazzano vd 2008, Olejniczak vd 2008, Field vd 2010). Her teknik, örnekte oluşabilecek tahribat, analiz sırasında spesifik çevresel koşullara duyulan ihtiyaç, kantitatif olarak yüzey özelliklerinin uygun biçimde değerlendirilmesinde yetersizlik veya sonuçların yorumlanmasında zorluk gibi kendi limitasyonlarını barındırmaktadır (Field vd 2010). SEM ile yapılan standart mikroskopik teknikler kantitatif bir ölçüğe sahip değildir ve bu nedenle işlem görmüş yüzeylerin pürüzlülüğünün karşılaştırmalı değerlendirmesi için kullanılamamaktadır. Ayrıca incelenecek yüzeylerin hazırlanması sırasında örneklerde

tahribat oluşma riski bulunmaktadır (Eliades vd 2004). Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) üç boyutlu yüzey incelemesi yapmaktadır. Tarama yapılan alan diğer yöntemlere nazaran daha küçük olduğundan, tekrarlanan ölçümlerde aynı noktayı yeniden bulmak zor olabilmektedir (Jandt 2001, Kubinek vd 2007). 3D lazer tarama da dişler, plastikler, metaller ve seramikler gibi yüzeylerden lazer ışınının saçılmasına ve bunun sonucunda çözünürlük kaybına neden olduğu ifade edilmiştir (Al Shamsi vd 2007). Bilgisayarlı mikroCT, değerlendirilecek objenin sadece yüzeyel olarak değil, aynı zamanda iç yapısının da görüntüsünün oluşturulabilmesi için farklı açılardan düzlemsel kesitler alarak bunları birleştiren sistemdir (Jung vd 2005, Olejniczak vd 2008, Marchewka vd 2014).

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi ve analizi amacıyla en sık kullanılan ölçüm cihazı profilometrelerdir. Profilometre cihazlarında yüzeyin taranması mekanik bir uç ya da ışık saçılımı ile gerçekleştirilmektedir (Stout ve Blunt 2000). Profilometre cihazları çalışma sistemlerine göre kontakt ve optik (non-kontakt) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Kontakt profilometre de yüzey taraması yüzeye direkt temasta olan elmas mekanik uç yardımıyla sağlanmaktadır. Elmas ucun çapı 5-10 µm arasında değişmekle beraber detaylı analizler için farklı incelikte uçlar da kullanılmaktadır. Görüntü kalitesi analiz edilen yüzey profilinin lateral ve vertikal çözümülemesine bağlı olarak değişmektedir. Lateral çözümüleme mekanik ucun çapına, vertikal çözümüleme ise yüzey profilinin özelliklerine ve ölçüm mesafesine bağlıdır. Tarama esnasında elmas ucun örnek üzerinde meydana getirdiği yük ve tahribatın sonuçları etkileyebilir olduğu ifade edilmiştir (Wieland vd 2001, Cehreli vd 2008).

Optik profilometre non-kontakt profilometre olarak da adlandırılan mekanik tarayıcı ucun olmadığı profilometre türüdür. Yüzeylerin taranmasında bir tür ışın demeti kullanılmaktadır. Optik profilometre cihazlarının en büyük avantajı tarama esnasında yüzeylerde tahribat yaratmamasıdır (Wieland vd 2001). İnterferometre ile aydınlatılan yüzey taranarak görüş alanındaki her bir görüntü noktası için bilgisayar ortamında değerlendirilebilen interferans yoğunluk modelleri oluşturulur. Spesifik bilgisayar yazılımı ile oluşturulan bu modeller frekans alanı analizi aracılığı ile işleme tabi tutulur ve yükseklik verileri ile düzlem koordinatlarının da birleştirilmesiyle taranan yüzeyin üç boyutlu yüzey görüntüsü elde edilir. Spesifik yazılımları oluşturulan üç boyutlu yüzeyin pürüzlülüğünün nicel olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. Yüzey ölçümleri sonucunda sayısal olarak ifade edilebilen parametrelerden bazıları Ra (Roughness average); yüzeyde bulunan girinti ve çıkıntıların alansal olarak eşitlendiği ve eşitlenen bu alanın orta ekseninin üstünde ve altında kalan alanların orta eksene olan çizgisel mesafelerinin aritmetik ortalamasıdır. Rz; incelenen yüzeyin pürüzlülüğündeki en

yüksek tepe noktası ile en derin girintisi arasındaki derinliğin çizgisel mesafesidir. Ra ve Rz değeri, dental literatürde yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için en sık kullanılan ölçüm birimidir. (Cehreli vd 2008, Flury vd 2012, Erefej vd 2013, Horozoğlu 2013, Bandeira vd 2017).

Literatürde vakumla şekillendirilen pekiştirme plaklarının aşınma direnci daha önce birçok çalışmada incelenmiştir. Çalışmalarda bir çeşit seramik olan “steatit” seramik aşındırıcılar kullanılmış ve aşınma direncini değerlendirmek için aşınma derinlikleri ölçülmüştür (Gardner vd 2003, Raja vd 2014, Ahdab 2016, Moshkelgosha vd 2016).

Gardner ve arkadaşları (2003), üç farklı termoplastik materyalde instron cihazı kullanarak aşınma testi uygulamışlardır. Araştırmacıların kullandıkları termoplastik materyaller Essix C+ (polipropilen kopolimer PPC), Invisacryl C (polipropilen kopolimer PPC) ve TR (polietilen kopolimer PEC)'dir. Yükleme kuvveti 25 kg (~245 N) olarak ayarlanmış ve 37 °C'deki suda 1000 siklus uygulamışlardır. Örneklerin aşınma derinliği ölçümleri için mekanik yüzey profilometre cihazı ile Rz değerleri incelenmiştir. Yüzey profilometre analizi sonucunda polietilen kopolimer yapıdaki termoplastik materyalin polipropilen polimer yapıdaki termoplastik materyallere göre aşınmaya karşı daha fazla direnç gösterdiği bildirilmiştir.

Daha sonra Raja ve arkadaşları (2014), dört farklı termoplastik retainer materyali ile benzer çalışmayı yapmıştır. Çalışmada kullanılan materyaller; Essix C+ (PPC), Essix Ace (PEC), Duran (PEC), and Tru-Tain (PEC) olarak seçilmiştir. Materyallere çiğneme simülatörü yardımıyla 460 gram basınçta 1000 siklus (13 saat 4 dakika) uygulanmıştır. Numunelerin yüzey analizi için non-kontakt üç boyutlu yüzey profilometre cihazı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda aşınma dirençleri açısından üç polietilen kopolimer materyalin polipropilen bazlı termoplastikten daha fazla aşınma direnci gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca araştırmacılar “Essix ACE” materyalinin “Essix C+” ile “Tru-Tain” materyalinden aşınmaya karşı daha fazla direnç gösterdiğini belirtmişlerdir. Essix C+ grubu için ortalama aşınma derinliği 63.20 µm ile en yüksek değer olarak bulunurken, bu değer Essix ACE grubunda 7.88 µm, Duran grubunda 9.75 µm ve Tru-Tain grubunda 12.08 µm olarak bulunduğu ifade edilmiştir.

Ahdab (2016), altı farklı termoplastik pekiştirme materyalinin fiziksel ve kimyasal yapılarını değerlendirmiştir. Çalışmada kullanılan materyaller Essix ACE, Essix Plus, Essix C+, Invisacryl C, Invisacryl Ultra ve Endure olarak seçilmiştir. Materyaller kimyasal yapılarına göre gruplandırılmış ve fiziksel özellikleri karşılaştırılmıştır. Çiğneme simülatörü ve abrader ajan kullanılarak yapılan yüzey aşınma testlerinin sonuçları non-kontakt profilometre ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda farklı

termoplastik pekiştirme materyallerinin üretildikleri malzeme türlerinden kaynaklı olarak aşınma dirençleri arasında farklılıkların olduğu ifade edilmiştir. Daha önce yapılmış çalışmaların (Gardner vd 2003, Raja vd 2014) aksine polietilen kopolimer yapıdaki Invisacryl Ultra materyalinin polipropilen yapıdaki Essix C+ ve Invisacryl C'den daha fazla aşınma göstermiş olduğu ifade edilmiştir.

Literatürde in vitro koşullar altında polietilen kopolimerlerinin polipropilen bazlı termoplastiklere göre daha üstün aşınma direncine sahip olduklarını gösteren çalışmalar (Gardner vd 2003, Raja vd 2014) ile birlikte bunun aksini bildiren çalışmalar (Ahdab 2016) arasındaki farklılığın aşınmanın karmaşık doğasından ve kullanılan çiğneme simülatörlerinin farklı dinamik özelliklerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Raja vd 2014, Ahdab 2016).

## **2.4. Ortodontide Hasta Uyumunu**

### **2.4.1. Hasta Uyumunun Tanımı**

Egolf ve arkadaşları (1990) oral hijyenine dikkat eden, uygulanan apareyleri gerektiği şekilde kullanan, önerilen uygun diyeti takip eden ve randevularına zamanında gelen hastayı koopere hasta olarak tarif etmişlerdir. Hasta kooperasyonu randevulara sadık kalınmasını, ağız hijyeninin sağlanmasını, apareylerin gerektiği şekilde ve sürede kullanımını, braketlerin kopmamasına özen gösterilmesini içermektedir (Nanda ve Kierl 1992). Kooperasyonda oluşabilecek bir problem ideal tedavi planından uzaklaşılmasına, maliyetin artmasına, tedavi süresinin uzamasına veya tedavinin sonlandırılmasına neden olabilmektedir.

### **2.4.2. Hasta Uyumunun Önemi**

Hasta kooperasyonu bir ortodontistin hasta memnuniyetini sağlayacak başarılı bir tedavi sonucunu yaratmasında en önemli gerekliliktir (Keim 2008). Yapısı gereği ortodontik apareylerin hasta kooperasyonu olmadan yapabilecekleri sınırlı olduğundan maloklüzyonun düzeltilmesi için hastanın kooperasyonu şarttır (Mehra vd 1996). Günümüzde her ne kadar yeni gelişen tedavi yöntemleriyle hasta kooperasyonu ihtiyacı azaltılmaya çalışılsa da kooperasyon kavramı sadece apareylerin kullanımını içermediğinden halen önemini korumaktadır. Bu yüzden ortodonti hastalarından önerilen tedavi prosedürlerine uyarak kooperasyon göstermeleri, ortodontik tedaviyle hedeflenen sonuca ulaşmayı kolaylaştıracak şekilde davranarak randevularına düzenli gelmeleri, apareylerini önerilen şekilde düzenli ve dikkatli kullanmaları ve ağız hijyenine dikkat etmeleri beklenmektedir. Çünkü ortodontik tedavinin istenen başarılı sonuca

ulaşabilmesi hekime bağlı faktörlerin yanı sıra, hastanın tedaviye göstereceği kooperasyonun miktarına da bağlıdır (Nanda ve Kierl 1992). Jarabak'ın geniş kabul görmüş şu saptaması bu konunun önemini daha açık bir şekilde ifade etmektedir: "Hasta kooperasyonunun eksikliği en iyi tedavi planını ve en iyi tedavi mekaniklerini bile başarısız kılabilir" (Jarabak 1965). Hasta tedavi prosedürü ile ilgili önerilere uymadığında, istenen tedavi hedefine ulaşma ihtimali de azalmaktadır. Yukarıda da bahsi geçen kooperasyonla ilgili kriterlerin sağlanamaması veya diğer bir deyişle kooperasyonunun yetersiz olması tedavi sürecinin uzaması, istenen sonuca ulaşılamadan tedavinin sonlandırılması veya ağızda birtakım doku hasarlarının oluşması gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu da hem hekim hem de hasta açısından zaman ve emek kaybı anlamına gelmektedir (Richter vd 1998, Beckwith vd 1999). Kooperasyon eksikliği sadece tedavi sonucu ile ilişkili bir problem olmayıp, tedavi boyunca ortodontist ve hasta için sıkıntı ve hayal kırıklığı anlamına da gelebilmektedir (Gross vd 1985).

#### **2.4.3. Hasta Uyumunu Değerlendirme Yöntemleri**

Ortodontistler her zaman bilinçli ya da bilinçsiz olarak tedavi başında her birey için tedavinin çeşitli safhalarında ulaşılabilecek kooperasyonun seviyesini tahmin etmeye çalışırlar. Bunu yaparken de genellikle hasta ve ailesi ile ilgili genel izlenimleri etkili olur. Bir araştırmada klinisyenlerin %39'unun hastaların genel davranışlarına bakarak, % 36'sının ailelerden edindikleri izlenimle, %25'inin hastaların ilgisi ile kooperasyonu öngördüğü saptanmıştır (Sergl ve Zenther 2000).

Hastaya bağlı olarak iyi bir ağız hijyeninin sağlanması, apareylerin kullanımı ile ilgili uyum (headgear veya lastik kullanımı ve süreleri), apareylerin bakımı ve korunması (tel ve braketleri koparacak, kıracak hareketlerden kaçınma), düzenli randevu takibi (habersiz gelmeme, geç gelme, erteleme) gibi konular kooperasyonun ana parametrelerini oluşturmaktadır (Richter vd 1998). Yapılan çalışmalar bu gibi parametrelere bağlı olarak ölçülen hasta kooperasyonunun oldukça stabil olduğunu ve tedavi boyunca aynı pozitif ya da negatif çizgiye sahip olma eğiliminde olduğunu göstermektedir (Slakter vd 1980, Sinha ve Nanda 2000). Bu ölçümlerin yanı sıra, kullanılan "Ortodontik Hasta Kooperasyon Ölçeği (OPCS)" gibi bazı ölçeklerle hekimin hasta ile ilgili görüşlerinden yararlanılarak, hasta ve ailenin tedaviyle ilgili tutum ve davranışları da klinik ölçümlere eklenerek kooperasyonun değerlendirilmesi ile ilgili faktörler genişletilmiş (Slakter vd 1980) ve OPCS'nin kooperasyon düzeyini ölçme amacıyla yapılan çalışmalarda kullanıldığı görülmüştür (Albino vd 1994, Grzywacz 2003). Tüm bu çalışmalar kooperasyon hakkında bilgiler verse de elde edilen bilgilerin

sübjektif olduğu ve tekrarlayan ölçümlerde yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkabildiği ifade edilmiştir (Cureton vd 1993, Bos vd 2007, Ağar vd 2003, Brandao vd 2006)

#### 2.4.4. Objektif Değerlendirme Yöntemleri

Yapılan literatür incelemesinde birçok araştırmacının hasta kooperasyonunun objektif olarak değerlendirilebilmesi için apareylerin kullanım zamanını ölçen aygıtlar geliştirdikleri görülmüştür. İlk olarak Northcutt (1974) tarafından headgear apareyine minyatür bir elektronik saat yerleştirilmesinin ardından Mitchell (1976), Clemmer ve Hayes (1979), Güray ve Orhan (1997), Doruk ve arkadaşları (2004) tarafından headgear kullanımı gerilime bağlı değişik tipte zaman ölçerlerle incelenmiştir. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte daha küçük boyutlarda ve ağız içindeki apareylere yerleştirilebilen zaman ölçerler geliştirilmiştir. Ackerman ve arkadaşları (2009), Smart retainer isimli termal mikrosensörün intraoral hareketli apareylerde kullanımını rapor etmiştir. Schott ve Göz (2010) ise Theramon isimli termal mikrosensörü ortodonti pratiğinde kullanıma sunmuştur.

#### 2.5. Mikrosensörlerin Genel Özellikleri

Günümüzde ortodonti kliniklerinde “Smart retainer” ve “Theramon” olmak üzere iki farklı mikrosensör kullanılmaktadır. Mikrosensörler çevresel sıcaklık değişikliklerini algılayan ve bu verileri bilgisayar yazılımına aktaran minyatür bir mikro işlemci içermektedir. Theramon mikrosensörün boyutları 9x13x2 mm ve ağırlığı 0.40±0.01 gr'dır. Mikrosensörün çevresi plastik koruyucu bir materyal ile kaplıdır. Her 15 dakikada bir aktive olarak ortam sıcaklık değerini ölçüp kaydetmektedir. Kaydedilen sıcaklık değerleri 35-42 °C arasında olduğunda mikrosensör içeren apareyin kullanıldığı anlaşılmaktadır. İstenirse bu aralık hekim tarafından değiştirilebilmektedir.

Mikrosensörden verilerin alınması ve gönderilmesi için radyo frekansı tanımlama teknolojisi kullanılmaktadır. Okuyucu istasyonu USB arayüzü yardımıyla bilgisayar ortamına bağlanmakta ve mikrosensörlerden gelen bilgileri alan ve grafiklere döken spesifik yazılım kullanılmaktadır. Yazılım programı ile her hastaya ait olan sensör, tedavi başında kaydedilip aktifleştirilmekte ve ölçüm yapmaya hazır hale gelmektedir. Üreticisinin talimatları mikrosensörün 18 aya kadar kullanılabilir olduğunu göstermektedir (<http://www.english.thera-mon.com/the-product/transponder/index.html>).

Bir diğer mikrosensör olan Smart retainer daire şeklinde olup, 14 mm çap ve 4 mm yüksekliğe sahiptir. Sekiz bitlik mikroişlemcisinin 20 MHz hızına ve 10 bit veriyi işleme kapasitesine sahip olduğu ve -40 ile +185 F sıcaklık değerleri arasında ölçüm yapabildiği bildirilmiştir. Elektriksel olarak silinebilir ve programlanabilir belleği 40 yıla

kadar yani 131.072 bit veri depolayabilmektedir. Okuyucu istasyonu ile Smart retainerın veri alışverişi optik sinyal iletim yoluyla olmaktadır. Sensörün ömrünün tipik kullanım altında 14 ay olduğu tahmin edilmiş, fakat gerçek ömrünün kullanıma göre değişebileceği bildirilmiştir (Ackerman vd 2009).

Her iki mikrosensör de istenen zaman aralığındaki ortalama günlük kullanım süresini grafiğe dökülebilmektedir. Smart retainer gün bazında detaylı bilgiler vermezken, Theramon mikrosensör istenen zaman aralığındaki apacey kullanma süresini gün bazına indirgeyerek grafiğe dökülebilmektedir. Bu özelliği nedeniyle hastanın apaceyini hangi gün ve hangi saatler içinde kullandığını görebilme imkanı sunduğu bildirilmiştir (Schott ve Göz 2010).

Smart retainer veri aktarımında optik sinyal iletim yolunu kullandığı için sensörün okuyucu istasyonuna tam olarak oturtulması ve herhangi bir kayma olmaması ayrıca sensörün ilave edildiği akrilik apaceyin renksiz olması gerektiği ifade edilmiştir. Maliyet açısından değerlendirildiğinde, beş adet Smart retainer mikrosensör ve bir okuyucu istasyonunun fiyatının yaklaşık olarak Theramon mikrosensörün okuyucu istasyonunun sınırsız kullanım fiyatına denk ve ilaveten mikrosensörün tedarik edilebilmesi için ekstra bir ücret gereksinimi olduğu bilinmektedir (Schott ve Göz 2010).

### **2.5.1. Mikrosensörlerin Doğruluğu ve Tutarlılığı**

Schott ve Göz (2010), çalışmalarında Theramon ve Smart retainer mikro sensörlerini termostatik su banyosunda in vitro olarak test etmişlerdir. Mikrosensör içeren akrilik üst çene plaklarını elektronik olarak zaman ve sıcaklık ayarlı sıcak su banyosunda dört hafta boyunca bekletip, programlanmış olarak değişen su sıcaklıklarında ölçüm tutarlılıklarını karşılaştırmışlardır. Su banyosu sonrası her iki mikrosensör okuyucu istasyonları yardımıyla bilgisayar ortamına bağlanmış ve spesifik yazılımları kullanılarak yapılan ölçümler grafiklere dökülmüştür. Çalışma sonucunda her iki mikrosensörün de programlanmış termal su banyosuna paralel olarak 4 hafta boyunca sorunsuz ölçüm yaptığı ifade edilmiştir. Ancak Theramon mikrosensörün programlanmış su banyosundaki sıcaklıkları daha tutarlı olarak kaydettiği ve Smart retainerın aksine gün içindeki sıcaklık değişimlerini de gösterebildiği bildirilmiştir.

Brierley ve arkadaşlarının klinik çalışmalarında 5 gönüllü birey ile 7 günlük takip süresince Theramon mikrosensörün ölçüm tutarlılığı ve doğruluğu test edilmiştir. Gönüllü bireylerin alt ve üst birinci molar dişlerine yapılan bantlara ilave edilen ataşman yardımıyla tutturulan mikrosensörlerin 24 saat süresince ölçüm yapması sağlanmıştır. Çalışma sonucunda üst çene için palatinal bölgeye yerleştirilen mikrosensörler (22.0 - 23.5 saat, ortalama 22.8 saat,  $\pm$  0.59) ile alt çene bukkal bölgeye yerleştirilen

mikrosensörlerin (22.5 - 24 saat, ortalama 23.3 saat,  $\pm$  0.57) %95 oranında doğru ölçüm yaptığı rapor edilmiştir (Brierley vd 2017).

### 2.5.2 Ortodontide Mikrosensör Kullanımı

Ortodonti alanında son on yılda mikrosensör kullanımına yönelik giderek artan bir ilgi meydana gelmiş ve birçok araştırmacı mikrosensörleri çeşitli apareylerde kullanarak çalışmalarını gerçekleştirmiştir (Schott ve Göz 2010, Ackerman ve Thornton 2011, Schott ve Göz 2011, Kawala vd 2013, Schott vd 2013, Pauls vd 2013, Schott vd 2013, Tsomos vd 2014, Hyun vd 2015, Schafer vd 2015, Stocker vd 2016, Al- Kurwi vd 2016, Arreghini vd 2017, Schott ve Menne 2018).

Schott ve arkadaşları (2010), mikrosensör ile aparey kullanma süresinin takip edilmesinin hastalar üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmaya dahil edilen ortalama yaşları 11,97 yıl olan 140 bireyden %25'i mikrosensör kullanımından memnun olduğunu ve mümkün olduğunca apareyini kullandığını, %25'i mikrosensör ile takip edilmekten memnun olmadığını ve kalan %49'u ise mikrosensör ile takip edilmenin tedavi süresini kısaltacaksa mikrosensör ile takip edilmekten memnun olduğu belirtmiştir.

Ackerman ve Thornton (2011), mikrosensör ile takip edilmenin hastaların apareyleri kullanma sürelerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında pekiştirme tedavisine başlanan 9 hastayı çalışma ve diğer 10 hastayı da kontrol grubu olarak değerlendirmişlerdir. Çalışma grubundaki hastalara pekiştirme apareylerini kullandıkları sürelerin kayıt edildiğini söylemişler, ancak kontrol grubundaki hastalara mikrosensör ile takip edildiklerine dair herhangi bir bilgi vermemişlerdir. Çalışma sonucunda günlük kullanım süresinin mikrosensör ile takip edildiği çalışma grubundaki hastaların mikrosensör bilgisi olmayan kontrol grubundaki hastalara göre pekiştirme apareylerini günlük ortalama 2,3 saat daha fazla kullandıkları rapor edilmiştir.

Schott ve Göz, 2011 yılında yapmış oldukları araştırmalarında hastalardan apareylerini takmaları istenen süre ile Theramon mikrosensör yardımıyla ölçülen apareylerini takma süresini karşılaştırmıştır. Beş aylık takip sonucunda hastalardan istenen aparey kullanma süresi (16 saat/gün) ile hastanın apareyini kullandığı gerçek süre (7-12 saat/gün) arasındaki farklılığın anlamlı olduğu bulunmuştur.

Diğer bir çalışmada Kawala ve arkadaşları (2013) da istenilen aparey kullanma süresini, ölçülen aparey kullanım süresi ile karşılaştırmışlardır. Çalışmaya dahil edilen ortalama yaşları 9,2 yıl olan 45 bireye hareketli akrilik apareyler kullandırılarak yapılması planlanan tedavi için aparey takma süresinin 9 saat/gün olması istenmiştir. Tedavi süresi kullanılan aparey tipine göre 1 ile 4 ay arasında değişmekle birlikte



ortalama iki buçuk aylık takip sonucunda hastaların apareylerini kullandığı gerçek sürenin erkeklerde ortalama 8,7 saat/gün, kızlarda ise 7,9 saat/gün olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aparey kullanma süresi ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı bulunmuştur (Kawala vd 2013).

Schott ve arkadaşları (2013) anket çalışmalarında hastalara apareylerinde bulunan mikrosensörden rahatsızlık duyup duymadıklarını ve düşüncelerini sorgulamışlardır. Çalışma hareketli akrilik aparey veya fonksiyonel aparey ile tedavi edilmesi planlanan ve çalışmaya katılmayı kabul eden ortalama yaşları 11.99 yıl olan 128 hasta (64 kız ve 64 erkek) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hastaların apareylerine Theramon mikrosensör eklenmiş ve mikrosensör ile aparey takma süresinin izlendiği bilgisi verilmiştir. Ortalama 5.53 aylık takip süresi sonucunda hastaların yüzde 86'sı mikrosensörlerin aparey konforunu etkilemediğini ve yüzde 10'u mikrosensör ile takip edilmenin gereksiz olduğunu belirtmiştir.

Pauls ve arkadaşları (2013), aparey kullanım süresinin mikrosensör ile ölçülmesinin hasta kooperasyonu üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında yer alan toplam 32 hastanın 18'i çalışma ve 14'ü kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çalışma grubundaki hastaların 5'i aktivatör ve 13'ü hareketli retainer plakları kullanmıştır. Kontrol grubunda ise hastaların 7'si aktivatör ve diğer 7'si hareketli retainer plakları kullanmıştır. Hareketli apareylere ve retainerlara Theramon mikrosensör yerleştirilmiş ve hastalara apareylerini günlük 15 saat kullanmaları söylenmiştir. Çalışma grubundaki hastalara apareyler uygulanırken kullanım zamanını ölçen mikrosensörden bahsedilmiş ve kullanım saatlerinin izlendiği söylenmiştir. Tedavi boyunca her seansta objektif kullanım zamanı kaydedilmiş, aynı zamanda hastalara kullanım saatleri sorulmuş ve bu iki bilgi karşılaştırılmıştır. Kontrol grubundaki hastalara ise sensörler ile ilgili herhangi bir bilgi verilmemiştir. Çalışma sonunda sensör bilgisi olan çalışma grubundaki hastaların kullanım zamanının günde ortalama 8,1 saat ve kontrol grubundakilerin 7,5 saat olduğu bulunmuştur. Araştırma süresi boyunca çalışma ve kontrol grupları arasında aparey kullanım zamanlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı, ancak hastaların ifade ettiği aparey kullanma süresi ile sensör ile ölçülen aparey takma süresi arasındaki farklılığın kontrol grubunda anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Schott ve arkadaşları (2013), pekiştirme aşamasındaki hastaların hareketli retansiyon apareylerine uyumunu Theramon mikrosensör aracılığı ile değerlendirmiştir. Çalışma dahilinde yaşları 13-20 arasında değişen 100 hastada, hawley apareyi ve fonksiyonel retansiyon apareyleri (alt çene için yapılan hawley apareyi) kullanılmıştır. Hastalara pekiştirme apareylerini günlük en az 8 saat kullanmaları ve günlük kullanım süresinin daha uzun olmasının pekiştirme tedavisinin sonucunu olumlu yönde

etkileyeceği söylenmiştir. Toplam 3 ay boyunca gözlemedikleri hastalarda, hasta uyumunu uygulanan apareyin türünün etkilemediği fakat yaş, cinsiyet, tedavinin yapıldığı yer ile sağlık sigortası türünün etkilediği görülmüştür. Hasta uyumu ile hasta yaşının negatif korelasyon gösterdiği, 13-15 yaş aralığındaki hastalarda aparey kullanma süresinin ortalama günlük 7.5 saat, 16-20 yaş aralığındaki hastalarda ise aparey kullanma süresinin ortalama günlük 6.1 saat olduğu bulunmuştur. Bayan hastaların günlük kullanım süresinin ortalama 7.2 saat, erkek hastaların ise 6.4 saat olduğu ifade edilmiştir. Üniversite hastanesinde tedavi edilen hastalarda günlük kullanım süresi ortalama 6.0 saat iken, özel klinikte tedavi gören hastalarda günlük kullanım süresinin ortalama 7.2 saat olduğu belirlenmiştir.

Tsomos ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptıkları çalışmalarında 45 hasta üzerinde fonksiyonel aparey ve hareketli retainer kullanım süresi yaş, cinsiyet ve aparey tipi esas alınarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda Theramon mikrosensör ile ölçülen aparey kullanma süresinin, hastalardan istenen sürenin yaklaşık yüzde 75'i olduğu bulunmuştur. Aparey kullanma süresinin, cinsiyet ve apareyin türünden etkilenmediği, ancak yaş ile aparey kullanma süresi arasında negatif bir korelasyon bulunduğu rapor edilmiştir (Tsomos vd 2014).

Hyun ve arkadaşları (2015), Smart mikrosensör kullanarak yaptıkları çalışmalarında 22 hastada mikrosensör eklenmiş hawley pekiştirme apareyi kullanılmıştır. Hastalar, mikrosensör bilgisi verilip verilmemesi durumuna göre gruplara ayrılmıştır. Çalışma sonucunda sensör hakkında bilgisi olan grubun (16,3 saat/gün), bilgisi olmayan gruba göre (10,6 saat/gün) apareylerini daha uzun süre kullandığı görülmüştür. Sensör hakkında bilgisi olmayan gruba sensör hakkında bilgi verildikten sonra apareylerini takma sürelerindeki artışın (+0,5 saat/gün) istatistiksel olarak anlamsız olduğu bulunmuştur.

Schafer ve arkadaşları (2015), 141 hasta üzerinde yürüttükleri çalışmalarında Sınıf III aktivatör ve hareketli maksiller ekspansiyon apareylerini kullanım süresi cinsiyet, yaş, tedavi yapılan yer, sağlık sigortasının türü ve aparey tipine göre değerlendirmişlerdir. Üç aylık takip süresince hastalardan istenen aparey kullanım süresi en az 15 saat/gün olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda sensör ile ölçülen aparey kullanım süresi ortalama 9,7 saat/gün olarak bulunmuştur. Yaş gruplarına bakıldığında 7-9 yaş grubu; 12,1 saat/gün, 10-12 yaş grubu; 9,8 saat/gün, 13-15 yaş grubu; 8,5 saat/gün olacak şekilde kullanım sürelerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Cinsiyet açısından değerlendirildiğinde aparey kullanma süresinin kızlarda (10,6 saat/gün) erkeklerden (9,3 saat/gün) daha fazla olduğu bulunmuştur. Sigorta türüne bakıldığında özel sigortalı hastalarda günlük ortalama kullanım süresinin (11,4 saat/gün) genel sağlık sigortalı hastaların günlük ortalama kullanım süresinden (9,6

saat/gün) daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Tedavinin yapıldığı yer olarak incelendiğinde üniversite hastanelerinde tedavi gören hastaların özel kliniklerde tedavi gören hastalara göre apareylerini günlük daha az kullandıkları tespit edilmiştir. Aparey tipine göre bakıldığında gruplar arasında herhangi bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Stocker ve arkadaşları (2016) yayınlamış oldukları vaka raporunda facemask - alt RAMEC tedavi protokolü ile tedavi edilen 9 yaşında erkek hastada facemask apareyinin alın pedine yerleştirilen Theramon mikrosensör ile hastanın apareyini kullandığı gerçek süreyi ölçmüşlerdir. Hastadan facemask apareyini takması istenen süre günlük ortalama 16 saat olarak belirlenmiş ve toplam fonksiyonel tedavisi 9 ay sürmüştür. Çalışma sonucunda Theramon sensör ile ölçülen aparey kullanım süresinin günlük ortalama 10,8 saat olduğu bulunmuştur. Hastadan apareyini kullanması istenen süre ile ölçülen süre arasındaki farklılığa rağmen tedavi ile hastanın sefalometrik değerlerinde olumlu yönde belirgin düzelme olduğu ifade edilmiştir.

Al-Kurwi ve arkadaşları (2016) çalışmalarında ortalama yaşı 11,6 yıl olan 28 hastada Theramon mikrosensör içeren Van Beek aktivatörünü tedavi amacıyla kullanmışlardır. Hastalardan apareylerini kullanmaları istenen minimum süre günlük 12 saat olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda mikrosensör ile ölçülen aparey kullanım süresi  $7,75 \pm 3,66$  saat olarak bulunmuş, apareyini günlük 8 saat ve daha uzun süreli kullananlarda overjetin daha hızlı düzeldiği bildirilmiştir. Ayrıca hiçbir hastanın apareyini 12 saat ve üzerinde kullanmadığı ifade edilmiştir.

Arreghini ve arkadaşları (2017), 30 hasta üzerinde yürüttükleri çalışmalarında hastalara Theramon mikrosensör içeren bionatör ve facemask apareylerini kullandırmışlardır. Çalışma grubundaki 30 hasta mikrosensör hakkında bilgilendirme yapıp yapılmaması durumuna göre iki gruba ayrılmıştır. Her iki grup için istenen aparey kullanım süresi günlük 13 saat olarak belirlenmiştir. Sekiz aylık takip sonucunda mikrosensör ile ölçülen aparey kullanım süresi günlük ortalama  $8,6 \pm 2,9$  saat olarak bulunmuş iken gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Cinsiyet ve aparey tipinin aparey kullanım süresini etkilemediği, ancak genç hastaların (6-8 yaş) adölesan dönemdeki hastalara (12-15 yaş) göre apareylerini daha uzun süreli kullandığı gösterilmiştir.

Güncel bir çalışmada Schott ve Menne (2018), hareketli aparey veya fonksiyonel apareylerle tedavi gören 117 hastanın seçtiği aparey rengi ile aparey kullanım süresi arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda Theramon mikrosensör ile ölçülen aparey kullanım süresinin mavi ve yeşil renk grubunu seçenlerde 11 saat/gün; pembe ve kırmızı renk grubunu seçenlerde 9 saat/gün olduğu bulunmuş, ancak gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar aparey kullanım süresi ile hasta yaşının negatif korelasyonda olduğunu

belirtmişlerdir (Schott ve Menne, 2018).



## 2.6. Hipotez

Çalışmamız kapsamında “Farklı essix materyalleri arasında in vivo şartlar altında yüzey pürüzlülükleri ve aşınma dirençleri açısından herhangi bir farklılık yoktur” şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirilmiştir.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Etik Kurul Onayı

Çalışmamızın yürütülebilmesi için Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan 06.03.2018 tarihli ve 05 sayılı karar ile etik kurul onayı alınmıştır (Ek-1). Her bir hasta ve/veya velisi çalışma hakkında bilgilendirildikten sonra çalışmaya dahil olmayı kabul edenlere gönüllü olur formu imzalatılarak çalışmaya başlanılmıştır.

#### 3.2. Hastaların Seçimi

Çalışmamız kapsamına alınacak hasta sayısını belirlemek amacıyla etki büyüklüğünün güçlü olacağı ( $d=0,8$ ) varsayılarak yapılan güç analizi (SPSS, 24.0, IBM, Armonk, NY, ABD) sonucunda %95 güvenle ve %80 güç değerinde en az 42 hastanın gerekli olacağı belirlenmiştir. Çalışmamıza Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda aktif ortodontik tedavisi tamamlanıp pekiştirme tedavisine geçilen ve tedavilerini tamamladıkları hekimleri tarafından kooperasyonları yüksek öngörülen, yaşları 13-25 arasında değişen ve Denizli ilinde ikamet eden 18'i erkek, 25'i kız olmak üzere toplamda 43 hasta dahil edilmiştir. Ayrıca hastaların çalışmaya dahil edilmesinde aşağıda yer alan kriterler göz önüne alınmıştır:

- Aktif ortodontik tedavilerinin başarıyla tamamlanmış olması
- Hastaların tedavi süresince kooperasyonlarının yüksek olması
- Hastaların diş sıkma ve diş gıcırdatma hikayesine sahip olmaması
- Aktif ortodontik tedavi sonrası pekiştirme plağının yenilenmesine neden olabilecek herhangi bir restorasyon (kongenital lateral diş eksikliği, mikrodonti, median diastema varlığı vb. ) ihtiyacının olmaması
- Alerji hikayesinin olmaması

Çalışmamıza katılmayı kabul eden hastalar rasgele olacak şekilde pekiştirme tedavisi süresince kullanacakları essix plakları esas alınarak üç gruba ayrılmıştır.

- Grup 1: Essix A+ materyalinden yapılmış pekiştirme plaklarını kullanan hastalar
- Grup 2: Essix ACE materyalinden yapılmış pekiştirme plaklarını kullanan hastalar

- Grup 3: Essix Plus materyalinden yapılmış pekiştirme plakları kullanan hastalardır.

Hazırlanan pekiştirme plaklarına TheraMon® (Handelsagentur Gschlady, Hargelsberg, Avusturya) mikrosensörler eklenmiş ve hastalara bilgilendirme yapılmıştır. Pekiştirme plakları hastalara tedavinin bitim safhasında verilerek çalışmaya başlanılmıştır.

### 3.3. Çalışmamızda Kullanılan Essix Materyalleri

Çalışmamız kapsamında vakumlu termoplastik pekiştirme plaklarının yapımı esnasında birinci grupta “Essix A+ Plastic” materyali, ikinci grupta “Essix ACE Plastic” materyali, üçüncü grupta ise “Essix Plus Plastic” materyali kullanılmıştır. Her üç essix materyali de akrilik materyalin bağlanmasına izin verebilmektedir. Essix plaklarının etrafı modellerini belirten koruyucu bir film ile kaplıdır ve plaklar işlem görmeden önce koruyucu filmleri çıkartılmıştır (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Çalışmamızda kullanılan essix materyalleri

#### 3.3.1. Essix A+ Materyali

Çalışmamızın birinci grubunda yer alan hastaların pekiştirme plaklarının yapımı için 1 mm kalınlığında ve kare formlu Essix A+® (Dentsply Raintree Essix, Sarasota, FL, ABD) kullanılmıştır. Essix A+ materyali “polietilen tereftalat” yapıdadır ve etrafı açık mavi koruyucu film ile kaplıdır.

### 3.3.2. Essix ACE Materyali

Çalışmamızın ikinci grubunda yer alan hastaların pekiştirme plaklarının yapımı için 1 mm kalınlığında ve kare formlu Essix ACE® materyali (Dentsply Raintree Essix, Sarasota, FL, ABD) kullanılmıştır. Essix ACE materyali kopolyester yapıdadır ve etrafı yeşil renkli koruyucu film ile kaplıdır.

### 3.3.3. Essix Plus Materyali

Çalışmamızın üçüncü grubunda yer alan hastaların pekiştirme plaklarının yapımı için 1 mm kalınlığında ve kare formlu Essix® PLUS™ materyali (Dentsply Raintree Essix, Sarasota, FL, ABD) kullanılmıştır. Essix Plus materyali hibrid kopolyester yapıdadır ve etrafı koyu mavi koruyucu film ile kaplıdır.

### 3.3.4. Essix Pekiştirme Plaklarının Yapımı

Debonding işlemi sonrası hastalardan essix pekiştirme plaklarının yapımı için üç çift ölçü alınmıştır. Alınan ölçülere tip IV sert alçı (Denston, Ata Alçı, Ankara, Türkiye) dökülmüştür. Ölçülerden iki çifti çalışmamız esnasında kullanılmış, diğer bir çift ise çalışma sonunda hastalardan toplanacak olan Theramon mikrosensör içeren essix pekiştirme plaklarının yerine kullanılacak olan pekiştirme plaklarının yapımı için ayrılmıştır.

Her bir grup için değişik içerikteki essix materyalleri (Essix A+,Essix ACE ve Essix Plus) kullanılmıştır.

Üreticinin talimatları dikkate alınarak Essix Select-Vac® cihazının (Dentsply Raintree Essix, Sarasota, FL, ABD) (Şekil 3.2) ön ısınması sonrası A+ ve ACE için 95 saniye ısıtma ve ardından 40 saniye vakumlama, Plus için 145 saniye ısıtma ve 40 saniye vakumlama işlemleri uygulanmıştır. Hazırlanan essix pekiştirme plaklarından ilkinde Theramon mikrosensör eklenmiş ve kullanılmak üzere hastalara verilmiştir. Hazırlanan ikinci plaklar ise yüzey pürüzlülüğü ve aşınma direnci ölçümünde referans alınmak üzere ayrılmıştır.





**Şekil 3.2.** Çalışmamızda kullanılan Essix Select-Vac® cihazı

#### **3.4. Çalışmamızda Kullanılan Theramon Mikrosensör**

Çalışmamızda kullanılan TheraMon® (Handelsagentur Gschladt, Hargelsberg, Avusturya) mikrosensörün boyutları 9x13x2 mm ve ağırlığı  $0.40\pm 0.01$  gramdır. Mikrosensörün etrafı koruyucu mavi plastik bir materyal ile kaplıdır (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3.** Çalışmamızda kullanılan Theramon mikrosensör

Mikrosensör her 15 dakikada bir aktive olarak ortam sıcaklık değerini ölçüp kaydetmektedir. Çalışmamızda kaydedilmesi istenen sıcaklık değerleri 37-42 °C derece olarak seçilmiştir. Mikrosensör çoğu zaman güç tasarrufu modundadır ve programlanmış aralıklar ile (15 dakika) aktive olur. Ortam sıcaklığını ölçüp kaydederek güç tasarrufu moduna geri dönmektedir. Verilerin alınması ve gönderilmesi için Theramon modern radyo frekansı tanımlama (RFID) teknolojisi kullanılmaktadır. Sistem Theramon mikrosensör, okuyucu istasyon ve bilgisayar yazılımından oluşmaktadır. Okuyucu Theramon mikrosensörler ile bilgisayar ortamına bağlantı kurmak için özel olarak geliştirilmiş bir RFID okuma cihazıdır. Cihazın üzerinde bulunan kısıkaçlı anten sensörün içinde bulunduğu ortodontik apareyin uygun şekilde konumlandırmasını sağlamaktadır. Okuyucu USB kablosu sayesinde bilgisayara bağlanır ve veriler aktarılmaktadır (Şekil 3.4).

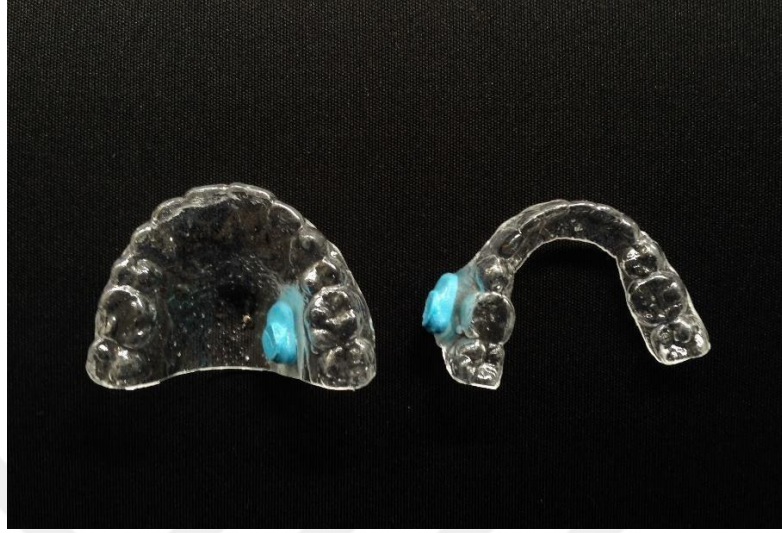


**Şekil 3. 4.** Theramon mikrosensör okuyucu istasyonu

#### **3.4.1. Essix Pekiştirme Plaklarına Theramon Mikrosensör Eklenmesi**

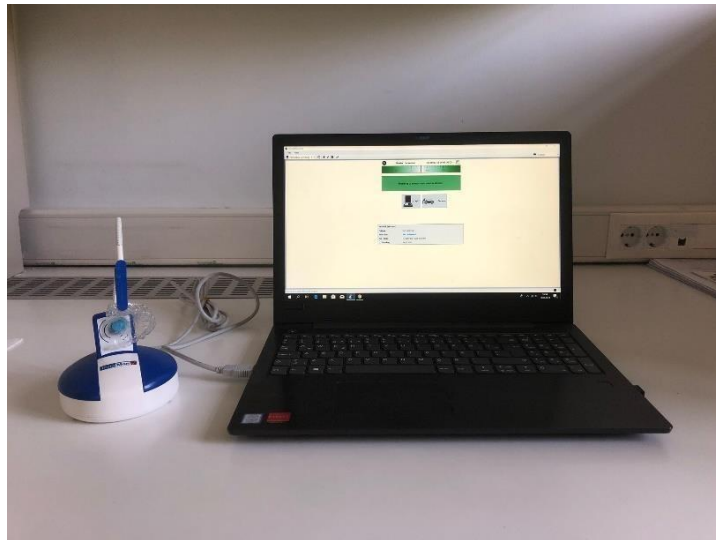
Hazırlanan essix pekiştirme plakları alçı modellerinden çıkarılmadan önce Theramon mikrosensörler üst çenede palatinal bölgeye, alt çenede bukkal bölgeye ortodontik akrilik (Orthocryl 2000, Dentaurum, Ispringen, Almanya) yardımıyla eklenmiştir. Standardizasyonu sağlamak amacıyla Theramon mikrosensörler üst ve alt çene için hazırlanan essix pekiştirme plaklarının sol bölgesine uygulanmıştır (Şekil 3.5). Akrilik materyalin polimerizasyonu sonrasında essix pekiştirme plakları alçıdan ayrılmış

ve fazlalıkları uzaklaştırılmıştır. Plakların bukkal sınırı dişeti hizasında ve lingual sınırı ise gingival marjinin 3-4 mm apikalinde bitirilmiştir.



**Şekil 3.5.** TheraMon eklenmiş essix pekiştirme plakları

Hazırlanan pekiştirme plaklarındaki TheraMon mikrosensörler okuyucu istasyonu ve özel yazılımı yardımıyla bilgisayar ortamına bağlanarak hasta ve sensör bilgileri spesifik yazılımına kaydedilmiştir (Şekil 3.6). Hastalara essix pekiştirme plaklarında bulunan mikrosensörler yardımı ile kullanım sürelerinin ölçüleceği bilgisi verilmiştir. Hastalardan yeme, içme ve oral hijyen işlemi dışında plaklarını gün içinde sürekli takmaları istenmiştir. Hastalara plak temizliği işlemi için herhangi bir kimyasal ajan kullanmamaları ve akan su altında temizliğini yapmaları gerektiği belirtilmiştir.

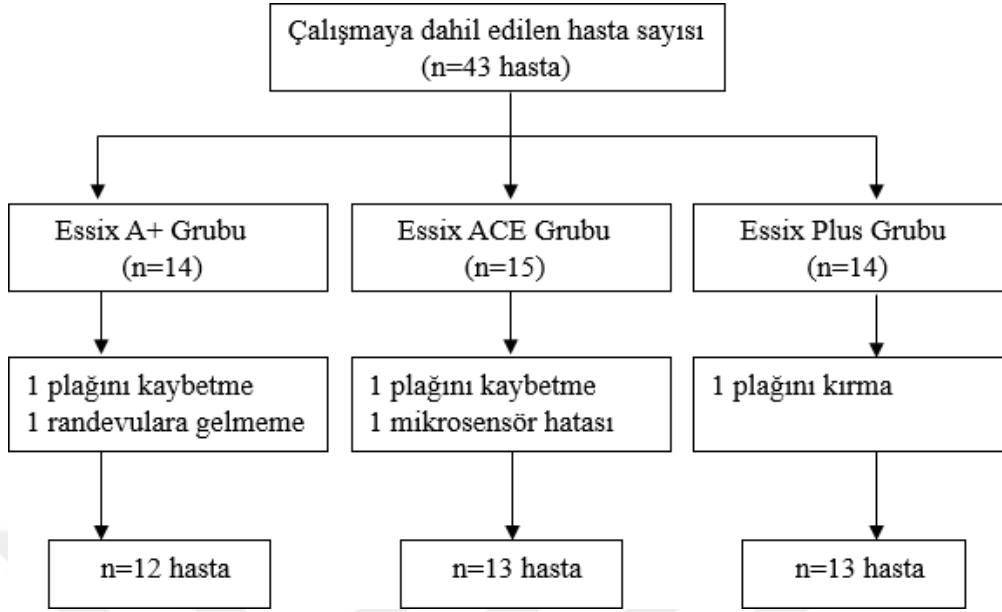


**Şekil 3.6.** TheraMon mikrosensör bilgisayar yazılımı

### 3.5. Kontrol Seansları ve Pekiştirme Plaklarının Toplanması

Çalışmamız dahilinde hastalar kooperasyonlarının takibi için 1. ve 3. aylarda kontrollere çağırılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda önerilen süreden daha az süre apareyini kullanan hastalara gerekli uyarılar yapılmıştır. Altı aylık çalışma süresinin sonunda mikrosensör içeren essix pekiştirme plakları hastalardan toplanarak kullanım süreleri değerlendirilmiştir. Toplanan plakların yerlerine hastalara debonding esnasında alınan üçüncü çift ölçülerine yapılmış pekiştirme plakları verilmiştir. Hastalara son seansta verilen pekiştirme plaklarının herhangi bir sebep (aparey kullanmama, relaps) ile dişlere tam adapte olmaması durumunda, hastaların ölçüleri yenilenmiş ve yeni pekiştirme plakları yapılarak hastalara teslim edilmiştir.

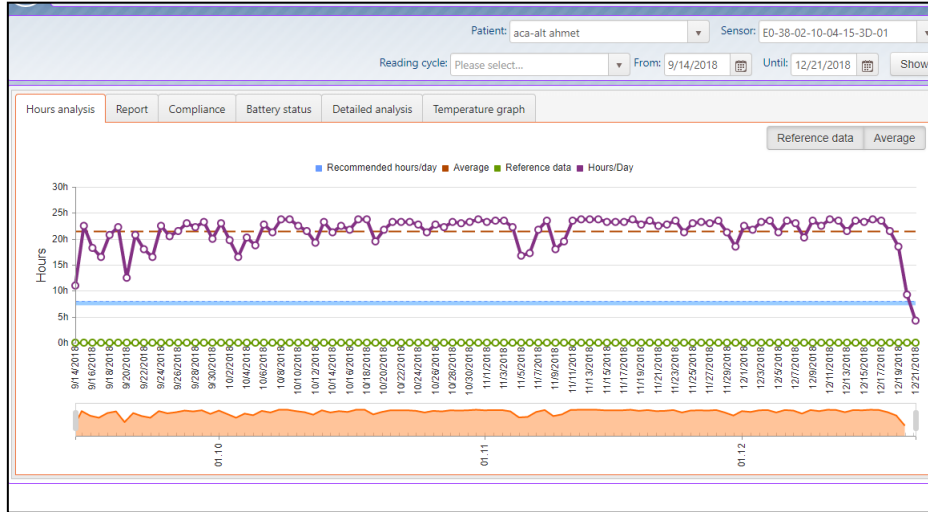
Çalışmamız süresince birinci gruptan bir hasta apareylerini kaybettiği ve diğer bir hastada randevularına düzenli gelmediği için çalışmadan çıkarılmıştır. Aynı şekilde ikinci grupta da bir hastanın apareylerini kaybettiği ve bir hastanın apareyinde mikrosensörde hata olduğu tespit edilmiştir. Üçüncü grupta ise çalışmanın dördüncü ayında plağını kırdığı gerekçesiyle bir hasta çalışmadan çıkarılmıştır. Bu nedenle çalışmamızda toplamda 38 hastanın farklı essix materyallerinden yapılan pekiştirme aygıtlarından elde edilen sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 3.7).



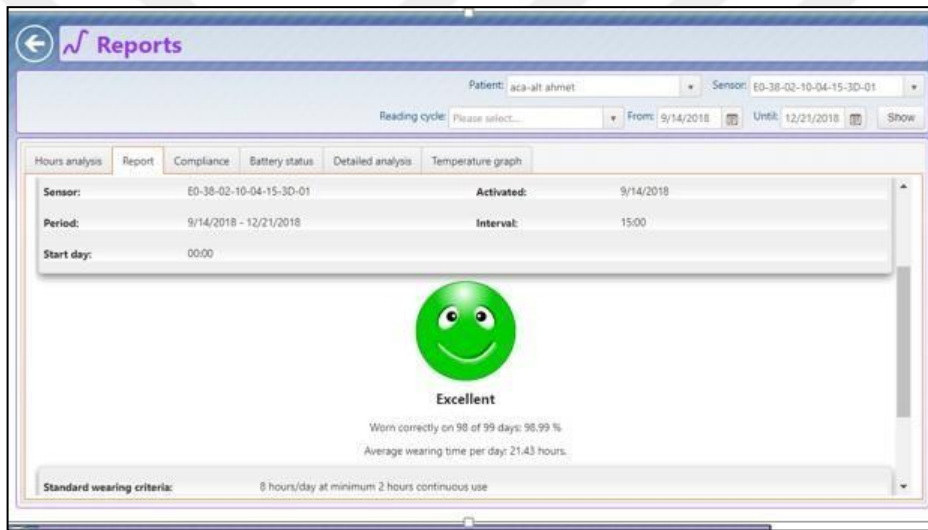
**Şekil 3.7.** Çalışma akış şeması

### 3.6. Essix Pekiştirme Plaklarının Kullanım Sürelerinin Değerlendirilmesi

Hastalardan toplanan essix pekiştirme plaklarındaki mikrosensörler, okuyucu istasyonu ve spesifik yazılımı yardımıyla bilgisayar ortamına bağlanmıştır. Her bir hastanın alt ve üst çene pekiştirme plaklarının günlük ortalama kullanma süresi detaylı (Şekil 3.8) ve özet rapor (Şekil 3.9) şeklinde görüntülenmiş ve kaydedilmiştir. Standardizasyonu sağlamak amacıyla her bir hasta için alt ve üst plağın ortalama kullanma süresinin aritmetik ortalaması hesaplanarak elde edilen değer hastanın pekiştirme plağını ortalama kullanma süresi olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 3.8.** Günlük ortalama kullanım süresinin detaylı olarak görüntülenmesi



**Şekil 3.9.** Günlük ortalama kullanım süresinin özet rapor şeklinde görüntülenmesi

### 3.7. Yüzey Pürüzlülüğü ve Aşınma Dirençlerinin Değerlendirilmesi

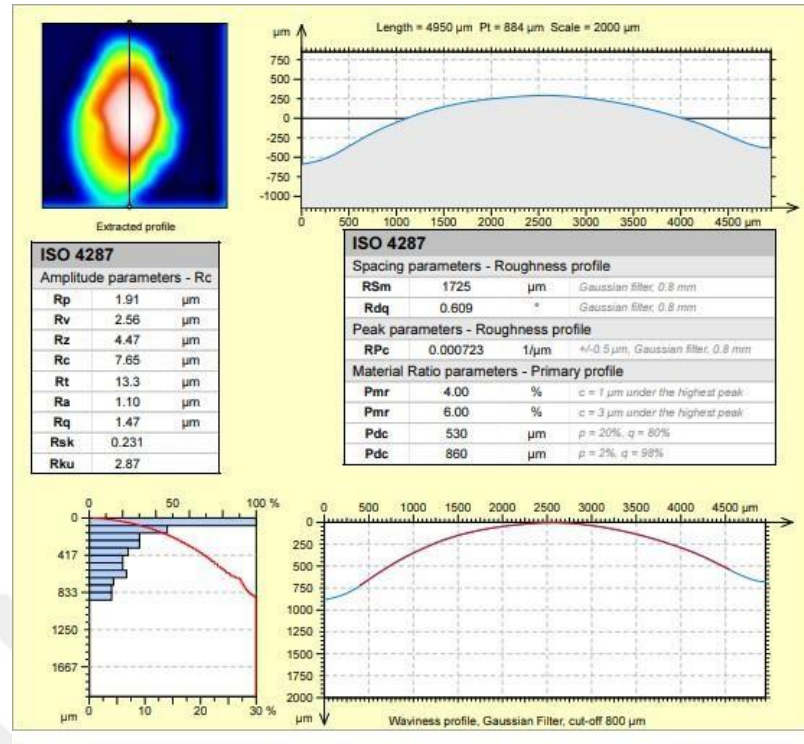
Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ve aşınma direncinin değerlendirilebilmesi için ortalama yüzey pürüzlülüğü ( $R_a$ ) ve maksimum yüzey pürüzlülük derinliği ( $R_z$ ) ölçümleri Kocaeli Üniversitesi Aşınma Laboratuvarı bünyesindeki non-kontak optik yüzey profilometre cihazı (Nanovea PS50, Nanovea, Irvine, CA, ABD) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.10).



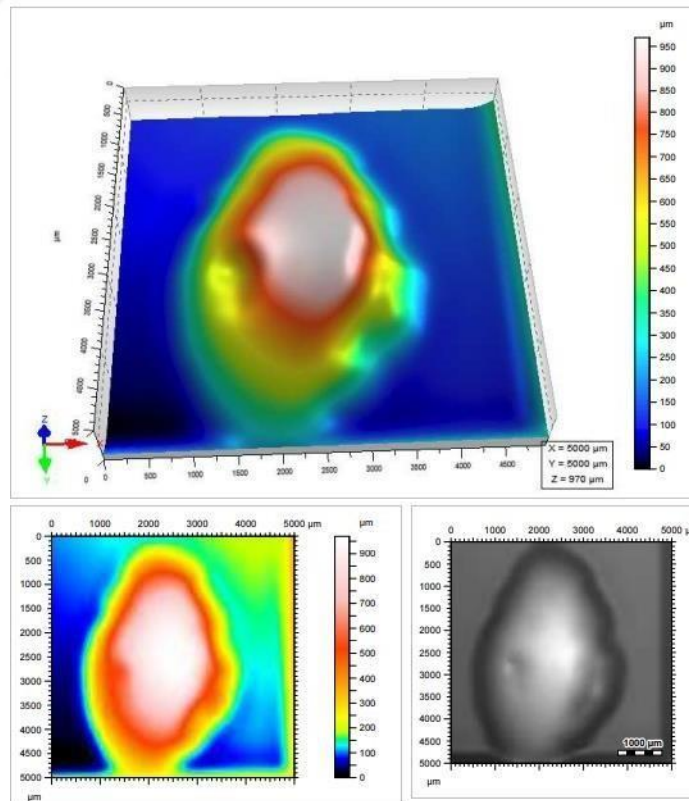
**Şekil 3.10.** Çalışmamızda kullanılan optik yüzey profilometre cihazı

Kullanılan profilometre cihazı nanometre hassasiyetinde çalışan, temassız ve üç boyutta ölçüm yapabilen bir yapıya sahiptir. Line sensörünün spot alanı 3,6  $\mu\text{m}$ 'dir. Çalışma öncesinde yapılan pilot uygulamada rastgele seçilen üç adet plakta yüzey ölçümleri yapılmış ve tekrarlanan ölçümlerin güvenilir ve tutarlı oldukları tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ve aşınma direnci; hasta tarafından kullanılan ve hasta tarafından hiç kullanılmamış essix plaklar üzerinde yüzey ölçümleri yapılarak gerçekleştirilmiştir. Essix plakların sabit durması ve her ölçümde aynı bölgelerin taranabilmesi için plaklar hastalara ait alçı modeller üzerine yerleştirilerek taranmıştır. Ölçüm öncesinde her bir hastaya ait alçı model profilometre cihazının tablasına çift taraflı bant (9088 FL, 3M, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak sabitlenmiştir. Böylelikle alçı modellerin plakların değiştirilmesi esnasında sabit olarak kalması sağlanmaya çalışılmıştır. Ölçümler öncesinde her bir numunenin ölçüm yapılacak bölgesi cihazda kalibre edilmiştir. İlk olarak hasta kullanımına verilmemiş olan plaklarda yüzey ölçümleri gerçekleştirilmiş, daha sonra aynı ölçümler hastalar tarafından kullanılmış olan plaklarda tekrarlanmıştır. Cihazın tek seferde taradığı alan kısıtlı olduğundan dolayı toplam taranacak olan yüzey; sağ kanin dişinin insizali, keser bölge dişlerinin insizal kenarları ve sol kanin dişinin insizali olmak üzere 3 segmente bölünerek işlem gerçekleştirilmiştir. Cihaz ve yazılımı yardımı ile her bir yüzeye ait ortalama pürüzlülük değeri ( $R_a$ ) ile maksimum pürüzlülük derinliği değeri ( $R_z$ ) ISO 4287 standartına göre ölçülmüş (Şekil 3.11) ve numunelerin 3 boyutlu yüzey profili görüntüleri alınmıştır (Şekil 3.12).





**Şekil 3.11.** Bir örneğin kanin diş insizal kısmının profilometre ile taranmış hali ve ISO 4287 ölçümleri



**Şekil 3.12.** Bir örneğin kanin diş insizal kısmının profilometre ile üç boyutlu yüzey profilinin çıkarılması



Yüzey profillerinin çıkartılması sonrasında bilgisayar yazılımı yardımıyla hasta kullanımına verilmemiş olan plaklarda ortalama yüzey pürüzlülüğü ölçümü (Ra0) ile maksimum pürüzlülük derinliği ölçümü (Rz0) yapılmış, daha sonra aynı ölçümler hastalar tarafından kullanılan plaklarda tekrarlanmıştır (Ra1, Rz1). Elde edilen verilerin aralarındaki fark hasta tarafından kullanılmamış olan plağın başlangıç değerine orantılanarak ortalama yüzey pürüzlülüğü ve maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değişimleri (Ra2, Rz2) hesaplanmıştır. Alt ve üst çenede toplam 6 segmentte veriler elde edilmiştir. Altı segment içerisinde aşınma ve yüzey pürüzlülüğü değeri en fazla değişim gösteren bölgenin verileri istatistiksel olarak değerlendirmeye alınmıştır.

$$\text{Ortalama yüzey pürüzlülüğü değişimi değeri (Ra2)} = \frac{\text{Ra1-Ra0}}{\text{Ra0}}$$

$$\text{Maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değişimi değeri (Rz2)} = \frac{\text{Rz1-Rz0}}{\text{Rz0}}$$

### 3.8. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS programının 24.0 versiyonu (IBM Corp, Armonk, NY, ABD, 2016) kullanılarak analiz edilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verilmiştir. Parametrik test varsayımları sağlandığında bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Bağımlı grup karşılaştırmalarında, parametrik test varsayımları sağlandığında tekrarlı ölçümlerde varyans analizi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise Friedman testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlılık  $p < 0.05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Pekiştirme Plağı Kullanım Sürelerinin Ölçümleri

Çalışmamıza katılan hastaların ortalama yaşları ve essix pekiştirme plaklarının günlük ortalama kullanım süresi ortalamaları, standart sapmaları ve gruplar arası karşılaştırması Tablo 4.1.'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.1.** Çalışma gruplarının ortalama yaşları ve günlük kullanım süresinin grup içi değerleri ve gruplar arası karşılaştırılması

Grup	N (Hasta sayısı)	Ortalama yaş (Ort±SS)	Kullanım süresi (Ort±SS)
Essix A+	12	17,43 ± 2,28	11,91 ± 3,72
Essix ACE	13	17,21 ± 1,76	11,26 ± 4,87
Essix Plus	13	17,15 ± 3,22	11,72 ± 4,43
p		0,812	0,231

\* p<0.05; \*\* p<0.01

Günlük ortalama kullanım süresi ve hastaların ortalama yaş değerleri grup içi incelendiğinde, A+ grubunun yaş ortalaması 17,43±2,28 yıl, ACE grubunun yaş ortalaması 17,21±1,76 yıl, Plus grubunun yaş ortalaması ise 17,15±3,22 yıl olarak bulunmuştur. Essix pekiştirme plaklarının günlük ortalama kullanım süresi A+ grubunda 11,91±3,72 saat/gün, ACE grubunda 11,26±4,87 saat/gün, Plus grubunda 11,72±4,43 saat/gün olarak hesaplanmıştır.

Günlük ortalama kullanım süresi ve hastaların ortalama yaş değerleri gruplar arası değerlendirildiğinde, çalışma gruplarına dahil edilen hastaların ortalama yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı bulunmuştur. Pekiştirme plaklarının günlük ortalama kullanım süresi açısından da çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

## 4.2. Yüzey Ölçümleri

Çalışmamıza katılan hastalardan alınan essix pekiştirme plaklarının kullanılan materyallere ait yüzey ölçüm değerlerindeki değişim oranlarının ortalamaları ve standart sapma değerleri ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

### 4.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri

Üç farklı essix materyalinden elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerine ait bulgular Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde, her üç grubun ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinde kullanıma bağlı olarak artış olduğu ve bu artışın her üç grup için de istatistiksel açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

**Tablo 4.2.** Ortalama yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Grup	Ra0 (Ort±SS)	Ra1 (Ort±SS)	p (Ra1-Ra0)	Ra2 (Ort±SS)
1. Essix A+	3,73 ± 2,83	12,47 ± 8,94	0,002**	3,66 ± 4,58
2. Essix ACE	6,88 ± 5,80	14,49 ± 11,87	0,005**	1,32 ± 1,02
3. Essix Plus	6,27 ± 4,91	10,86 ± 8,41	0,001**	1,13 ± 0,60
p	0.290	0.756		0.04*

Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırma	p
Grup 1-2	0,018*
Grup 1-3	0,023*
Grup 2-3	0,82

Ra0: Hasta kullanımına verilmemiş olan plaklardaki ortalama yüzey pürüzlülük değeri

Ra1: Hastalar tarafından kullanılan plaklardaki ortalama yüzey pürüzlülük değeri

Ra2: Ortalama yüzey pürüzlülük değişimi değeri

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$

Ortalama yüzey pürüzlülüğü ölçüm değişim değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ( $p=0,04$ ). Essix A+ materyalinden yapılan pekiştirme plaklarının ortalama yüzey pürüzlülüğü değişim değerinin ACE ve Plus gruplarındaki değişimlerden istatistiksel açıdan anlamlı ve daha yüksek olduğu bulunmuştur. ACE ve Plus grupları arasında ise ortalama yüzey pürüzlülüğü değişim değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0,82$ ) (Tablo 4.2).

#### 4.2.2. Maksimum Pürüzlülük Derinliği Ölçümleri

Üç farklı essix materyalinden elde edilen maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değerlerine ait bulgular Tablo 4.3.'de gösterilmiştir.

Maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değerleri incelendiğinde, grupların ortalama değerlerinde kullanıma bağlı olarak artış olduğu ve bu artışın her üç grup için de istatistiksel açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

**Tablo 4.3.** Maksimum yüzey pürüzlülük derinliği ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Grup	Rz0 (Ort±SS)	Rz1 (Ort±SS)	p (Rz1-Rz0)	Rz2 (Ort±SS)
1. Essix A+	11,67 ± 8,19	36,96 ± 20,31	0,002**	3,42 ± 3,94
2. Essix ACE	18,65 ± 16,81	42,34 ± 39,37	0,005**	1,44 ± 0,81
3. Essix Plus	16,78 ± 11,84	31,93 ± 24,96	0,001**	1,02 ± 1,60
p	0.579	0.676		0.038*

Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırma	p
Grup 1-2	0,028*
Grup 1-3	0,027*
Grup 2-3	0,952

Rz0: Hasta kullanımına verilmemiş olan plaklardaki maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değeri

Rz1: Hastalar tarafından kullanılan plaklardaki maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değeri

Rz2: Maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değişimi değeri

\*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$

Maksimum yüzey pürüzlülük derinlik değişimi değerleri gruplar arasında incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu tespit edilmiştir ( $p=0,038$ ). Essix A+ materyalinden yapılan pekiştirme plaklarının maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değerinin, ACE ile Plus gruplarındaki değerlerden istatistiksel açıdan daha fazla anlamlı değişim gösterdiği bulunmuştur. ACE ve Plus grupları arasında maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değişimi açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmüştür ( $p=0,95$ ) (Tablo 4.3).

#### 4.2.3. Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ile Pekiştirme Plağı Kullanım Süresi Arasındaki Korelasyon

Çalışma gruplarının pekiştirme plağı kullanım süresi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü değişim değerleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.** Pekiştirme plağı kullanım süresi ile ortalama yüzey pürüzlülüğü değişimi arasındaki korelasyon

Kullanım Süresi	Ra2
1. Essix A+	0,302
2. Essix ACE	0,056
3. Essix Plus	0,198
	p

Ra2: Ortalama yüzey pürüzlülük değişimi değeri  
\*  $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$

#### 4.2.4. Maksimum Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ile Pekiştirme Plağı Kullanım Süresi Arasındaki Korelasyon

Çalışma gruplarının pekiştirme plağı kullanım süresi ile maksimum yüzey pürüzlülüğü değişim değerleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** Pekiştirme plağı kullanım süresi ile maksimum yüzey pürüzlülüğü derinliği değişimi arasındaki korelasyon

Kullanım Süresi	Rz2
1. Essix A+	0,231
2. Essix ACE	0,280
3. Essix Plus	0,225

Rz2: Maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değişimi değeri  
\*p<0.05, \*\*p<0.01



## 5. TARTIŞMA

Ortodontik tedavinin temel hedeflerinden biri olan stabilite, periodontal ve gingival dokular, orofasiyal yumuşak dokular, oklüzyon ve tedavi sonrası büyüme ve gelişim kaynaklı kuvvetler arasında denge oluşmasıyla elde edilmektedir. Bu dengenin kurulması için gerekli zaman boyunca dişleri aktif tedavi sonrası ideal konumlarında tutmak, büyüme ile oluşan etkileri minimize etmek, diş hareketinden etkilenen periodontal ve gingival dokuların reorganizasyonu ile nöromuskuler adaptasyona izin vermek amacıyla hemen hemen her hastada pekiştirme tedavisine ihtiyaç duyulmaktadır (Dindaroğlu 2017). Literatür incelendiğinde yapılan araştırmalarda uzun dönem stabiliteyi garanti eden tek tip bir retansiyon protokolünün bulunmadığı, pekiştirme amacıyla kullanılan retansiyon apereylerinin ve uygulanma sürelerinin ise ülkeler arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür.

Yapılan anket araştırmalarında retansiyon amacıyla Yeni Zelanda'da üst çenede vakumlu termoplastik pekiştirme plağı alt çenede sabit retainer, Amerika'da üst çenede hawley plağı alt çenede sabit retainer, Avusturalya, İngiltere ve İrlanda'da ise her iki çenede vakumlu termoplastik pekiştirme plağı kullanımının ortodontistler arasında oldukça yaygın olduğu belirtilmektedir. Amerika'da ise hem üst hem de alt çenede en sık kullanılan ikinci aparey olduğu ve özellikle son yıllarda hawley plağı yerine vakumlu termoplastik pekiştirme plağı kullanımının hızla arttığı belirtilmektedir (Wong ve Freer 2004, Singh vd 2009, Valiathan ve Hughes 2010, Pratt vd 2011, Meade ve Millett 2013). Singh ve arkadaşları, 2009 yılında İngiltere'de ortodontik retansiyon uygulamalarını araştırarak sonuçları hastane ve özel klinikler için ayrı ayrı değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçları hastane pratiğinde her iki ark için de essix plaklarının en çok tercih edilen retansiyon apareyleri olduğunu ve bunu hawley apareylerinin takip ettiğini göstermiştir. Özel kliniklerde ise maksiller ark için essix plak, mandibuler ark için sabit pekiştirme apareyi ile kombine essix plak kullanımının tercih edildiği görülmüştür. Keim (2008), Amerika'da son 25 yılda ortodontik eğilimlere ilişkin diaagnoz, tedavi planı ve retansiyon tercihlerini içeren çok geniş kapsamlı anketler düzenlendiğini bildirmiştir. Yapılan anketlerin sonucuna göre retansiyon apareyi olarak essix ve kanin-kanin arası sabit pekiştirme apareylerinin kullanımında bir artış ve hawley apareylerinin kullanımında da buna karşılık gelen bir azalma olduğu ifade

edilmiştir. Ülkemizde de yapılan bir anket çalışmasında son yıllarda Türk ortodontistlerin en çok tercih ettiği hareketli pekiştirme aygıtının vakumlu termoplastik pekiştirme apareyi olduğu bildirilmiştir (Paşaoğlu vd 2016).

Yapılan araştırmalar sonucunda aktif ortodontik tedavi sonrası nüksün kullanılan pekiştirme apareyinden bağımsız olarak oluştuğu, bu nedenle pekiştirme apareyi seçiminde maliyet, üretim kolaylığı, hasta konforu ve memnuniyeti gibi faktörlerin daha önemli olabileceği belirtilmektedir (Demir vd 2012, Mai vd 2014). Bu noktada ucuz ve estetik olmaları, hastalar tarafından daha çok tercih edilmeleri ve kolay üretilmeleri nedeniyle vakumlu termoplastik pekiştirme plağı kullanımının ortodontistler arasında daha popüler olduğu görülmektedir (Meade ve Millett 2013). Tüm bu sebeplerden dolayı araştırmamızda hem alt hem de üst çene için vakumlu termoplastik pekiştirme plağı kullanımı tercih edilmiştir.

Literatürde vakumlu termoplastik pekiştirme plaklarının etkinlikleri, fiziksel özellikleri, aşınmaya karşı direnç ve yüzey pürüzlülükleri ile ilgili yapılan araştırmalarda farklı firmalara ait çeşitli marka ve model vakumlu termoplastik pekiştirme plakları kullanılmıştır (Gardner vd 2003, Sun vd 2011, Raja vd 2014, O'Rourke vd 2016, Çifter vd 2017, Forde vd 2017, Zhu vd 2017). Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda Raintree Essix firmasına ait essix materyalinden imal edilmiş vakumlu termoplastik pekiştirme plaklarının kullanıldığı görülmüştür. (Gardner vd 2003, Raja vd 2014, O'Rourke vd 2016, Çifter vd 2017, Forde vd 2017). Literatüre ilaveten fakültemizde de essix marka vakumlu termoplastik pekiştirme plakları kullanıldığı için çalışmamızda Raintree Essix markasına ait üç farklı model essix plağı değerlendirilmeye alınmıştır.

Vakumlu termoplastik pekiştirme plağı ile ilgili yapılan araştırmalarda farklı kalınlıktaki plakların kullanıldığı ve bu konu ile ilgili bir standardizasyonun bulunmadığı görülmüştür. Dinçer ve Işık (2010) çalışmalarında 0.75 mm kalınlığında, Gardner ve arkadaşları (2003) ile Pascual ve arkadaşları (2010) 1 mm kalınlığında, Rowland ve arkadaşları (2007) ise 1.5 mm kalınlığında vakumlu termoplastik pekiştirme plakları kullanmıştır. Zhu ve arkadaşları (2017), farklı kalınlıktaki termoplastik pekiştirme plaklarının kullanım ömürlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 1 mm kalınlığındaki termoplastik pekiştirme plağının 0.75 mm kalınlıktaki plaklara göre daha az oranda kırıldığını ifade etmişlerdir. Bu nedenlerden dolayı araştırmamızda kliniğimizde de rutin olarak kullanılan 1 mm kalınlığındaki termoplastik pekiştirme plakları tercih edilmiştir.

Vakumlu termoplastik pekiştirme plağı tasarımında Wang (1997) aparey sınırlarının birinci molar dişlerin meziobukkal oluşuna kadar uzatılmasını tavsiye ederken; plak sınırlarına ikinci molar dişlerin dahil edilmemesinin bu dişlerin aşırı sürmelerine neden olduğu bildirilmiştir (Tunçer ve Özçırpıcı 2017). Bu nedenle son zamanlarda yapılan araştırmalarda genellikle tüm dişleri kapsayacak şekilde



tasarlanmış vakumlu termoplastik pekiştirme plağı kullanıldığı görülmektedir (Rowland vd 2007, Gill vd 2007, Dinçer ve Işık Aslan 2010, Barlin vd 2011, Kumar ve Bansal 2011). Yapılan anket araştırmalarında da ortodontistler tarafından sıklıkla aperey sınırlarına tüm dişlerin dahil edilmesinin tercih edildiği görülmektedir (Wong ve Freer 2004, Singh 2009, Meade ve Millett 2013). Bu nedenle araştırmamızda da kullanılan vakumlu termoplastik pekiştirme plağının sınırları son molar dişi kapsayacak şekilde tasarlanmıştır.

Retansiyon dönemi boyunca meydana gelen değişiklikler tek bir faktöre bağlı olmadığı için retansiyon süresi konusunda kesin bir süre vermek zordur. Literatürde pekiştirme tedavisinin süresini etkileyen faktörler başlangıç maloklüzyonu, aktif tedavi yaklaşımı ve süresi, dental arkların genişliği ve birbirleri ile uyumu, kesici dişlerin tedavi sonundaki yeni pozisyonları ve inklinasyonları, sert ve yumuşak dokuların adaptasyonu, oklüzal kontaklar ve hasta motivasyonu göz önünde bulundurularak retansiyon protokolü belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir (Riedel 1960, Nanda ve Nanda 1992). Bu faktörlere ilave olarak ortodontik tedavinin tamamlanmasından sonra alveol kemiğinde trabeküler yapının tekrar normal düzene gelmesi, yeni morfolojik yapıya fonksiyonun adaptasyonu, dengeli ve stabil bir oklüzyonun oluşabilmesi için belirli bir süreye ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir (Blake ve Bibby 1988). Periodontal ligamentin kollajen fibrilleri ve alveol kemiği için gereken süre 2-3 ay, apikal bölge fibrilleri için 83 gün, orta bölgedeki fibriller için 147 gün iken gingival bölgeye yakın fibriller (supraalveolar fibriller) için 232 gün sonra bile düzensizlikler görüldüğü ve reorganizasyonunun bir seneyi bulabileceği belirtilmiştir (Reitan 1959). Araştırmacılar pekiştirme tedavisinin etkinliğini 6 ay ile 5 yıl ve daha uzun zaman aralıklarında değerlendirmişlerdir (Littlewood vd 2016, O'Rourke vd 2016, Al-Moghrabi vd 2018). İngilterede ortodontistler arasında en çok tercih edilen retansiyon süresinin 12 ay olduğu bildirilmiştir (Clark vd 1997). Proffit (2013) tarafından da pekiştirme süresinin en az 1 yıl devam etmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda vakumlu termoplastik pekiştirme plağının debonding sonrası tam (24 saat/gün) ve/veya yarı (12 saat/gün) zamanlı kullanımının önerildiği görülmüştür. Ancak tam veya yarı zamanlı kullanımın ne kadar süre ile devam edeceği konusunda görüş birliği sağlanamamıştır (Sheridan 1993, Rowland vd 2007, Hichens vd 2007, Gill vd 2007, Barlin vd 2011, Sun vd 2011, Demir vd 2012, Proffit 2013). Çalışmalarda vakumlu termoplastik pekiştirme plağının tam zamanlı kullanımı için gerekli süre Sheridan (1993) tarafından 4 hafta, Wang (1997) tarafından 2 ay, Lindauer ve Shoff (1998) tarafından 3 ay, Rowland ve arkadaşları (2007) ile Hichens ve arkadaşları tarafından 1 hafta, Barlin ve arkadaşları (2011) ile Demir ve arkadaşları tarafından (2012) 12 ay olarak belirtilmiştir. Proffit (2013) pekiştirmenin en azından 12

ay boyunca devam etmesi gerektiğini, ilk 3-4 aylık periyotta yemekler hariç tam gün kullanımı önermiş ve tedavi bitiminden ancak 4-6 ay sonra pekiştirme süresinin azaltılabileceğini ve pekiştirme tedavisi için kullanılan apareyin sadece geceleri takılmasına izin verilebileceğini ifade etmiştir. Benzer şekilde Destang ve Kerr (2003), aktif ortodontik tedavi sonrası bir grupta 3 ay tüm gün - 3 ay geceleri olmak üzere 6 ay, diğer grupta ise 6 ay tüm gün - 6 ay geceleri olacak şekilde toplam bir yıl boyunca retansiyon aygıtı kullanan hastaları inceledikleri araştırmalarında bir yıllık pekiştirme tedavisinin 6 aylık tedaviye göre klinik olarak daha faydalı olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sebepten dolayı araştırmamızda vakumlu termoplastik pekiştirme plağının 6 ay tam gün-6 ay geceleri olacak şekilde kullanımı tercih edilmiş ancak yüzey ölçümleri ilk 6 aylık dönemin sonunda mikrosensör içeren plaklardan elde edilen sonuçlar ile değerlendirilmiştir.

Literatürde fırçalamanın hareketli apareylerde biyofilm eliminasyonu üzerindeki etkinliğini inceleyen pek çok çalışma yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalar sonucunda varılan genel kanı, biyofilm eliminasyonunda en etkili yöntemin fırçalama ve kimyasal ajanın birlikte kullanımı olduğudur (Paranhos vd 2007, Fernandes vd 2007, Levrini vd 2015). Hareketli apareylerin temizlenmesinde fırça seçerken apareylerin çizilmemesi için yumuşak kıl yapısına sahip olanların tercih edilmesinin gerektiği bildirilmiştir (Freitas vd 2009, Zilinskas vd 2013, Levrini vd 2015). Aparey temizliği için özel üretilmiş fırçalar da çalışmalarda tercih edilmiştir (Levrini 2015). Bazı araştırmalarda elektrikli fırçaların daha az abrazyv özellikler gösterdiği belirtilmiştir (Heasman vd 1999). Bununla birlikte dental hareketli apareylerin temizliğinde kullanılan kimyasal solüsyonlardan bazıları alkalin peroksit, hidrojen peroksit, alkalin hipoklorit, izopropil alkol, etanol, sodyum bikarbonattır. Ancak bu kimyasal solüsyonların birtakım avantajlarının yanı sıra apareyle kimyasal temizleme solüsyununun temasının dental materyallerin rengini, yüzey özelliklerini ve sertliğini etkilediği gösterilmiştir (Jin vd 2003, Hong vd 2009). Peroksit içeren temizleme solüsyonlarının apareylerin metalik ve/veya akrilik kısımlarında fiziksel, kimyasal ve mekanik olarak olumsuz etkilerinin olabileceği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Bayraktar vd 1998, Hong vd 2009, Nakamura vd 2012, Nakahara vd 2013). Literatürde alkalin hipokloritlerle aparey temizliği sırasında uzun süreli temasın apareyin fiziksel yapısında zayıflamalara, ağarma ve yüzey pürüzlülüğünde artışa sebep olduğu izlenmiştir (Felton vd 2011, Fernandes vd 2013). İzopropil alkolün polimetil metakrilat yüzeylere zarar verebildiği ve etanol içerikli ağız yıkama solüsyonunun akrilik kaide materyaline belirgin düzeyde zarar verdiği bildirilmiştir (Kiesow vd 2016). Sodyum bikarbonatın abrazyv olması nedeniyle hareketli akrilik dental apareylerin temizliğinde kullanılmaması gerektiği rapor edilmiştir (Zilinskas vd 2013). Diş macunları ile hareketli apareylerin temizliği

konusundaki genel kanı içerisindeki silika benzeri abrazyonların hareketli aparatların yüzeyini çizmesi nedeniyle önerilmemesi yönündedir (Freitas-Pontes vd 2009, Zilinskas vd 2013, Kiesow vd 2016). Ortodonti kliniğinde ise alkalin peroksitlerin hareketli ortodontik aygıt temizliğinde kullanıldığını bildiren pek çok çalışma yapılmıştır (Kaán vd 1997, Mousavi vd 2015, Albanna vd 2016). Albanna ve arkadaşları (2016) çalışmalarında essix pekiştirme plaklarının yalnızca fırça ve su ile yapılan temizliğini ve fırça, su ve alkalin peroksit bazlı kimyasal ajanların kullanımı ile yapılan temizlik ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda yalnızca su ve fırça ile yapılan mekanik temizliğe ilaveten alkalin peroksit içerikli temizleme preparatlarının kullanımının essix pekiştirme plağı üzerindeki bakteri sayısında önemli bir düşüşe neden olmadığı rapor edilmiştir. Tüm bu sebeplerden dolayı çalışmamıza katılan hastalara pekiştirme plaklarının temizliği için herhangi bir kimyasal ajan kullanmamaları sadece su ve yumuşak diş fırçası ile temizlemeleri önerilmiştir.

Ortodontik tedavi sırasında aparatların hastalar tarafından ne kadar süre kullanıldığı ile ilgili veriler sadece hastanın ve velisinin verdiği bilgiler ile sınırlıdır. Kooperasyonun değerlendirilmesinde özellikle hareketli aparatlar uygulandıysa hasta ve ailelerin verdikleri bilgilerin doğruluğu önemlidir. Ağar ve arkadaşlarının (2003) çalışmalarında hastaların aparatını önerildiği gibi kullanılıp kullanılmadığıyla ilgili soruya, velilerin %29'unun doğruyu yansıtmayacak şekilde cevap verdiği saptanmıştır. Hastaların da aparatlarının kullanım zamanları ile ilgili sorulara genelde doğru cevaplar vermedikleri, belirttikleri sürenin gerçek sürenin üstünde olduğu bildirilmiştir (Cureton vd 1993, Ağar vd 2003, Bos vd 2007).

Her ne kadar ölçekler yardımıyla objektif ölçümler yapılsa da aparat kullanımı hastaların beyanına dayandığından ve yapılan çeşitli çalışmalarda (Cole 2002, Brandao vd 2006) hastaların genellikle aparat kullanım sürelerini kullandıklarından daha fazla gösterme eğiliminde oldukları saptandığından ölçümlerde yanılma payı mevcuttur. Bu yüzden araştırmamızda hastaların essix pekiştirme plaklarının günlük kullanım sürelerinin objektif biçimde belirlenebilmesi amacıyla termal bir mikrosensör pekiştirme aygıtlarına yerleştirilerek aparat kullanma süresi tespit edilmiştir.

Yapılan literatür araştırmasında hasta kooperasyonunu objektif olarak ölçen ve benzer şekillerde termal mikrosensör ile çalışan iki farklı firmaya ait zaman ve sıcaklık ölçerin ortodonti kliniklerinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Bunlar Smart retainer ve Theramon isimli sensörlerdir. Schott ve Göz (2010) tarafından bu iki sensörün özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar gün içerisinde 14 saat 35°C ve 10 saat oda sıcaklığında olacak şekilde ayarlanmış termal su banyosu içinde, mikrosensör yerleştirilmiş hareketli akrilik aparatları bekletmiş ve sensörlerin kaydettikleri süreleri değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre Theramon

mikrosensörün kullanım bilgisini günlük dokümantasyon halinde ve gerçek zamana oldukça yakın, Smart retainerinin ise haftalık dokümantasyon verdiği ve gerçek kullanım süresinden günlük ortalama bir saat daha fazla kullanım süresi gösterdiği belirtilmiştir. Boyutsal olarak Theramonun daha küçük olduğu bildirilirken, Smart retainer okuyucusunun şekli nedeniyle dolayı aparatların tam ortalarına yerleştirilmeleri gerektiği ve renkli aparatlarda kullanılamayacağı rapor edilmiştir. Her iki mikrosensör bilgisayar yazılımları yardımıyla istenen zaman aralığındaki ortalama günlük kullanım süresini grafik şeklinde hazırlayabilmektedir. Fakat Smart retainerin haftalık raporunun aksine Theramon mikrosensör istenen zaman aralığındaki aparat kullanma süresini gün bazına indirgeyerek grafiğe dökülebilmektedir. Bu özelliği nedeniyle hastanın aparatını hangi gün ve hangi saatler içinde kullandığını görebilme imkanı sunduğu bildirilmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ve aşınma direnci değerlendirilecek olan essix materyallerinin yapıldığı aparatların hastalar tarafından kullanım sürelerinin objektif olarak değerlendirilebilmesi amacıyla Theramon mikrosensör kullanılmıştır.

İntraoral olarak oral kavitede bulunan dokuların ısıl analizlerinin yapıldığı veya restoratif işlemlerin diş dokularında oluşturduğu ısı etkilerinin incelendiği pek çok çalışmada oral kavitenin başlangıç sıcaklığının 36-37°C olarak kabul edildiği ifade edilmiştir (Fenner vd 1998, Yang ve ark 2001, Toparli 2003). Schoot ve Göz (2010), Smart retainer ve Theramonun tutarlılıklarını karşılaştırdıkları in vitro çalışmalarında ağız içi sıcaklığı taklit etmek için 35°C'deki su banyosunu kullandıklarını rapor etmişlerdir. Uykuda solunum bozukluğu tedavisinde kullanılan oral apaceye yerleştirilen zaman ölçer ile hasta uyumunun değerlendirildiği bir diğer araştırmada ise sensörün 35°C'nin üstünde aktive olacak şekilde programlandığı bildirilmiştir (Vanderveken vd 2013). Yapılan çalışmalar göz önüne alınarak çalışmamızda kullanılan mikrosensörler ağız ortamında aktive olacak şekilde 35 - 42°C arasında programlanmıştır.

Brierley ve arkadaşları (2017), klinik çalışmalarında Theramon mikrosensörün ölçüm tutarlılığını ve doğruluğunu test etmişlerdir. Gönüllü bireylerin alt ve üst birinci molar dişlerine yapılan bantlara ilave edilen ataçman yardımıyla tutturulan mikrosensörlerin 24 saat süreyle ölçüm yapması sağlanmıştır. Çalışma sonucunda üst çene için palatinal bölgeye yerleştirilen mikrosensörler ile alt çene bukkal bölgeye yerleştirilen mikrosensörlerin %95 oranında doğru ölçüm yaptığı rapor edilmiştir. Literatür dikkate alınarak çalışmamızda kullandığımız Theramon mikrosensörler essix pekiştirme plaklarına üst çenede birinci molar diş hizasında palatinal bölgeye, alt çenede ise birinci molar diş hizasında bukkal bölgeye yerleştirilmiştir.

Hastaların aparey takma sürelerinin takip edilmesinin kooperasyonlarına olan etkilerini değerlendiren çalışmalar incelendiğinde Pauls ve arkadaşları (2013), Theramon mikrosensör yardımıyla monitörize edildiklerini bilen hastaların objektif olarak ölçülen aparey kullanım süresinde belirgin bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Benzer etkiyi değerlendiren diğer çalışmalarda Clemmer ve Hayes (1979), hastaların %80'inin belirgin derecede kullanım sürelerini arttırdıklarını belirtmişlerdir. Güray ve Orhan (1997), çalışmalarında hastaların kullanım sürelerini %26 oranında arttırdıklarını, Doruk ve arkadaşları (2004) hastaların monitörize edildiklerini öğrendiklerinde apareylerini 4,5-6 saat, Açar ve arkadaşları (2003) 3,7 saat daha fazla kullandıklarını bildirmişlerdir. Hyun ve arkadaşları (2015), Smart mikrosensör kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında mikrosensör bilgisi verilmiş olan çalışma grubunun bilgi verilmemiş kontrol grubuna göre apareylerini daha çok kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar dikkate alınarak çalışmamıza katılan hastaların essix plaklarının günlük kullanım sürelerinin yüksek olması istendiğinden hastalara apareylerinde mikrosensör olduğu bilgisi verilmiştir.

Dental materyaller ve diş yüzeylerinden oluşan kayıplar çeşitli yöntemlerle kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirilmektedir. Bu amaçla SEM, atomik kuvvet mikroskobu (Kubinek vd 2007), 3D lazer tarama cihazları (Al Shamsi vd 2007), mikro-bilgisayarlı tomografi (Marchewka vd 2014), profilometre (Gardner 2003, Raja 2014) gibi yöntemler kullanılmıştır. SEM analizi ile elde edilen bilgiler subjektiftir ve sadece kantitatif değerlendirme yöntemleri için destekleyici bir araç olarak kullanılabilir (Eliades vd 2004). Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) üç boyutlu yüzey incelemesi yapmaktadır. Ancak yüzeyin incelenmesi için yüzey üzerinde temsili noktalar seçilip tarama yapılarak bu sonuçlar tüm örnek yüzeyine mal edilmektedir. Ayrıca tarama yapılan alan diğer yöntemlere nazaran daha küçük olduğundan, tekrarlanan ölçümlerde aynı noktayı yeniden bulmak zor olabilmektedir. Bununla birlikte, hazırlanan örnekler her zaman homojen olmayabilir ve taranan alan örneğin tamamını temsil edemeyebilir (Jandt 2001, Kubinek 2007). 3D lazer taramada dişler, plastikler, metaller ve seramikler gibi yüzeylerin lazer ışınının saçılmasına ve bunun sonucunda çözünürlük kaybına neden olduğu ifade edilmiştir (Al Shamsi vd 2007). Mikro-BT yöntemiyle örneklerin taranması zaman alıcı ve maliyetli bir yöntemdir (Bjørndal vd 1999, Bergmans 2001, Jung vd 2005, Olejniczak vd 2008). Ayrıca düz yüzeylerin pürüzlülük incelemesinde standart ölçüm metodlarına kıyasla anlamlı bir üstünlük sağlayamadığı bulunmuştur (Kerckhofs vd 2012).

Profilometre, yüzey pürüzlülüğü ile ilgili iki ve üç boyutlu parametre değerlerini rakamsal olarak verebilen bir cihazdır. Pürüzlülük birimi Ra (Roughness average) değeri olarak bildirilmektedir. Ra değeri arttıkça yüzey pürüzlülüğü artar. Konvansiyonel

kontakt profilometreleri, pürüzlülüğü ölçmek için sıklıkla kullanılan lineer bir ölçüm aracıdır, ancak mikro çatlakların tespitinde optik profilometreden daha düşük Ra değerleri üretmektedir. Non-kontakt profilometreler genellikle yüzey profili oluşturmak için yüzeyi taramak ve bazı yüzey temasları olmadan yüzey özelliklerinin hızlı bir şekilde ölçülmesini sağlamak için bir tür ışın demeti kullanmaktadır. Ek olarak, non-kontakt profilometreler genellikle basit çizgi profillerinden ziyade hacimsel kayıp analizine izin veren bir yüzey düzlemi ve üç boyutlu yüzey haritalama üretir. Sadece elmas ucun geçtiği doğrusal hat boyunca kayıt yapabilen kontakt uç profilometrelerinin aksine optik profilometrik cihazlarla yüzey topografyasının birbirini izleyen, tahribatsız, nitel ve nicel ölçümleri, incelenecek yüzey alanlarının boyutlarından bağımsız olarak net bir şekilde yapılabilmektedir (Rouleau vd 1982, Cehreli vd 2008). Literatür taraması, en son teknolojik gelişmeler ve çalışma bütçesi göz önüne alındığında, çalışmamızda essix pekiştirme plakları üzerindeki kantitatif değişimler nanometrik çözünürlüğe sahip, temassız üç boyutlu optik profilometre cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda essix plak örneklerin yüzey pürüzlülüğünün nicel olarak değerlendirilmesinde kullanılan profilometre cihazı kalibre edildikten sonra “cut-off” değeri 20 µm olarak ayarlanmıştır. Bu değer ölçüm sırasında veriler elde edilirken yüzeyin 20 µm aralıklara bölünerek ölçülmesi anlamına gelmektedir. Tüm bu avantajlarının yanı sıra profilometre ile taranacak yüzeylerin aşırı eğimli olması ölçüm değerlerini olumsuz olarak etkileyebilmektedir (Wieland vd 2001).

Ortodontik tedavi sonucunda posterior kontakt miktarı ve ısırma kuvvetinin değişikliğini inceleyen çalışmalarda ortodontik tedavi gören bireylerde tedavi görmeyen bireylere göre posterior kontakt noktalarının ve ısırma kuvvetinin azaldığı ifade edilmiştir (Başçiftçi vd 2005, Makino vd 2014, Varga vd 2017). İlave olarak posterior kontakt alanlarının uygulanan tedavi mekaniklerinden (dişlerin birbirlerine ligatüre edilerek uzamalarının engellenmesi) ve tedavi protokolünden (diş çekimli tedaviler), dişlerdeki geniş restorasyonlardan, ortodontik tedavi sonrası settling miktarından etkilendikleri bildirilmiştir (Varga vd 2017). Çalışmamızda her iki çenede essix pekiştirme plakları kullanıldığından ve apareyin dezavantajı olan settlinge izin vermemesi sebebiyle posterior dişlerin kontakt ilişkilerinin standardize edilemeyeceği düşünülmüştür. Hem bu nedenlerden hem de optik profilometre cihazının eğimi aşırı olmayan yüzeylerde daha ayrıntılı ve tutarlı analiz imkanı tanınmasından dolayı kanin diş insizal kısımları ile keser bölge dişlerinin insizal kısımları hedef bölge olarak seçilmiştir.

Çalışmamızı tamamlayan 38 hastaya ait essix plaklardaki yüzey ölçümleri üst ve alt çeneye ait her bir plakta 3 farklı bölgeden alınmak suretiyle bir hasta için 6 farklı bölgede elde edilmiştir. Çiğneme fonksiyonun karmaşık doğasından ve oklüzyondaki bireysel farklılıklardan dolayı 6 adet ölçümden en fazla aşınma değeri bulgusu veren

bölge sonuçları değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışmamızın amacı essix plakların hangi bölgelerinden aşınmanın yüksek olduğunu değerlendirmek olmadığından tüm değerler içerisinde en yüksek aşınma değeri gösteren bölgeye ait sonuçlar gruplar arasında karşılaştırılmıştır.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların yaşları 13 ile 25 yıl arasında değişmekte olup yaş ortalaması 17,4 yıldır. Çalışmamızda gruplar arasında yaş ortalamaları açısından farklılık olmadığı bulunmuştur. Bu durum grupların homojen oluşturulması ve hastaların tümünün aktif ortodontik tedavilerinin bitimini takiben pekiştirme tedavisine alınması ile açıklanabilir.

Literatürü incelediğimizde mikrosensör ile yapılmış olan daha önceki çalışmaların çoğunluğunda hastaların yaş ortalamaları çalışmamızdakinden daha düşüktür. Kawala ve arkadaşlarının (2013) çalışmalarında hastaların yaş ortalaması 9,2 yıl olarak rapor edilmiştir. Paul ve arkadaşlarının (2013) çalışmalarına seçilen hastaların yaş ortalamasının 12,7 yıl olduğu belirtilmiştir. Schott ve arkadaşları (2014) çalışmalarına yaş ortalaması 10,6 yıl olan 28 bireyi dahil etmiştir. Schott ve arkadaşlarının (2017) diğer bir çalışmada yaş ortalamasının 11 yıl olduğu bildirilmiştir. Arreghini ve arkadaşlarının (2017) çalışmalarındaki hastaların yaş ortalaması 9,8 yıl olarak ifade edilmiştir. Bu durum literatürdeki mikrosensör çalışmalarının çoğunluğunun aktif tedavi fazında hareketli akrilik aparey ve/veya fonksiyonel apareyler ile yapıldığından kaynaklanmakta olabilir. Çalışmamıza dahil edilen hastaların yaş ortalamasının nispeten yüksek olması çalışmamıza seçilen bireylerin aktif ortodontik tedavileri tamamlanmış hastalar arasından seçilmesinden kaynaklanmış olabilir.

Çalışmamızın ilk bölümünde hastaların apareylerini günlük ortalama kullanma süreleri incelendiğinde Grup 1 için (Essix A+) 11,91 saat/gün, Grup 2 için (Essix ACE) 11,26 saat/gün ve Grup 3 (Essix Plus) 11,72 saat/gün olarak bulunmuştur. Aparey kullanma süresi açısından çalışma grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ifade edilmiştir. Bu sonuç istenilen bir durumdur. Farklı essix materyallerinin yüzey ölçüm değerlerinin klinik şartlar altında kıyaslanabilir olması için hastaların aparey kullanma süreleri arasında herhangi bir farklılığın olmaması istenmiştir. Ayrıca bu durum çalışmaya dahil edilen grupların yaş ortalamalarının benzer olması ile açıklanabilir.

Literatürde pekiştirme apareylerinin kullanım süresinin mikrosensörler ile objektif olarak takibi daha önce iki farklı çalışmada incelenmiştir (Schott vd 2013, Hyun vd 2015). Hastalardan istenen pekiştirme apareylerinin günlük ortalama kullanım süresi Hyun ve arkadaşlarının (2015) çalışmalarında ortalama 19 saat/ gün olarak, Schott ve arkadaşlarının (2013) çalışmalarında minimum 8 saat/gün olarak hedeflenmiştir. Çalışmamız dahilinde hastalardan essix pekiştirme plaklarını yemek yeme ve oral hijyen uygulamaları dışında tüm gün kullanmaları istenmiştir. Sayısal olarak bu değer Hyun ve arkadaşlarının çalışmalarına benzer olarak hedeflenmiştir. Çalışmamız dahilinde hastaların apareylerini kullanma süresi (11,63 saat/gün) ve kendilerinden istenen kullanma süresi (19 saat/gün) orantılandığında hastaların pekiştirme apareylerini %61 oranında kullandıkları ortaya çıkmıştır. Literatürü incelediğimizde objektif olarak ölçülen aparey kullanma süresi ve istenilen kullanma süresi arasında bulunan ilişki açısından çalışma sonuçlarımızı destekleyen çalışmalar (Paul vd 2013, Tsomos vd 2014, Schafer vd 2015, Arreghini 2017) ile çalışma sonuçlarımızdan daha yüksek oranda aparey kullanma süresini bildiren çalışmaların (Schott vd 2013, Hyun vd 2015, Schott ve Menne 2018) mevcut olduğu görülmüştür.

Schott ve arkadaşları (2013), hawley apareyi kullanan ortalama yaşları 15,46 yıl olan 100 hastada günlük kullanım süresini değerlendirmişlerdir. Çalışma dahilinde hastalara hawley apareylerini günlük en az 8 saat kullanmaları gerektiği ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda hastalarda aparey kullanma süresi ortalama günlük 7 saat olarak bulunmuştur. Çalışmamız sonucunda hastaların essix plaklarını kullanma süresi Schott ve arkadaşlarının (2013) çalışmalarından yüksek olması Schott ve arkadaşlarının (2013) hastalardan hawley apareylerini günlük en az 8 saat kullanmaları talebi ile açıklanabilir.

Hyun ve arkadaşları (2015) hawley plağı kullandırdıkları 22 hastanın 6.haftadaki ilk kontrollerinde mikrosensör bilgisi olan hastaların apareylerini kullanma süresini 16,3 saat/gün olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada 12.haftadaki ikinci kontrolde bu sürenin 15,6 saat/gün olduğu ifade edilmiştir. Hyun ve arkadaşlarının çalışmalarında günlük kullanım süresinin çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz ortalama günlük kullanım süresinden yüksek olmasının nedeni Hyun ve arkadaşlarının çalışmaya dahil ettikleri hastaları yalnızca 12 haftalık takip verisine göre değerlendirmeleriyle ve çalışma grubundaki hasta sayısının az olması ile açıklanabilir.

Schott ve Menne (2018) çalışmalarında aktivatör veya vida içeren hareketli akrilik aparey ile tedavi edilen 117 hastayı, seçtikleri aparey renkleri ve kullanım süresine göre değerlendirmeye almışlardır. Hastalardan apareylerini kullanmaları istenen günlük ortalama süresinin 12-16 saat/gün olduğu ifade edilirken, ortalama



kullanma süresi 10,25 saat/gün olduğu bulunmuştur. Schott ve Menne'nin (2018) yapmış oldukları çalışmalarında hastalardan apareylerini takmaları istenilen kullanım süresi ile mikrosensörle ölçülen kullanım süresi arasındaki ilişkinin ( %73) çalışmamız sonuçlarından (%61) yüksek ifade edilmesi hem takip süresinin oldukça kısa olması (45 gün) hem de çalışma grubu yaş ortalamasının oldukça düşük olmasından kaynaklanmakta olabilir. Bu görüşümüzü destekler şekilde literatürdeki diğer çalışmalar da hasta yaşı ile aparey kullanım süresi arasında negatif korelasyon olduğunu rapor etmişlerdir (Bos vd 2007, Tsomos vd 2014, Arreghini vd 2017).

Literatürde çalışmamız sonuçlarını destekler şekilde Pauls ve arkadaşları (2013) yaşları 6,42 ile 21,25 yıl arasında değişen 18 hastayı hareketli apareylerinin kullanma sürelerini değerlendirmek amacıyla 6 ay boyunca takip etmişlerdir. Çalışma dahilindeki hastalardan apareylerini günlük 15 saat kullanmaları istenmiştir. Çalışma sonucunda mikrosensör ile ölçülen objektif kullanım süresinin günlük ortalama 7,7 saat olduğu ifade edilmiştir. Pauls ve arkadaşlarının (2013) sonuçlarının çalışmamızla benzer olması hastaların uzun süre takip edilmesi ile açıklanabilir.

Tsomos ve arkadaşları (2014), ortalama 186 gün takip ettikleri 21 hastada pasif ve aktif apareylerin günlük ortalama kullanım süresinin 14 saat olmasını istemişlerdir. Çalışma sonucunda mikrosensörler yardımıyla yapılan ölçümlerde hastaların apareylerini ortalama günlük 9 saat kullandıkları belirtilmiştir. Tsomos ve arkadaşlarının (2014), çalışmalarındaki istenilen kullanım süresi ile ölçülen kullanım süresi arasındaki ilişkinin (%64) çalışmamız sonuçlarına yakın olarak ifade edilmesi hasta takip sürelerinin benzer olmasından kaynaklanabilir.

Arreghini ve arkadaşları (2017) Sınıf II ve Sınıf III aktivatör kullanan ve ortalama 8 ay takip süreyle ettikleri 30 hastada günlük ortalama kullanım süresinin 13 saat/gün olmasını istemişlerdir. Çalışma sonucunda ortalama kullanım süresi 8,6 saat/gün olduğu ifade edilmiştir. Çalışmamızdaki aparey kullanma yüzdesi sonuçlarını destekler şekilde Arreghini ve arkadaşlarının (2017) yaptıkları uzun dönem çalışma ile çalışmamız arasında kullanılan apareyler açısından farklılıklar olsa da hastaların apareylerini kullandıkları sürenin kullanılan aparey tipinden bağımsız olduğu söylenebilir (Kacer vd 2010, Schott vd 2013, Pauls vd 2013, Schafer vd 2015, Al-Moghrabi vd 2017).

Çalışmamızın başlangıcında yapılan güç analizinde çalışma gruplarının en az 14 hastadan ve her üç gruptaki toplam örneklem sayısının en az 42 hastadan oluşması gerektiği ifade edilmiştir. Literatürde daha önce yapılan çalışmalar baz alınarak örneklem sayısının yaklaşık %15 fazlası olarak her bir grupta 16 hasta ve toplamda 48 hasta çalışmaya dahil edilmek istenmiştir. Etik kurul ve proje onaylarının alınmasından sonra ülkemizde yaşanan döviz kurundaki yükselişten dolayı çalışma başlangıcında

talep edilen 96 adet mikrosensörden malzeme alımı esnasında 86 tanesi temin edilebilmiştir. Bu sebepten dolayı çalışmamıza ancak 43 gönüllü hasta dahil edilebilmiştir. Çalışmamızın randomizasyon kontrolü aktif ortodontik tedavisi biten ve çalışma koşullarını sağlayan hastaların herhangi bir ayırım gözetmeksizin çalışma gruplarına (Essix ACE, Essix A+, Essix Plus) dahil edilme sırasına göre sağlanmıştır.

Çalışmamızda 6 aylık takip planlanmıştır. Takip süresince 1 adet mikrosensörden veri alınamamış, 2 hasta pekiştirme plaklarını kaybetmiş, 1 hasta pekiştirme plaklarını üzerine basmak suretiyle parçalamış, 1 hasta ile iletişim kurulamamıştır. Bu sebeplerden dolayı çalışmamız 38 hasta üzerinde devam etmiş ve sonuçlandırılmıştır.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların randevularını takip etme oranı literatürde yer alan daha önceki bazı çalışmalar ile benzerlik (Forde vd 2017) gösterirken, bazı çalışmalardan (Sun vd 2011, O'Rourke vd 2016, Zhu vd 2017) daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Sun ve arkadaşları (2011), vakumlu termoplasitik pekiştirme plağı kullandıkları 59 hastayı bir yıl süre ile takip etmişlerdir. Çalışma sonucunda bir yıllık takip süresince 55 hastanın çalışmayı devam ettirebildiği 4 hastanın ise çalışmayı tamamlamadığı ifade edilmiştir. Çalışmamızda bu sayının bir hasta olduğu görülmüştür. Sun ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışma sonucunda çalışmamızdan daha yüksek oranda hasta kaybının olması hem hasta seçim kriterlerinden hem de nispeten daha uzun süreli takipten (12 ay) kaynaklanmakta olabilir.

O'Rourke ve arkadaşları (2016), çalışmalarında vakumlu termoplastik pekiştirme plağı kullandıkları 40 hasta içinden 3 hastanın birinci kontrol olan 6. aydaki randevularına gelmediklerini ve devam eden hastalardan 9 hastanın da 12. aydaki randevularına katılmamış olduğunu ifade etmişlerdir. Hastaların randevularına katılmama yüzdesinin birinci 6 ay için %7,5 olduğu rapor edilmiştir. Bu oranın bizim çalışmamızdan yüksek olmasının nedeni O'Rourke ve arkadaşlarının hasta seçim kriterlerinden kaynaklı olabilir. Nitekim O'Rourke ve arkadaşları hasta seçimi esnasında hastaların şehir ve iş değişikliği yapabilme ihtimalini göz ardı etmişlerdir.

Zhu ve arkadaşları (2017), 80 hastayı vakumlu termoplastik pekiştirme plaklarının değerlendirilmesi için çalışmaya dahil etmişlerdir. Bir yıllık takip sonucunda 72 hastanın çalışmayı tamamladığı ve 8 hastanın çalışmayı tamamlamamış olduğu ifade edilmiştir. Zhu ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada hasta kayıplarının daha yüksek bulunması takip süresinin uzunluğu ile ilgili olabilir.

Tartışmamızın bu kısmından itibaren çalışmamızın ikinci bölümünün bulguları; hastalar tarafından kullanılmış olan essix plakların ortalama aşınma değerleri (Ra) ile maksimum yüzey pürüzlülük (Ry) bulguları ve bu bulgulara etki eden faktörler ve bu bulguların klinik etkileri incelenecektir.

Çalışmamızda kullanılan essix plakların aşınmaya karşı direnç ölçümleri ve yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde aşınma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü en fazla artan materyalin A+ materyali olduğu bulunmuştur. Aşınma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde ACE ile Plus materyalleri arasındaki farkın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde bu materyalleri birbirlerine göre karşılaştıran çok az sayıda çalışma bulunduğundan bulgularımızın tartışması bu çalışmaların ikili karşılaştırmaları ve materyallerin imal edildikleri baz moleküller üzerinden yapılacaktır.

Ortodonti kliniklerinde kullanılan vakumlu termoplastik pekiştirme plaklarının detaylı incelendiğinde genel olarak polietilen, polipropilen, polikarbonat, poliüretan monomerler veya bu monomerlerin farklı oranlarda birleşiminden yani kopolimer bazlı ham maddeden oluştuğu, yüzde 5 oranında ise stabilizatör ve diğer maddeler içerdikleri ifade edilmiştir (Ryokawa vd 2006). Essix materyalleri her ne kadar ortodonti pratiğinde genel olarak firma ismi ile pazarlanmakta ise de modeller arasında birtakım yapısal ve fiziksel farklılıkların olduğu daha önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (Rwokawa vd 2006, Ahdab 2016, Ryu vd 2018).

Literatür incelenmesinde A+ materyalinin baz bileşiminin “polietilen tereftalat” ve diğer maddeler, ACE materyalinin bileşiminin %95 “kopolyester” ve 5% diğer maddeler, Plus materyalinin bileşiminin “hibrid kopolyester” ve diğer maddeler (Enacar ve Keçik 2009, Warshawsky 2017, Wible vd 2019) olduğu ifade edilmiştir.

Literatürde vakumlu termoplastik pekiştirme plaklarının fiziksel özelliklerini karşılaştıran birçok çalışma bulunmaktadır (Gardner vd 2003, Ryokawa vd 2006, Raja vd 2014, Min vd 2010, Ryu vd 2018).

Ryokawa ve arkadaşları (2006), termoplastik materyallerin su absorpsiyonlarını değerlendirdikleri çalışmalarında iki haftalık su banyosu sonrasında A+ materyalinin su absorpsiyonuna bağlı hacim artış yüzdesi 0,83 olarak ifade edilmiştir. Ryokawa ve arkadaşlarının çalışmalarında su absorpsiyonunu su moleküllerinin materyal yüzeyine bağlanması ve devamında materyalin kendi içindeki moleküler boşluklara doğru ilerlemesi olarak ifade edilmiş ve termoplastik materyallerin su absorpsiyonlarının farklı olması materyallerin kendi iç yapısındaki amorf ve kristalimsi yapıların farklılıklarından kaynaklı olabileceği ve bu farklılığın da materyallerin fiziksel özelliklerini etkilediği ifade edilmiştir.

Min ve arkadaşları (2010) termoplastik materyallerin fiziksel özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında thermoforming işlemi ile Essix ACE materyalinin kalınlığının 1,03 mm'den 0,64 mm'ye düştüğünü, Essix A+ materyalinin kalınlığının ise 1,02 mm'den 0,59 mm 'ye düştüğünü ifade etmişlerdir. Thermoforming işlemi ile Essix ACE materyalinin kalınlığı %37,9 azalırken, Essix A+ materyalinin kalınlığının %42,2 azalmış olduğu ifade edilmiştir. Bu durum Essix A+ materyalinin thermoforming sonucu daha ince olarak şekillenmesi anlamına gelmektedir.

Zhu ve arkadaşları (2017) çalışmalarında polietilen bazlı 1 mm ve 0.75 mm kalınlıklarındaki termoplastik plakların kullanım ömürlerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda 0.75 mm kalınlığındaki termoplastik plakların daha çok vakada kullanılamaz hale geldiği ifade edilmiştir. Yukarıda bahsi geçen iki çalışmanın verileri birleştirildiğinde, A+ materyalinin kimyasal kompozisyon dışında materyalin thermoforming işlemi sonucunda kalınlığının daha çok azalması materyalin aşınmaya karşı daha dirençsiz olmasını açıklayabilir. Nitekim çalışmamız sonucunda A+ materyali aşınmaya karşı en dirençsiz materyal olduğu bulunmuştur. Bu sonucun sebepleri arasında A+ materyalinin thermoforming işlemi sonrası kalınlığının ACE materyaline göre daha da azalmış olması sayılabilir.

Ryu ve arkadaşlarının (2018) yapmış oldukları in vivo çalışmalarında kullanılan her iki materyalin (Essix ACE, Essix A+) yapısal olarak farklılıklara sahip oldukları ve bu yapısal farklılıkların materyallerin ışık geçirgenliği, suda çözünme ve su absorpsiyonu, yüzey sertliği, elastikiyet modülleri, çekme ve eğilme dayanımlılıklarını etkiledikleri bildirilmiştir. Çalışmada ışık geçirgenliği ve su absorpsiyon testlerinde thermoforming öncesi ve sonrası değerlerde ACE materyalinin A+ materyaline göre daha stabil olduğu bildirilmiştir. Termoplastik plakların ışık geçirgenliğindeki azalmanın sebebinin thermoforming işleminde uygulanan sıcaklık ve basınç artışı sebebiyle materyalin kendi içinde amorf yapıdan kristalimsi yapıya geçişindeki deformasyon sonucunda ışığın bu deforme noktalarda dağılmasına bağlı olduğu ifade edilmiştir. Ryu ve arkadaşları aynı çalışmalarında ACE materyali ile A+ materyalinin yüzey sertliğini de karşılaştırmışlardır. Çalışma bulgularında thermoforming işlemi sonrasında knoop sertlik değerleri ACE materyalinde A+ materyalinden daha yüksek olarak bulunmuştur. Literatürde belirtildiği üzere termoplastik materyallerin sertlik değeri ile aşınması arasındaki ters korelasyon (Gardner vd 2003) sonuçlarımızın Ryu ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmanın bulguları ile desteklendiğini açıklayabilmektedir.

Literatürde Essix Plus materyaline ait bir çalışma bulunmuştur. Ahdab'ın (2016) yapmış olduğu çalışmada essix materyallerinin in vivo ortamda aşınma derinlikleri, yüzey sertlikleri, kayıp hacim yüzdeleri ve kayıp kütle yüzdeleri değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda Plus ve ACE materyalleri arasında aşınma derinliği, kayıp kütle yüzdesi ve kayıp hacim yüzdesi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmediği ifade edilmiştir. Bu sonuç ACE ile Plus gruplarımız arasında elde edilen aşınma ve yüzey pürüzlülüğü bulgularının istatistiksel olarak farklılık göstermemesini desteklemektedir. Nitekim ACE ile Plus materyallerinin benzer kimyasal ve fiziksel yapıya sahip olması materyallerin klinik koşullar altında gerçekleştirdiğimiz çalışmamız sonucunda aşınmaya karşı benzer dayanıklılık göstermesini açıklayabilmektedir.

Gardner ve arkadaşları (2003), çalışmalarında Essix C+, Invisacryl C ve TR sheet materyalinin aşınma değerlerini incelemişlerdir. Profilometre analizi sonucunda aynı kalınlıktaki (1mm) polipropilen bazlı Essix C+ ve Invisacryl C materyallerinin polietilen bazlı TR sheet materyaline göre daha fazla aşınma değeri gösterdiği ifade edilmiştir. Gardner ve arkadaşlarının çalışmalarında bu farklılığın polietilenin yüzey sertlik değerinin (85-102), polipropilenin yüzey sertlik değerinden (105-115) yüksek olması ile açıklanabileceği bildirilmiştir.

Benzer bir çalışma Raja ve arkadaşları (2014) tarafından da gerçekleştirilmiştir. Çalışma dahilinde "Essix C+, Essix ACE, Duran ve Tru-Tain" materyallerinin ortalama aşınma miktarları ölçülmüştür. Çalışma sonucunda kopolyester bazlı ACE (7,88 µm) materyalinin, polietilen tereftalat glikol (PETG) bazlı Duran (9,75 µm) ve Trutain (12,08 µm) materyalleri ile polipropilen bazlı Essix C+ (63,20 µm) materyalinden aşınmaya karşı daha fazla direnç gösterdikleri ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda uygulanan aşındırıcı kuvvetin (460 gr x 1000 siklus) Gardner ve arkadaşlarının (2003) uyguladıkları kuvvetten (25 kg x 1000 siklus) oldukça düşük miktarda olmasına rağmen aynı marka ve model plakların daha yüksek aşınma değeri gösterdiği bildirilmiştir. Bu tezatlilik in vitro ortam koşullarının materyallerin aşınma özelliklerini değiştirebildiğini ifade etmektedir.

Çalışmamızda her üç çalışma grubunda da pekiştirme plaklarının kullanım süresi ile yüzey pürüzlülükleri arasında herhangi bir korelasyon bulunamamıştır. Bu durum oklüzyon ve çiğneme fonksiyonlarındaki bireysel farklılıklar ile açıklanabilir. Literatürde belirtildiği üzere yutkunma esnasında hastalarda çok geniş bir skala aralığında çiğneme kuvveti oluştuğu belirtilmiştir (Gibbs1981, Başçiftçi vd 2005, Varga vd 2017).

Çalışmamızda hastalara pekiştirme döneminde kullanılan vakumlu termoplastik plakların aşınmaya karşı dirençleri in vivo koşullarda incelenmiştir.

Pekiştirme plaklarının in vivo koşullarda hangi bölgelerinden daha fazla aşınma meydana geldiğinin belirlenmesi ve buna karşın teknolojinin gelişmesi ile beraber materyallerin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi konusu gelecekteki çalışmalarda değerlendirilebilir. Çalışmamızın limitasyonlarından biri de yutkunma ve ısırma

kuvvetlerinin standardizasyonun sağlanamamasıdır. Pekiştirme plağı kullanan hastalardan her ne kadar yeme, çiğneme ve ısırma fonksiyonlarını ağızlarında plaklar varken gerçekleştirmemeleri istense de bu kurala ne kadar uyum sağladıkları bilinmemektedir. Ayrıca literatürde belirtildiği üzere yutkunma eyleminde ve gün içinde de belirli sürelerde dişlerin oklüzyona geçtiği ve yüksek miktarda ısırma kuvveti olduğu ifade edilmiştir (Gibbs vd 1981). Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu bireysel farklılıkların önüne geçilmesi hedeflenebilir.

Sonuç olarak in vitro koşullar altında uygulanan fiziksel testler ve kullanılan çiğneme simülatörlerinin özelliklerinin farklı olması materyallerin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesinde ve hastalara uygulanacak materyal seçiminde yanıltıcı olabilmektedir. Çalışmamızda bu olumsuz etkiler elimine edilmeye çalışılarak klinisyenlere materyal seçiminde rehberlik etmek amaçlanmıştır. Çalışmamız sonucunda ağız içi koşullarda Essix A+ materyali aşınmaya karşı en dirençsiz materyal olarak bulunurken, Essix ACE ile Essix Plus materyalleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamsızdır. Klinisyenler Essix ACE ve Essix Plus arasında bütçe ve tedarik anlamında kolaylık sağlayan materyali tercih edebilirler. Çalışmamızın daha önce ifade ettiğimiz limitasyonları da göz önünde bulundurularak daha çok çalışmanın yapılmasına ihtiyaç vardır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızın bulguları başlangıç hipotezimizi reddetmektedir.
2. Essix A+ materyali hem ortalama yüzey pürüzlülüğündeki değişim değeri hem de maksimum yüzey pürüzlülük derinliği değişim değeri en yüksek olan materyal olarak bulunmuştur.
3. Essix ACE ve Essix Plus grupları arasındaki ortalama yüzey pürüzlülüğü değişimi ile maksimum yüzey pürüzlülüğü derinliği değişimi değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı bulunmuştur.
4. Klinik olarak Essix A+ materyali aşınmaya karşı en dirençsiz materyal olarak bulunurken, Essix ACE ile Essix Plus materyalleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamsızdır.
5. Benzer yaş ortalamasına sahip hastalar pekiştirme plaklarını gün içerisinde benzer sürelerde kullanmıştır.
6. Hastaların pekiştirme plaklarının kullanım süresi beklenilenin oldukça altında kalmaktadır. Klinisyenler bu durumun farkında olup ilave önlemler almalıdır.

## 7.KAYNAKLAR

Ackerman MB, McRae MS, Longley WH. Microsensor technology to help monitor removable appliance wear. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2009; 135(4): 549-551.

Ackerman MB, Thornton B. Posttreatment compliance with removable maxillary retention in a teenage population: a short-term randomized clinical trial. **Orthodontics Chic** 2011; 12(1): 22-27.

Ağar U, Doruk C, Babacan H, Bıçakçı A. Headgear Kooperasyonunun Değerlendirilmesinde Hastalar ve Verilerinin Güvenilirliği. **Cumhuriyet Ün. Dişhek. Fak. Derg** 2003; 6(1): 28-30.

Ahdab, Hani. In Vitro Evaluation of Wear Properties of Six Orthodontic Thermoplastic Retainer Materials. **Oregon Health & Science University Scholar Archive** 2016; 3865.

Albanna RH, Farawanah HM, Aldrees AM. Microbial evaluation of the effectiveness of different methods for cleansing clear orthodontic retainers: A randomized clinical trial. **Angle Orthod** 2016; 87(3): 460-465.

Albino JE, Lawrence SD, Tedesco LA. Psychological and social effects of orthodontic treatment. **J Behav Med** 1994; 17(1):81-98.

Al-Kurwi AS, Bos A, Kuitert RB. Overjet reduction in relation to wear timewith the van Beek activator combined with a microsensor. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2016; 151(2): 277-283.

Al-Moghrabi D, Pandis N, Fleming PS. The effects of fixed and removable orthodontic retainers: a systematic review. **Prog Orthod** 2016; 17(1): 24.

Al-Moghrabi D, Salazar FC, Pandis N, Fleming PS. Compliance with removable orthodontic appliances and adjuncts: A systematic review and metaanalysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2017; 152(1): 17-32.

Al-Moghrabi D, Johal A, O'Rourke N, Donos N, Pandis N, Gonzales-Marin C, Fleming PS. Effects of fixed vs removable orthodontic retainers on stability and periodontal health: 4-year follow-up of a randomized controlled trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2018; 154(2): 167-174.

Al Shamsi AH, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Three-dimensional measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: an in-vitro study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2007; 131(3): 301.e9-15.

Angle EH. Malocclusion of the teeth. 7th ed. **SS White Dental Manufacturing**, Philadelphia, 1907.

Arreghini A, Trigila S, Lombardo L, Siciliani G. Objective assessment of compliance with intra- and extraoral removable appliances. **Angle Orthod** 2017; 87(1): 88-95.



Artun J, Zachrisson BU. Improving the handling properties of a composite resin for direct bonding. **Am J Orthod** 1982; 81(4): 269-276.

Artun J. Caries and periodontal reactions associated with long-term use of different types of bonded lingual retainers. **Am J Orthod** 1984; 86(2): 112-118.

Artun J, Spadafora A.T, Shapiro P.A. A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. **Eur J Orthod** 1997; 19(5): 501-509.

Atack N, Harradine N, Sandy JR, Ireland AJ. Which way forward? Fixed or removable lower retainers. **Angle Orthod** 2007; 77(6): 954-959.

Bandeira MB, Queiroz IMS, Fernandes SKSC. Evaluation of surface roughness of monolithic zirconia after using different polishing kits. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr** 2017; 17(1): 84-90.

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. **Angle Orthod** 2011; 81(3): 404-409.

Başçiftçi FA, Uysal T, Sari Z, Inan O. Occlusal contacts with different retention procedures in 1-year follow-up period **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2007; 131(3): 357-362.

Bayraktar G, Turfaner M, Duran Ö. Kimyasal Temizlik Solüsyonlarının Akrilik Kaide Materyalinin Renk Değişimine Etkisi-The Effect Of Various Chemical Cleaning Solutions On The Color Stability Of The Acrylic Denture Base Material. **J Istanb Univ Fac Dent** 1998; 32(1): 39-45.

Bearn DR. Bonded orthodontic retainers: A review. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 1995; 108(2): 207-213.

Beckwith FR, Ackerman RJ, Cobb CM, Tira DE. An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 1999; 115(4): 439-447

Blake M ve Bibby K. Retention and stability: a review of the literature. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1998; 114(3), 299-306.

Bos A, Hoogstraten J, Prah-Andersen B. Expectations of treatment and satisfaction with dentofacial appearance in orthodontic patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2007; 123(2): 127-132.

Brandao M, Pinho HS, Urias D. Clinical and quantitative assesment of headgear compliance: A pilot study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2006; 129(2): 239-244

Brierley CA, Benson PE, Sandler J. How accurate are TheraMon® microsensors at measuring intraoral wear-time? Recorded vs. actual wear times in five volunteers. **J Orthod** 2017; 44(4): 241-248.

Campbell AM, McMullan RE, Winning L, Baxter K, Collins J, Lung Z. Retention regimes following fixed appliance therapy-a change of practice re-audited. **Br Orthod Soc Clin Effectiveness Bull** 2009; 23: 20-22.

Case C. Principles of retention in orthodontia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1920; 6(11): 627-658.

Cehreli ZC, Lakshmipathy M, Yazici R. Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: A three-dimensional optical profilometry analysis. *Dent Traumatol* 2008; 24(2): 177-182.

Clark JD, Kerr WJ, Davis MH. CASES-clinical audit; scenarios for evaluation and study. *Br Dent J* 1997; 183(3): 108-111.

Clemmer EJ, Hayes EW. Patient cooperation in wearing orthodontic headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1979; 75(5): 517-524.

Cole WA. Accuracy of patient reporting as an indication of headgear compliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121(4): 419-423

Collett, T. A rationale for removable retainers. *J Clin Orthod.* 1998; 32(11): 667-669.

Cureton SL, Regennitter FJ, Yancey JM. Clinical versus quantitative assessment of headgear compliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 104(3): 277-284.

Çifter M, Gümrü Çelikel AD, Çekici A. Effects of vacuum-formed retainers on periodontal status and their retention efficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 152(6): 830-835.

Dahl EH, Zachrisson BU. Long-term experience with direct-bonded lingual retainers. *J Clin Orthod* 1991; 25(10): 619-630.

Demir A, Babacan H, Nalcaci R, Topcuoglu T. Comparison of retention characteristics of Essix and Hawley retainers. *Korean J Orthod* 2012; 42(5): 255-262.

Destang DL, Kerr WJS. Maxillary retention: is longer better? *Eur J Orthod* 2003; 25(1): 65-69.

Dietrich P, Patcas R, Pandis N, Eliades T. Long-term follow-up of maxillary fixed retention: survival rate and periodontal health. *Eur J Orthod* 2015; 37(1): 37-42.

Dinçer M, Işık Aslan B. Effect of thermoplastic retainers on occlusal contacts. *Eur J Orthod* 2010; 32(1): 6-10.

Dindaroğlu F. Retansiyon Gerekli mi? *Türkiye Klinikleri J Orthod-Special Topics* 2017; 3(2): 73-78.

Doruk C, Açar U, Babacan H. The role of the headgear timer in extraoral cooperation. *Eur J Orthod* 2004; 26(3): 289-291.

Egolf RJ, Begole EA, Upshaw HS. Factors associated with orthodontic patient compliance of intraoral elastic and headgear wear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 97(4): 336-348.

Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod* 2004; 26(3): 333-338.

Enacar A, Keçik D. Orta hat diastemasının tedavisinde essix yaklaşımının değerlendirilmesi. *H.Ü. Diş Hek. Fak. Derg* 2009; 33: 46-52.

Ereifej NS, Oweis YG, Eliades G. The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. *Oper Dent* 2013; 38(1): 1-12.

Felton D, Cooper L, Duqum I, Minsley G, Guckes A, Haug S, Deal Chandler N. Evidence- Based Guidelines for the Care and Maintenance of Complete Dentures: *J Prosthodont* 2011; 20(1): 1-12.

Fenner DN, Robinson PB, Cheung PM. Three-dimensional finite element analysis of thermal shock in a premolar with a composite resin MOD restoration. *Med Eng Phys* 1998; 20(4): 269-275.

Fernandes RAG, Lovato-Silva CH, Paranhos HDFO, Ito IY. Efficacy of three denture brushes on biofilm removal from complete dentures. *J Appl Oral Sci* 2007; 15(1), 39-43.

Fernandes FH, Orsi IA, Villabona CA. Effects of the peracetic acid and sodium hypochlorite on the colour stability and surface roughness of the denture base acrylic resins polymerised by microwave and water bath methods. *Gerodontology* 2013; 30(1): 18-25.

Ferrazzano G, Cantile T, Quarto M, Ingenito A, Chianese L, Addeo F. Protective effect of yogurt extract on dental enamel demineralization in vitro. *Aust Dent J* 2008; 53(4): 314-319.

Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *J Dent* 2010; 38(3): 182-190.

Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Influence of surface roughness on mechanical properties of two computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) ceramic materials. *Oper Dent* 2012; 37(6): 617-624.

Forde K, Storey M, Littlewood SJ, Scott P, Luther F, Kang J. Bonded versus vacuum-formed retainers: a randomized controlled trial. Part 1: stability, retainer survival, and patient satisfaction outcomes after 12 months. *Eur J Orthod* 2017; 40(4): 387-398.

Franzen TJ, Monjo M, Rubert M, Vandevska- Radunovic, V. Expression of bone markers and micro- CT analysis of alveolar bone during orthodontic relapse. *Orthod Craniofac Res* 2014; 17(4): 249-258.

Freitas-Pontes KM, Silva-Lovato CH, Paranhos HF. Mass loss of four commercially available heat-polymerized acrylic resins after toothbrushing with three different dentifrices. *J Appl Oral Sci* 2009; 17(2): 116-121.

Gardner GD, Dunn WJ, Taloumis L. Wear comparison of thermoplastic materials used for orthodontic retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124(3): 294–297.

Gibbs CH, Mahan PE, Lundeen HC, Brehnan K, Walsh EK, Holbrook WB. Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission. *J Prosthet Dent* 1981; 46(4): 443-449.

Gill DS, Naini FB, Jones A, Tredwin CJ. Part-time versus fulltime retainer wear following fixed appliance therapy: a randomized prospective controlled trial. *World J Orthod* 2007; 8(3): 300-306.

Gorelick L, Geiger A M, Gwinnett A J. Incidence of white spot formation after bonding and banding. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1982; 81(2): 92–98.

Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KW, Huang GJ. Orthodontics-E-Book: Current Principles and Techniques. **Elsevier Health Sciences**, St.Louis, 2016, s.981-987.

Grieve GW. The stability of the treated denture. **Am J Orthod Oral Surg** 1944; 30(4), 171-195.

Gross AM, Samson G, Dierkes M. Patient cooperation in treatment with removable appliances. A model of patient non-compliance with treatment implications. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1985; 87(5): 392-397.

Grzywacz I. The value of the aesthetic component of the Index of Orthodontic Treatment Need in the assessment of subjective orthodontic treatment need. **Eur J Orthod** 2003; 25(1): 57-63.

Güray E, Orhan M. Selçuk type headgear-timer. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1997; 111(1): 87-92.

Hamula W. Direct bonding with light cured adhesive. **J Clin Orthod** 1991; 25; 437-438.

Hawley CA. A removable retainer. **Dental Cosmos** 1919; 61(6): 449.

Heasman PA, Stacey F, Heasman L, Sellers P, Macgregor IDM, Kelly PJ. A comparative study of the Philips HP 735, Braun/Oral B D7 and the Oral B 35 Advantage toothbrushes. **J Clin Periodontol** 1999; 26(2): 85-90.

Heier E, De Smit A, Wijgaerts I. Periodontal implications of bonded versus removable retainers. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1997; 112(6): 607-616.

Hellman M. Fundamental principles and expedient compromises in orthodontic procedures. **Am J Orthod Oral Surg** 1944-1945; 42: 46-53.

Hichens L, Rowland H, Williams A, Hollinghurst S, Ewings P, Clark S. Cost-effectiveness and patient satisfaction: Hawley and vacuum-formed retainers. **Eur J Orthod** 2007; 29(4): 372-378.

Hong G, Murata H, Li Y, Sadamori S, Hamada T. Influence of denture cleansers on the color stability of three types of denture base acrylic resin. **J Prosthet Dent** 2009; 101(3): 205-213.

Horozoğlu E. Görüntü işleme ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü ve analizi. Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Konya, 2013, s.18-20.

Houston WJB, Stephens CD, Tulley WJ. A Textbook of Orthodontics. **Butterworth-Heinemann**, Great Britain, 2000, s. 346-356.

Hyun P, Preston CB, Al-Jewair TS, Park-Hyun E, Tabbaa S. Patient compliance with Hawley retainers fitted with the SMART(®) sensor: a prospective clinical pilot study. **Angle Orthod** 2015; 85(2): 263-269.

Jandt KD. Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. **Surface Science** 2001; 491(3): 303-332.

Jarabak JR. Management of an orthodontic practice. **Mosby Company**, St. Louis, 1965; s.150-181.

Jin C, Nikawa H, Makihira S, Hamada T, Furukawa M, Murata H. Changes in surface roughness and colour stability of soft denture lining materials caused by denture cleansers. **J Oral Rehabil** 2003; 30(2): 125-130.

Johnston CD, Littlewood SJ. Retention in orthodontics. **Br Dent J** 2015; 16; 218(3): 119-122.

Joondeph DR. Stability, Retention and Relapse. In: Orthodontics: Current Principle and Techniques. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL. **Elsevier**, Philadelphia, 2012: s. 991-1020.

Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. **Int Endod J** 2005; 38(9): 617-626.

Kaán JM, Fejerdy P, Kaán M, Barna Z, Dénes Z. Clinical examination of the effect of the "Corega Junior" cleaning tablets for removable orthodontic appliances. **Fogorv Sz** 1997; 90(9): 259-265.

Kaan M, Madléna M. Retention and relapse. Review of the literature. **Fogorv Sz** 2011; 104(4): 139-146.

Kaklamanos EG, Kourakou M, Kloukos D, Doulis I, Kavvadia S. Performance of clear vacuum-formed thermoplastic retainers depending on retention protocol: a systematic review. **Odontology** 2017; 105(2): 237-247.

Kawala B, Antoszevska J, Sarul M, Kozanecka A. Application of microsensors to measure real wear time of removable orthodontic appliances. **J Stoma** 2013; 66(3): 321-330.

Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS. JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. **J Clin Orthod** 2008; 42(11): 625-640.

Kerckhofs G, Pyka G, Moesen M, Schrooten J, Wevers M. "High-resolution micro-CT as a tool for 3D surface roughness measurement of 3D additive manufactured porous structures," presented at the **Conference on Industrial Computed Tomography (ICT)** Wels, Austria, 2012.

Kiesow A, Sarembe S, Pizzey RL, Axe AS, Bradshaw DJ. Material compatibility and antimicrobial activity of consumer products commonly used to clean dentures. **J Prosthet Dent** 2016; 115(2): 189-198.

Kingsley N. Treatise on oral deformities. **Appleton**, New York, 1880; s.64-65.

Knierim, RW. Invisible lower cuspid to cuspid retainer. **Angle Orthod** 1973; 43(2): 218-219.

Kubinek R, Zapletalova Z, Vujtek M. Examination of Dentin Surface Using AFM and SEM. **Modern Res. Educ. Topics Microscopy** 2007; 2(1): 593-598.

Kucera J, Marek I. Unexpected complications associated with mandibular fixed retainers: a retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149(2): 202-211.

Kumar A, Bansal A. Effectiveness and acceptability of Essix and Begg retainers: a prospective study. *Aust Orthod* 2011; 27(1): 52-56.

Levrini L, Novara F, Margherini S, Tenconi C, Raspanti M. Scanning electron microscopy analysis of the growth of dental plaque on the surfaces of removable orthodontic aligners after the use of different cleaning methods. *Clin Cosmet Investig Dent* 2015; 7(2): 125-131.

Lindauer SJ, Shoff RC. Comparison of Essix and Hawley retainers. *J Clin Orthod* 1998; 32(2): 95-97.

Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Orthodontic retention: a systematic review. *J Orthod* 2006; 33(3): 205-212.

Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; (1): CE002283.

Lundström AF. Malocclusion of the teeth regarded as a problem in connection with the apical base. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography* 1925; 11(12): 1109-1133.

Luther F, Nelson-Moon Z. Orthodontic retainers and removable appliances: Principles of design and use. *Wiley-Blackwell*, Chichester, West Sussex, 2013, s.172-181.

Mai W, He J, Meng H, Jiang Y, Huang C, Li M, Yuan K, Kang N. Comparison of vacuum-formed and Hawley retainers: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 145(6): 720-727.

Makino E, Nomura M, Motegi E, Iijima Y, Ishii T, Koizumi Y, Hayashi M, Sueishi K, Kawano M, Yanagisawa S. Effect of orthodontic treatment on occlusal condition and masticatory function. *Bull Tokyo Dent Coll* 2014; 55(4): 185-197.

Marchewka J, Skrzat J, Wróbel A. Analysis of the enamel hypoplasia using micro-CT scanner versus classical method. *Anthropol Anz* 2014; 71(4): 391-402.

McCauley DR. The cuspid and its function in retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1944; 30: 196.

McDermott P, Field D, Erfida I, Millett DT. Operator and patient experiences with fixed or vacuum formed retainers. *Irish Division IADR Conference* Abstract 0017.

McNamara JA Jr, Brudon WL. Orthodontics and dentofacial orthopedics, *Needham Press*, Ann Arbor, 2001, s.456-470.

Meade MJ, Millett DT. Retention protocols and use of vacuum-formed retainers among specialist orthodontists. *J Orthod* 2013; 40(4): 318-325.

Mehra T, Nanda RS, Sinha PK. Orthodontists' assessment and management of patient compliance. *Angle Orthod* 1996; 68(2):115-122.

Min S, Hwang CJ, Yu HS, Lee SB, Cha JY. The effect of thickness and deflection of orthodontic thermoplastic materials on its mechanical properties. **Korean J Orthod** 2010; 40(1): 16–26.

Mitchell JI. It is time for the timing headgear. **J Clin Orthod** 1976; 10(4): 919-920.

Moshkelgosha V, Shomali M, Momeni M. Comparison of Wear Resistance of Hawley and Vacuum Formed Retainers: An in-vitro Study. **J Dent Biomater** 2016; 3(2): 248–253.

Mousavi SM, Ghorani PS, Javidi P, Berahman N, Moattari M. The Effect of Time and Three Different Storage Environments on the Dimensional Stability of Acrylic Removable Orthodontic Appliances. **Biosci. Biotechnol. Res. Asia** 2015; 12(3): 2319-2324.

Moyers RE. Handbook of orthodontics for the student and general practitioner. **Year Book Medical Publishers Inc**, Chicago, 1973.

Nakahara T, Harada A, Yamada Y, Odashima Y, Nakamura K, Inagaki R, Niwano Y. Influence of a new denture cleaning technique based on photolysis of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> the mechanical properties and color change of acrylic denture base resin. **Dental Mater J** 2013; 32(4): 529-536.

Nakamura K, Yamada Y, Takada Y, Mokudai T, Ikai H, Inagaki R, Niwano Y. Corrosive effect of disinfection solution containing hydroxyl radicals generated by photolysis of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on dental metals. **Dental Mater J**. 2012; 31(6): 941-946.

Nance HN. The limitations of orthodontic treatment; diagnosis and treatment in the permanent dentition. **Am J Orthod** 1947; 33(5): 253-301.

Nanda RS, Kierl M. Prediction of cooperation in orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofac** 1992; 102(1): 15-21.

Nanda RS, Nanda SK. Considerations of dentofacial growth in long-term retention and stability: is active retention needed? **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1992 101(4), 297-302.

Northcutt ME. The timing headgear. **J Clin Orthod** 1974; 8(6): 321-324.

Olejniczak AJ, Tafforeau P, Feeney RN, Martin LB. Three-Dimensional Primate Molar Enamel Thickness. **J Hum Evol** 2008; 54(2): 187-195.

O'Rourke N, Albeedh H, Sharma P, Johal A. Effectiveness of bonded and vacuum-formed retainers: A prospective randomized controlled clinical trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2016; 150(3): 406-415.

Pandis N, Vlahopoulos K, Madianos P. Long-term periodontal status of patients with mandibular lingual fixed retention. **Eur J Orthod** 2007; 29(5): 471-476.

Pandis N, Fleming PS, Kloukos D, Polychronopoulou A, Katsaros C, Eliades T. Survival of bonded lingual retainers with chemical or photo polymerization over a 2-year period: a single-center, randomized controlled clinical trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2013; 144(2): 169-175.

Paranhos HFO, Silva- Lovato CH, Souza RF, Cruz PC, Freitas KM, Peracini A. Effects of mechanical and chemical methods on denture biofilm accumulation. **J Oral Rehab** 2007; 34(8): 606-612.

Pascual AL, Beeman CS, Hicks EP, Bush HM, Mitchell RJ. The essential work of fracture of thermoplastic orthodontic retainer materials. **Angle Orthod** 2010; 80(3): 554-561.

Paşaoğlu A, Aras I, Mert A, Aras A. Survey on Retention Protocols Among Turkish orthodontists. **Turkish J Orthod** 2016; 29(3): 51-58.

Pauls A, Nienkemper M, Panayotidis A, Wilmes B, Drescher D. Effects of wear time recording on the patient's compliance **Angle Orthod** 2013; 83(6): 1002-1008.

Pazera P, Fudalej P, Katsaros C. Severe complication of a bonded mandibular lingual retainer. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2012; 142(3): 406-409.

Ponitz RJ. Invisible retainers. **Am J Orthod** 1971; 59(3): 266–272.

Perkün F. Çene Ortopedisi Cilt 1. **Gençlik Basımevi**, İstanbul, 1973.

Pratt MC, Kluemper GT, Hartsfield JK, Fardo D, Nash DA. Evaluation of retention protocols among members of the American Association of Orthodontists in the United States. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2011; 140(4): 520-526.

Premkumar S. Textbook of Orthodontics. **Elsevier Health Sciences**, St.Louis, 2015, s.715.

Proffit WR. "Retention", Proffit WR, Fields HW, Sarver DM (Eds.). Contemporary Orthodontics. **Mosby Elsevier**, St. Louis, 2013; 606-633.

Raja TA, Littlewood SJ, Munyombwe T, Bubb NL. Wear resistance of four types of vacuum-formed retainer materials: a laboratory study. **Angle Orthod** 2014; 84(4): 656-664.

Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. **Angle Orthod** 1959; 29(2): 105-113.

Richter DD, Nanda RS, Sinha PK, Smith DW. Effect of behavior modification on patient compliance in orthodontics. **Angle Orthod** 1998; 68(2): 123-132.

Riedel RA. A review of the retention problem. **Angle Orthod** 1960; 30(4): 179-199.

Rinchuse DJ, Miles PG, Sheridan JJ. Orthodontic retention and stability: A clinical perspective. **J Clin Orthod** 2007; 41(3): 125-132.

Rogers, AP Making facial muscles our allies in treatment and retention. **Dent Cosmos** 1922; 64: 711-730.

Rossouw PE, Malik S. The retention protocol. **Semin Orthod** 2017; 23(2): 237-248.

Rouleau BD, Marshall GW, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. **Am J Orthod** 1982; 81(5): 423-426.



Rowland H, Hichens L, Williams A, Hills D, Killingback N, Ewings P, Clark S, Ireland AJ, Sandy JR. The effectiveness of Hawley and vacuum-formed retainers: A single-center randomized controlled trial *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132(6): 730-737.

Ryokawa H, Miyazaki Y, Fujishima A, Miyazaki T, Maki K. The mechanical properties of dental thermoplastic materials in a simulated intraoral environment. *Orthod Waves*. 2006; 65(2): 64-72

Ryu JH, Kwon JS, Jiang HB, Cha JY, Kim KM. Effects of thermoforming on the physical and mechanical properties of thermoplastic materials for transparent orthodontic aligners. *Korean J Orthod* 2018; 48(5): 316-325.

Sauget E, Covell DA Jr, Boero RP, Lieber WS. Comparison of occlusal contacts with use of Hawley and clear overlay retainers. *Angle Orthod* 1997; 67(3): 223-230.

Schäfer K, Ludwig B, Meyer-Gutknecht H, Schott TC. Quantifying patient adherence during active orthodontic treatment with removable appliances using microelectronic wear-time documentation. *Eur J Orthod* 2015; 37(1): 73-80.

Scheider E, Ruf S. Upper bonded retainers. *Angle Orthod* 2011; 81(6): 1050-1056.

Schmidlin P, Göhring T, Schug J, Lutz F. Histological, morphological, profilometric and optical changes of human tooth enamel after microabrasion. *Am J Dent* 2003; 16 No: 4A-8A.

Schott TC, Göz G. Applicative characteristics of new microelectronic sensors Smart Retainer® and TheraMon® for measuring wear time. *J Orofac Orthop* 2010; 71(5): 339-347.

Schott TC, Göz G. Young patients' attitudes toward removable appliance wear times, wear-time instructions and electronic wear-time measurements-results of a questionnaire study. *J Orofac Orthop* 2010; 71(2): 108-116.

Schott TC, Göz G. Wearing times of orthodontic devices as measured by the TheraMon® microsensor. *J Orofac Orthop* 2011; 72(2): 103-110.

Schott TC, Schlipf C, Glasl B, Schwarzer CL, Weber J, Ludwig B. Quantification of patient compliance with Hawley retainers and removable functional appliances during the retention phase. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144(4): 533-540.

Schott TC, Schrey S, Walter J, Glasl BA, Ludwig B. Questionnaire study of electronic wear-time tracking as experienced by patients and parents during treatment with removable orthodontic appliances. *J Orofac Orthop* 2013; 74(3): 217-225.

Schott TC, Fritz U, Meyer-Gutknecht H. Maxillary expansion therapy with plates featuring a transverse screw: implications of patient compliance with wear-time and screw activation requirements. *J Orofac Orthop* 2014; 75(2): 107-117.

Schott TC, Menne D. How patient-selected colors for removable appliances are reflected in electronically tracked compliance (wear times and wear behavior). *Angle Orthod* 2018; 88(4): 458-464.

Sergl HG, Zentner A. Predicting patient compliance in orthodontic treatment. *Seminars in Orthod* 2000; 6(4): 231-236.

Shaughnessy TG, Proffit WR, Samara SA. Inadvertent tooth movement with fixed lingual retainers. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2016; 149 (2): 277-286.

Shawesh M, Bhatti B, Usmani T, Mandall N. Hawley retainers full- or part-time? A randomized clinical trial. **Eur J Orthod** 2010; 32(2): 165-170.

Sheridan JJ, LeDoux W, McMinn R. Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. **J Clin Orthod** 1993; 27(1): 37-45.

Silami FD, Tonani R, Alandia-Román CC, Pires-de-Souza Fde C. Influence of Different Types of Resin Luting Agents on Color Stability of Ceramic Laminate Veneers Subjected to Accelerated Artificial Aging. **Braz Dent J** 2016; 27(1): 95-100.

Singh P, Grammati S, Kirschen R. Orthodontic retention patterns in the United Kingdom. **J Orthod** 2009; 36(2): 115-121.

Sinha PK, Nanda RS. Improving patient compliance in orthodontic practice. **Seminars in Orthod** 2000; 6(4): 237-241

Slakter MJ, Albino JE, Fox RN, Lewis EA. Reliability and stability of the orthodontic patient cooperation scale. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1980; 78(5): 559-563.

Stocker B, Willmann JH, Wilmes B, Vasudavan S, Drescher D. Wear-time recording during early Class III facemask treatment using TheraMon chip technology. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2016; 150(3): 533-540.

Stout KJ, Blunt L. Three dimensional surface topography. **Pentom Press**, Kogan, 2000; s.285.

Sun J, Yu YC, Liu MY, Chen L, Li HW, Zhang L, et al. Survival time comparison between Hawley and clear overlay retainers: a randomized trial. **J Dent Res** 2011; 90(2): 1197-1201.

Toparli M. Stress analysis in a post-restored tooth utilizing the finite element method. **J Oral Rehabil** 2003; 30(5): 470-476.

Tsomos G, Ludwig B, Grossen J, Pazera P, Gkantidis N. Objective assessment of patient compliance with removable orthodontic appliances: a cross-sectional cohort study. **Angle Orthod** 2014; 84(1): 56-61.

Tunçer NG, Özçırpıcı AA. Retansiyon Apareyleri. **Türkiye Klinikleri J Orthod** 2017; 3(2): 115-124.

Tweed, C. H. Indications for the extraction of teeth in orthodontic procedure. **Am J Orthod Oral Surg** 1944; 30(8): 405-428.

Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. **Ankara Üniversitesi Basımevi**, Ankara, 2010; 512-522.

Valiathan M, Hughes E. Results of a survey-based study to identify common retention practices in the United States. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2010; 137(2): 170-177.

Vanderveken OM, Dieltjens M, Wouters K, De Backer WA, Van de Heyning PH, Braem MJ. Objective measurement of compliance during oral appliance therapy for sleep-disordered breathing. *Thorax* 2013; 68(1): 91-96.

Varga S, Spalj S, Anic Milosevic S, Lapter Varga M, Mestrovic S, Trinajstic Zrinski M, Slaj M. Changes of bite force and occlusal contacts in the retention phase of orthodontic treatment: A controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 152(6): 767-777.

Wang F. A new thermoplastic retainer. *J Clin Orthod* 1997; 31(11): 754-757.

Warshawsky N. The Truth on Retainers: How to Build a Proper Fitting Essix Retainer or Hard Occlusion Nightguard. *AAO 2017 Hands-on Workshops*.

Wible E, Agarwal M, Altun S, Ramir T, Viana G, Evans C, Lukic H, Megremis S, Atsawasuan P. Long-term effects of different cleaning methods on copolyester retainer properties. *Angle Orthod* 2019; 89(2): 221-227.

Wieland M, Textor M, Spencer ND, Brunette DM. Wavelength-dependent roughness: a quantitative approach to characterizing the topography of rough titanium surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16(2): 163-181.

Wong PM, Freer TJ. A comprehensive survey of retention procedures in Australia and New Zealand. *Australian J Orthod* 2004; 20(2): 99-106.

Xu XC, Li RM, Tang GH. Clinical evaluation of lingual fixed retainer combined with Hawley retainer and vacuum-formed retainer. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2011; 20(6): 623-626.

Yang SH, Lang LA, Guckes AD, Felton DA. The effect of thermal change on various dowel-and-core restorative materials. *J Prosthet Dent* 2001; 86(1): 74-80.

Zachrisson BU. Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers. *Am J Orthod* 1977; 71(4): 440-448.

Zachrisson BU. The bonded lingual retainer and multiple spacing of anterior teeth. *Swed Dent J Suppl* 1982; 15: 247-255.

Zachrisson BU, Nyøgaard L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131(2): 162-169.

Zachrisson BU. Multistranded wire bonded retainers: From start to success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148(5): 724-727.

Zachrisson BU. "Bonding in orthodontics", Orthodontics Current Principles and Techniques. Graber T, Lee W, Vanarsdall, Robert L, Katherine W. J. *Elsevier*, St. Louis, Missouri, 2016, s. 981-997.

Zhu Y, Lin J, Long H, Ye N, Huang R, Yang X, Jian F, Lai W. Comparison of survival time and comfort between 2 clear overlay retainers with different thicknesses: A pilot randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151(3): 433-439.

Žilinskas J, Junevičius J, Česaitis K, Junevičiūtė G. The effect of cleaning substances on the surface of denture base material. *Med Sci Monit* 2013; 11(19): 1142-1145.

**8.EKLER**

## Ek 1. Etik Kurul Onayı



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik  
Kurulu



Sayı :60116787-020/17129  
Konu :Başvurumuz hk.

07/03/2018

Sayın Yrd. Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU

İlgi : 01.03.2018 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "Mikrosensör İçeren Farklı Essix Materyallerinin Yüzey Pürüzlülüğünün ve Aşınma Direncinin İn Vivo Karşılaştırılması" konulu çalışmanız **06.03.2018 tarih ve 05 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışmaya hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

  
Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan

## 9. ÖZGEÇMİŞ

15.06.1988 tarihinde Erzurum'da doğan İbrahim Kuzucu ilköğretiminin ilk 8 senesini Mustafa Necati ilköğretim okulunda tamamlamıştır. Lise eğitimini Elazığ Fen Lisesi'nde, üniversite eğitimini ise 2005-2010 yılları arasında Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde tamamlamıştır. Uzmanlık eğitimine Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda 26.01.2015 tarihinde başlamıştır.