

EGE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA  
PROJE KESİN RAPORU  
EGE UNIVERSITY SCIENTIFIC  
RESEARCH PROJECT REPORT

**PROJE NO: 2003-DİŞ-007**

**SABİT ORTODONTİK TEDAVİLERDEN SONRA  
“DEBONDING” AŞAMASINDA POLİSAJ AMACIYLA  
UYGULANAN KARBİD FREZLERİN MİNE  
YÜZEYİNDE OLUŞTURDUKLARI MADDE  
KAYIPLARININ AĞIRLIK ANALİZ YÖNTEMİ  
İLE İNCELENMESİ-İN VİTRO ÇALIŞMA**

**PROJE YÖNETİCİSİ**

Dr. Hakan BULUT

**ARAŞTIRMACILAR**

Prof. Dr. Erdal IŞIKSAL  
Prof. Dr. Bilge Hakan ŞEN

**Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı**

Dental Faculty  
Department of Orthodontics

**Bornova-İZMİR  
2007**

**SABİT ORTODONTİK TEDAVİLERDEN SONRA “DEBONDING”  
AŞAMASINDA POLİSAJ AMACIYLA UYGULANAN KARBİD FREZLERİN  
MİNE YÜZEYİNDE OLUŞTURDUKLARI MADDE KAYIPLARININ AĞIRLIK  
ANALİZ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ-İN VİTRO ÇALIŞMA**

**Dr. Hakan BULUT**

*Araştırma Görevlisi*

Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı

e-mail: thbulut@yahoo.com

**Prof. Dr. Erdal IŞIKSAL**

*Öğretim Üyesi (Anabilim Dalı Başkanı)*

Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı

**Prof. Dr. Bilge Hakan ŞEN**

*Öğretim Üyesi*

Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı,

Endodonti Bilim Dalı

## ÖNSÖZ

Kısa bir sürede basitçe gerçekleştirilebileceği düşünülerek başlatılmış olan bu araştırma, giderek detaylandırılmak suretiyle, gelecekte ortodonti alanındaki abrazyon çalışmaları için standart bir yöntem oluşturulmasında bilime ciddi katkıda bulunabilecek düzeyde prototip bir makinenin geliştirilmesi ile sonuçlandırılmıştır.

Bu çalışmaya fiziksel ortam sağlayan E. Ü. Ortodonti Anabilim Dalı Başkanlığı'na, yardım ve desteklerini esirgemeyen Dekanımız Sn. Prof. Dr. Serhat Çınarcık'a, maddi destek sağlayan E. Ü. Araştırma Fon Saymanlığına ve ayrıca, manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Dt. Gülçin Bulut'a ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

## İçindekiler

<b>Özet</b> .....	<b>II</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>1. Giriş</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Literatür Özeti</b> .....	<b>4</b>
2.1. <i>Braket debonding yöntemleri</i> .....	<b>5</b>
2.2. <i>Artık kompoziti mineden uzaklaştırma yöntemleri</i> .....	<b>7</b>
2.3. <i>Mine kaybını ortaya koyan yöntemler</i> .....	<b>8</b>
<b>3. Materyal ve Yöntem</b> .....	<b>10</b>
3.1. <i>Diş örneklerinin hazırlanması</i> .....	<b>10</b>
3.2. <i>Çalışmada kullanılan mekano-siklüs (mekanik salınım) cihazının bölümleri</i> .....	<b>13</b>
3.2.1. <i>Mekano-siklüs cihazının çalışma prensibi</i> .....	<b>17</b>
3.2.2. <i>Mekano-siklüs'ün tanımı</i> .....	<b>17</b>
3.2.3. <i>Örneğin uygun radial siklüs yapması için salıncağın kalibrasyonu</i> .....	<b>18</b>
3.3. <i>Çalışmada kullanılan basınçların pilot çalışma ile belirlenmesi</i> .....	<b>19</b>
3.4. <i>Çalışmada kullanılan frezler</i> .....	<b>19</b>
3.5. <i>Aşındırma Protokolü</i> .....	<b>21</b>
<b>4. Bulgular</b> .....	<b>21</b>
<b>5. Tartışma, Sonuç ve Öneriler</b> .....	<b>26</b>
5.1. <i>Tartışma</i> .....	<b>26</b>
5.2. <i>Sonuç</i> .....	<b>29</b>
5.3. <i>Öneriler</i> .....	<b>31</b>
<b>6. Teşekkür</b> .....	<b>31</b>
<b>7. Kaynaklar</b> .....	<b>32</b>

## ÖZET

Bu in vitro çalışmanın amacı, ağırlık ölçümü yapabilen ve üzerindeki örneklerin debonding sonrasında dönen aletlerle aşındırılabilirdiği mekanik bir siklüs cihazı geliştirerek, farklı bitirme ve parlatma frezlerinde görülen mine kayıplarının standart bir yöntem ile saptanmasıdır. Basınç ve süre ile ilgili ön veriler bir pilot çalışma ile, mine yüzeylerindeki standart kompozit (Transbond XT) miktarlarının hızlı ve yavaş dönen tungsten karbid frezler (Komet, SS White) ile çalışırken, basınç grafiklerinin ve sürelerin kaydedilmesi şeklinde 10 kız ve 10 erkekten oluşan bir grup deneyimli ortodontist'ten sağlanmıştır. Daha sonra dönmekte olan bir frezin, polyester bloğa gömülmüş ve mengeneyle sıkıştırılmış bir dişe yaptığı basıncı ölçülebilen ve bir marjda tutan özel bir makine tasarlanıp, tornada yapımı gerçekleştirilmiştir. Örnek ileri ve geri yönde negatif bir salınım hareketi yapacak şekilde ayarlanabilmektedir. Bu yaklaşım ile vestibül yüzeylerine standart kalınlıkta (0,40 mm) kompozit yerleştirilmiş 30 adet insan premolar dişine 5 farklı yapıda tungsten karbid frez soğutma yapılmadan uygulanmıştır. Tüm alt gruplarda (n=3) mikro-ağırlık analizi ile, asitleme sonrasındaki mine kayıpları, kompozit yerleştirdikten sonraki ağırlıklar, kompozit aşındırıldıktan sonraki ağırlıklar ve kontrol örneklerinde yalnız etchingleme uygulanıp aşındırma yapılan örneklerin mikro-ağırlıkları tespit edilmiştir. Aşındırma testinde uygulanacak süreler ve basınçlar pilot çalışmada elde edilen verilerden yola çıkılarak, yavaş dönen frezler için 50 saniye, 104 gram, hızlı dönenler için ise sadece 20 saniye ve 53 gram olarak belirlenmiştir. Buna göre, minenin vestibül yüzünün asit ile dağlanması tüm örneklerde ortalama 0,001-0,002 gram'lık ağırlık kayıplarına yol açmıştır. Hızlı turda çalışan 20 bıçaklı frez kompoziti düzgün uzaklaştırırken, minede en az madde kaybına neden olmuştur. Oluşturdukları madde kayıplarına göre frezler azdan çoğa doğru sıralandığında, ikinci sırada yavaş dönen 7 bıçaklı frez gelmektedir, bunu yavaş dönen 6 bıçaklı frez ve 10 bıçaklı hızlı dönen frez izlemektedir. En çok madde kaybı hızlı dönen 5 bıçaklı frezde gözlemlenirken, diğer gruplardan farklı olarak 10 bıçaklı frezin alt gruplarında yanık mine kokusu algılanmıştır. Sonuç olarak, debonding sonrasında sağlıklı ve etkin bir finishing elde etmek için kompozit artıkları 7 ve daha fazla bıçak taşıyan ve yavaş dönen bir frez ile en fazla 50 saniyelik bir süre ile veya 20 ve daha fazla bıçak taşıyan ve hızlı dönen bir frez kullanılarak en fazla 20 saniyelik bir süre zarfında temizlenmelidir. Geliştirilmiş olan prototip mekanik siklüs cihazı, bir taraftan abrazyon işlemlerine tabi tutulacak örneklerin radial salınımını gerçekleştirirken, diğer taraftan da basınç değerlerinin senkronize olarak kontrol edilmesini de sağlandığından, hassas olarak ölçüm gerektiren ve dental madde kayıplarının istenmediği debonding/polisaj araştırmalarında, bu çalışmada kullanılan yöntemin gelecekte “etkin bir kullanım alanı bulacağı” kanısına varılmıştır. thbulut@yahoo.com

**Anahtar Kelimeler:** Standart Metod, Mekanik Siklüs, Ağırlık Analizi, Mine Kaybı, Frez

## **Determination of The Amount of Lost Enamel by Weight Analysis After the Use of Carbide Burs for Finishing Purposes During Post Orthodontic “Debonding”-An In Vitro Study**

### **ABSTRACT**

The objective of this in vitro study is to build a prototype of a cycling machine with a loadcell mounted on it, for individual tooth specimens to be debonded and grinded by rotary instruments, with the purpose of standardizing the method of enamel loss detection due to various finishing and polishing techniques. A preliminary investigation was made on 10 male and 10 female experienced orthodontist candidates to reveal the mean pressure that is applied when high-speed and low-speed tungsten carbide burs (Komet, SS White) grind on an amount of adhesive resin (Transbond XT) bonded on the enamel surface of a tooth. Also, the time periods needed for the removal were recorded. Then, a specific machine was developed to measure and to ensure the mean pressure of a rotating drill, applied to a tooth that is secured by means of a polyester bloc and a squeezable microstage on it. While cycling of the specimen is provided in the way of a negative fore-and backwards swing mode, this approach was applied with 5 different tungsten carbide burs to the buccal enamel surfaces of 30 human premolar teeth, bonded with standard (0,40 mm) adhesive layers. No coolant was applied. In all subgroups (n=3) weight of the specimens, the amount of enamel loss due to acidic etching, weight of the specimens with adhesive layer, weight after the grinding of adhesive and weight of the only etched enamel surfaces of the control specimens were revealed by micro-weight analysis. The mean times and pressures required for the entire adhesive removal from the groups were revealed from volunteers, as for the low-speed burs to be 50 seconds, 104 grams and for the high-speed burs to be only 20 seconds and 53 grams, were assigned into the grinding protocol. Etching of the middle third of the sound buccal enamel produced a mean weight loss of 0,001-0,002 grams in all the specimens. High-speed, 20-bladed bur was the most effective in removing the composite with minimum enamel loss, followed by the low-speed 7-bladed bur, 6-bladed low-speed bur, high-speed 10-bladed bur and the 5-bladed high-speed bur, respectively. The 10-bladed bur caused some scent of burned enamel. In conclusion, a slow-speed bur with 7 blades or more, or else, a 20- or more bladed high-speed bur, should be used for safely and effective finishing in debonding for a maximum of 50 and 20 seconds, respectively. The prototype of a mechanical cycling machine is creating a radial swing mode of the subject to be grinded and it is capable to supply synchronized and standardized mean data of pressure during the performance of debonding/clean-up studies, where loss of dental material is detrimental and is to be determined accurately. thbulut@yahoo.com

**Key words:** Standard Method, Mechano-cycling, Weight Analysis, Enamel Loss, Bur

## 1. Giriş

Ortodontik tedavi uygulamalarında sabit atamanların uzaklaştırılmasından sonra mine yüzeyine uygulanacak yöntemler çok çeşitlilik göstermektedir. Bu konuda, mine ve pulpa açısından zararlı yan etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmak üzere, bir çalışma yapılması düşünülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, ortodontik braketlerin sökülmesinden sonra dişlerin mine yüzeylerinde kalan artık kompozit materyalinin uzaklaştırılması sırasında standart uygulama basıncı ve sabit sürelerde kullanılan karbid frezlerin sağlam mine yüzeyinde oluşturdukları madde kayıplarının mikro-tartım ve ağırlık analizi yöntemi ile ortaya çıkartılmasıdır. Örnekler üzerine uygulanacak basıncın standardizasyonu için, ayrıca, özel bir salınım cihazı tasarlanmıştır.

## 2. Literatür Özeti

Sabit ortodontik tedavilerde dişlerde hareket oluşturacak olan kuvvetin iletimi braket adı verilen ataşmanlar ile sağlanır. Geçmiş uygulamalarda braketler, ortodontik amaçla üretilmiş hazır, prefabrike bandlara veya kişiye özel elle hazırlanan bandlara lehimlenerek veya punkta kaynağı yapılmak suretiyle dişlere simante edilmekteyken (bandlama tekniği), Buonocore'un [1] 1955 yılında asit ile "etching" tekniğini (dağlama, pürüzlendirme) tanıtmaları ile klinik uygulamalarda dramatik bir gelişim gözlenmiştir. 1965'te Newman [2], ortodontik ataşmanların bir epoxy rezin yardımıyla doğrudan çıplak mine yüzeyine nasıl yapıştırılabildiğini rapor etmiştir (direkt braketleme tekniği). Bu şekilde, sabit ortodontik uygulamalarda bandlamanın gerektirdiği laboratuvar safhaları, zaman ve ekonomik kayıplar gibi olumsuzluklar ortadan kalkarak, direkt braketleme yöntemi hem hekim, hem de hastalar için daha basit, hızlı ve verimli hale gelmiştir.

Günümüzde kullanılan adheziv rezinlerin öncüsü, Bowen [3] tarafından geliştirilen bis-GMA rezindir. Bu rezinin viskozitesi değiştirilerek, asit ile dağlanan mine yüzeyine daha iyi penetre olması sağlanmaktadır.

Braketlerin dişlere günümüzde rutin olarak direkt uygulanmasından dolayı “direkt braketleme” ifadesinden ziyade “direkt bonding tekniği”, “direkt bonding” veya kısaca “bonding” terimleri daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tekniğin yaygınlaşması biyomekanik sistemler açısından da büyük gelişmelere neden olmuştur. Ancak, bir hastaya direkt bonding uygulandığında, braketlerin tedavi bitiminde tekrar uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu işleme de “debonding” denilmektedir. Buradaki amaç, mine yüzeyine tutturulan braket veya diğer ataşmanların mekanik olarak sökülerek, artık yapıştırıcı rezin materyalinin tamamının uzaklaştırılması ve mine yüzeyinin tedavi öncesindeki doğal görünümüne kavuşturulmasıdır. Genellikle en son aşamada mineye süper ince parlatma diskleri, su + ince grenli pomza tozu karışımı veya florlu/florsuz cila pastaları bir fırça veya lastik yardımıyla uygulanmaktadır. Bu işlemler “finishing” veya “polishing” terimleri ile ifade edilmektedir. Kurallara uygun olarak yapılmış bir bonding ve arkasından debonding işlemi, minenin sağlıklı olarak korunmasının bir ön koşuludur ve pek çok parametre bu süreçte önemlidir. Braketlerin sökülmesinde kullanılan aletler, yapıştırıcı olarak kullanılan adheziv ve rezinin uzaklaştırılmasında kullanılan ekipman bunlardan en önemlileridir.

### *2.1. Braket debonding yöntemleri*

1. Mekanik yöntem: En yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bir pens yardımı ile braket kanatlarını deforme ederek, braket tabanına kuvvet uygulayarak veya braket ile mine arasına keskin uçlu bir pens ile girilerek uygulanır. Çekme kuvveti uygulayan bazı özel pensler mineden destek alarak braket kanatlarına kuvvet uygulamaktadır.
2. Ultrasonic yöntem: Titreşim ile çalışan ve “scaler” adı verilen bir uçla uygulanır.
3. Elektro-termal yöntem: Braket tabanına bir rezistans yardımı ile ısı uygulanarak rezinin yumuşaması sağlanır (yalnız seramik braketler içindir).



4. Lazer yöntemi: İnce bir ışın kaynağından şeffaf olan braket tabanına enerji yüklenerek rezinin yumuşaması sağlanır (yalnız seramik braketler içindir).

Metal braketlerin sökülmesinden sonra mine yüzeyindeki değişiklikleri araştıran ilk çalışmalardan birisi Newman ve Fracq [4] tarafından yürütülmüştür. Bu araştırmacılar braketlerin sökülmesi ve adhezivin uzaklaştırılmasından sonra pomza tozu/su karışımı ile yapılan polisaj işleminin minenin dış yüzey görüntüsünü ilk haline geri döndürdüğü sonucuna varmışlardır. Bu makalenin eksik tarafı, braketlerin sökülmesinde ve adhezivin uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemlerin belirtilmemiş olmasıdır.

Literatürde yer alan bundan sonraki çalışmalar farklı debonding yöntemlerinden sonra mine yüzeyinde oluşan değişikliklerin ortaya konması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bennett ve ark. [5] metal braketlerin sökülmesinde kullanılan üç ayrı yöntemi birbiri ile karşılaştırmışlardır. İlkinde, braket kanatları bir pens yardımıyla birbirine doğru mesio-distal yönde sıkıştırılmış, ikincisinde braket tabanına bir kesme (shear) kuvveti uygulanmış, üçüncü yöntemde ise, braket tabanı ile mine yüzeyi arasındaki adheziv tabakasına bir kesme kuvveti uygulanmıştır. Araştırmacılar, ilk işlemin mineye ve adheziv tabakasına en az kuvvet uyguladığını göstermişlerdir. Ancak, bu yöntemde adhezivin tümü veya tümüne yakın bir kısmı mine yüzeyinde yapışık kalmıştır. Her iki diğer yöntemde de kopma, adheziv-mine arayüzünde gerçekleştiğinden, mine yüzeyinde stress yoğunluğu saptanmıştır. Ortaya çıkan bu gerilimin mine üzerinde hasara neden olacağı düşünülmüştür. Oliver [6], braket kanatlarının sıkılarak sökümün yapılması ile çekme kuvveti uygulayan bir pens ile söküm yapılması arasında adheziv kalıntıları bakımından bir fark bulunmadığını bildirmiştir.

Konvansiyonel yöntemlere göre debonding aşamasında braketle, mine yüzeyine, dişin köküne ve periodontal dokusuna deformasyon veya dejenerasyon bakımından en az zararı vermek amacıyla yeni yöntem arayışları sürerken, Sheridan ve ark. [7] seramik braketler için özel bir “termo-debonding” cihazı tanıtmışlardır. Elektrik ile çalışan bu

aparat ısı oluşturarak braketin altındaki adheziv tabakasının yumuşamasını sağlamaktadır. Böylece, braket minimal kuvvet uygulanarak, kolayca mine yüzeyinden uzaklaştırılabilmektedir. Mine yüzeyini hiç travmatize etmemesine karşın, bu yöntemin dikkatsiz kullanılması, olası yumuşak doku yanıklarına veya pulpada dejeneratif reaksiyonlara sebebiyet verebilmektedir. Bishara ve Trulove [8] ve Jost-Brinkmann ve ark. [9], metal ve seramik braketlerde elektrotermal-debonding yönteminin pulpa üzerindeki etkilerini histolojik açıdan incelemişler ve bu teknik ile sökülecek braketler için daha düşük ısılarda yumuşayabilen özel kompozitlerin kullanılmasını önermişlerdir.

## *2.2. Artık kompoziti mineden uzaklaştırma yöntemleri*

1. Mekanik yöntemler: Kesici el aletleri (keserek ve kazıyarak çalışırlar), braket sökme pensi (uçları künüttür; braket tabanına kuvvet uygular), kompozit sökme pensi (uçları keskindir; braket tabanı ve mine arasına kuvvet uygulan), braket çekme/kopartma pensi (mineden destek alarak, braket kanatlarına çekme kuvveti uygular), kron sökücü tarzı kurulabilir aygıtlar.
2. Dönen aletler: Elektromotor-yavaş veya türbinli, airrotör-hızlı başlıklar ile birlikte sertlik derecesi farklı olan metallere oluşan frezler (özellikle tunsten-karbid frez), möller, diskler, lastikler ve fırçalardan faydalanılır.
3. Ultrasonik yöntem: Scaler denilen özel uçların oluşturdukları titreşimler ile çalışır.
4. Kumlama (air abrasion) yöntemi: 25 (ince) veya 50 (kaba) mikronluk alüminyum oksit tozlarının hava basıncı altında mine yüzeyine püskürtülmesi şeklinde uygulanır.
5. Karbondioksit lazer, Nd-YAG lazer yöntemi: Adhezive enerji yükleyerek buharlaştırır (ortamın ısını artırır).

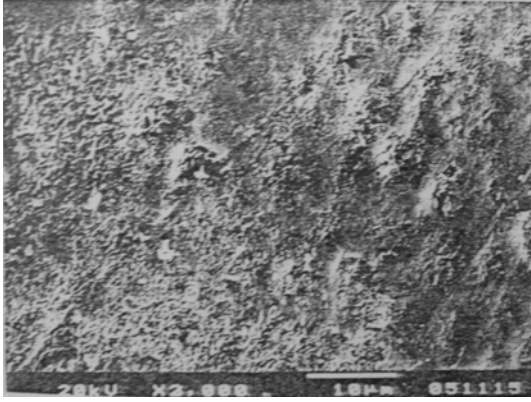
Literatürde braketlerin sökülmesinden sonra kompozit artıklarının uzaklaştırılmasında kullanılan değişik yöntemlerin mine yüzeyinde oluşturdukları etkilerini araştıran farklı makaleler mevcuttur. [10-20] Literatürde bildirilen tüm tekniklerde, polisajın değişik düzeylerde gerçekleştiği, bazılarında abrazyonların gözlemlendiği ve hatta, önemli ölçüde mine kayıplarına neden olduğunu görmekteyiz. Diğer taraftan, bazı tekniklerin, iyi düzeyde polisaj elde edebilmek için birçok aşamaların gerektiğini ve bu nedenle de çok zaman aldığını, termal veya dönen aletlerle çalışan bazılarında ise, ısının ortaya çıktığını ve soğutma uygulanmadığı takdirde, pulpa dokularında istenmeyen reaksiyonlara neden olabileceği bildirilmektedir. [21,22]

### *2.3. Mine kaybını ortaya koyan yöntemler*

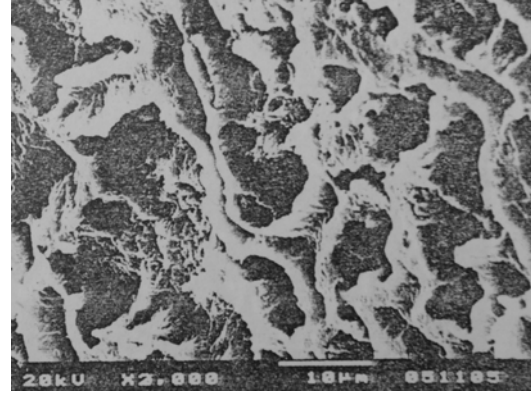
1. Lazer profilometri (surfometry)
2. Optik profilometri (surfometry)
3. Mekanik profilometri (3-boyutlu mekanik scannar ile tarama-surface roughness tester)
4. Atomik force microscopy (AFM) ile tarama
5. Scanning electron microscopy (SEM)
6. Environmental scanning electron microscopy (ESEM)
7. Secondary ion mass spectroscopy (SIMS)
8. Mikroradyografi
9. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) tekniği
10. Mikro-tartım

Literatürde kalitatif olarak SEM yöntemi (Şekil 1) ile ortaya konmuş makale sayısı fazla olmasına karşın, minedeki madde kayıplarını kantitatif inceleyen araştırma sayısı azdır. Yapılan çalışmalar daha çok farklı aşındırma yöntemleri üzerine odaklandığından, hiçbir in vitro araştırmada verilerin elde edilmesinde basınç, süre, kompozit miktarı ve aşındırma siklüslerinde standart bir yöntemin kullanılmadığı dikkatimizi çekmiştir. Bu proje ile, aşındırma basıncına duyarlı bir prototip siklüs cihazı

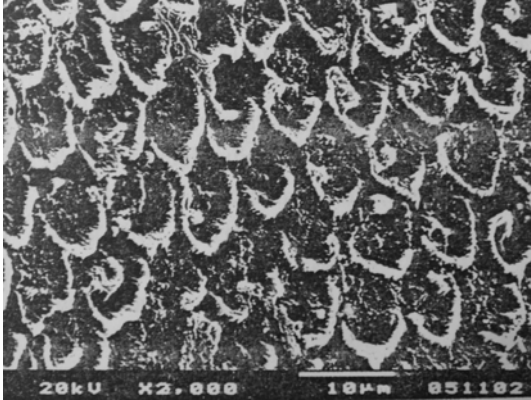
geliştirerek, bu konuda literatürdeki eksikliği giderme yolunda bir ön çalışma yapmayı uygun gördük.



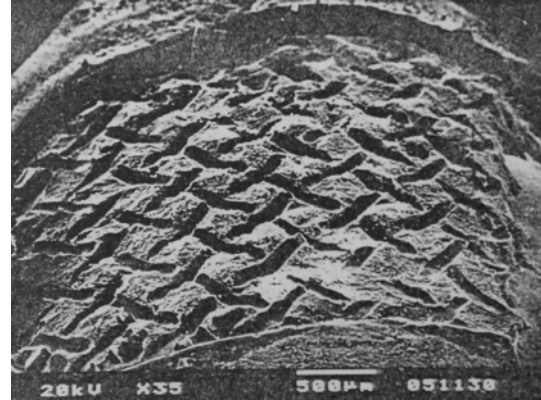
**A**



**B**



**C**



**D**

**Şekil 1:** SEM görüntüleri. A: Sağlam minenin görüntüsü; B: Fosforik asit ile 60 saniye dağlanmış mine; C: Fosforik asit ile 15 saniye dağlanmış minenin görüntüsü; D: Mine üzerinde braketin mesh izini taşıyan kompozit artığı. [23]

In vitro araştırmamızda önce hareket halindeyken 3 kilogram'a kadar ağırlık ölçümü yapma kapasitesinde ve üzerindeki örneklerin debonding işlemlerinden sonra dönen aletlerle aşındırılabilirdiği mekanik bir sıklüs cihazı geliştirilerek, uçları çap ve bıçak sayısı bakımında farklılık gösteren 5 adet tungsten karbid bitirme ve parlatma

frezinde görülen minedeki madde kayıplarının, tüm örneklerde standart bir şekilde, mikro-tatım ve ağırlık analiz yöntemi ile saptanması amaçlandı.

### 3. Materyal ve Yöntem

#### 3.1. Diş örneklerinin hazırlanması:

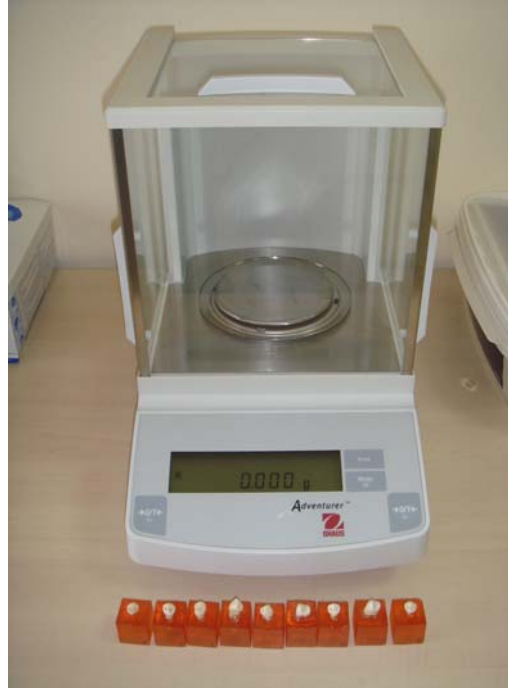
Bu çalışmada 30 adet ortodontik amaçla taze çekilmiş (son 2 ay zarfında), sağlam, kimyasal tedavi görmemiş alt ve üst insan premolar dişi kullanılmıştır. Dişler, kullanılıncaya kadar oda sıcaklığında, % 0,1'lik timol solüsyonu içerisinde muhafaza edilmiştir. Deney aşamasında bu dişler polyster (likit+katalizör+akseleratör) kalıplara gömülerek, her bir grupta n=3 diş olmak üzere, n=10 grupluk diş örnekleri elde edilmiştir (Şekil 2). Örnekler rastgele gruplara ayrıldıktan sonra numaralandırılmış ve hava/su spreyi ile 5-10 saniye temizlendikten sonra bir kuru hava sterilizatöründe (Nüve FN 120, dry air sterilizer, Türkiye) 37 °C'de 30 dakika kurutulmuş ve tartımları bir mikro-tartı cihazında (OHAUS Adventurer, Ar 3130, max. Cap. 310 g, readability 0,001 g, China) gerçekleştirilmiştir, (Şekil 3 ve 4). Yıkama/kurutma işlemi her bir mikro-tartım öncesi titizlikle yapılmıştır.

Adhesiv olarak, kliniğimizde ve güncel literatürde rutin olarak kullanılan ve ışık ile polimerize olan bir kompozit (Transbond XT, Monrovia, Amerika) seçilmiştir (Şekil 5). % 37'lik ortofosforik asit ile 30 saniye etchinglenmiş, yıkanıp, kurutulup, tartılmış olan tüm örnek sayısının yarısına, seçilen kompozit setinin bonding ajanı üreticinin tavsiye ettiği şekilde uygulanmış ve uygun bir ışık kaynağı ile (Optilux 501, Kerr, Orange, Calif, Amerika;  $\approx 820 \text{ mW/cm}^2$ ) polimerizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra 0,40 mm kalınlığındaki plastik şerit (strip-) band materyalinin üzerinde 2,5x1,5 mm ebadında pencere açılarak bondlanan örneklerin vestibül yüzlerinin 1/3 orta üçlüsüne gelecek şekilde bir How pensi ile sıkıştırılmıştır. Daha sonra, üzerine kompozitin pastası eşit kalınlıkta yerleştirilerek, 10 saniye mesialden, 10 saniye distalden olmak üzere toplam 20 saniyede yukarıda bahsi geçen ışık kaynağı ile polimerizasyonu sağlanmış ve örnekler yeniden mikro-tartım işlemine tabi tutulmuştur. Frezlere (n=5) göre gruplandırılan örneklere daha sonra aşındırma protokolünde belirlenen aşamalar sırası ile tatbik edilmiştir.

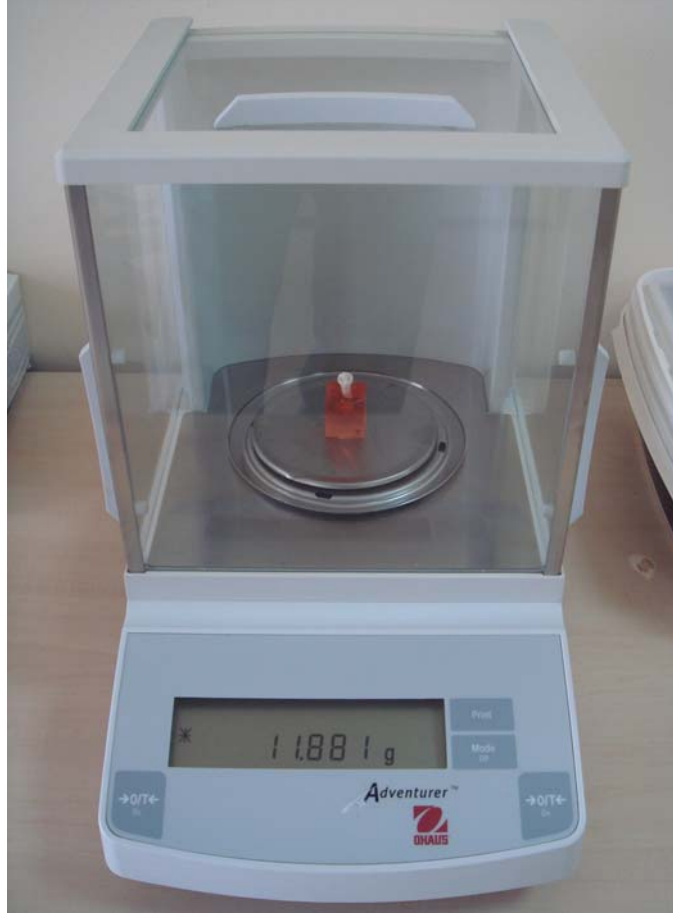
Diş örnekleri üzerinde çalışılırken yapıştırma ve mikro-tartım işlemlerini olumsuz etkilememek için pudrasız, vinil eldivenler kullanılmasına özen gösterilmiştir.



**Şekil 2:** Polyester kalıplara gömülmüş diş örnekleri.



**Şekil 3:** Mikro-tartım cihazı.



**Şekil 4:** V. Frez grubundan bir diş örneğinin asitleme yapıldıktan sonra mikro-tartım cihazında tartılması.



**Şekil 5:** Çalışmada kullanılan kompozit materyali.

### 3.2. Çalışmada kullanılan mekano-siklüs (mekanik salınım) cihazının bölümleri

Bu çalışma için özel tasarladığımız mekano-siklüs cihazı: 1. elektromotoru ve salınacağı taşıyan bir ana gövde (A), 2. bunun üzerinde güçlü bir mıknatıs yardımı ile bağımsız konumlandırılabilen bir fonksiyonel taşıyıcı bölüm (B), 3. elektronik devir kontrol ünitesi (C) ve 4. Light Emitting Diode-göstergeli dijital bir ekran (D) olmak üzere dört üniteden oluşmaktadır (Şekil 6).



**Şekil 6:** Özel tasarlanan mekano-siklüs (mekanik salınım) cihazı. Soldan sağa: devir kontrol ünitesi; elektromotor ve ona bağlı salıncak; bağımsız ünite; LED-göstergeli ekran ve bilgisayar COM-bağlantısı (ok: mingenenin altındaki loadcell; tanımlar için metne bakınız).



Bu sistem, işlemler sırasında örneklerin salınım sayılarının ve basınçlarının kontrollerini gerçekleştirmektedir. Devir kontrol ünitesi (Papst Typ 814, Papst-Motoren, D-7742 St. Georgen Germany), elektromotorun devrini 40 ile 100 min<sup>-1</sup> arasındaki bir devir sayısına basamaksız olarak ayarlayabilmektedir (Şekil 7). Dijital gösterge (Baykon Junior LM JR, e.m.k. Endüstriyel Tartı ve Tartım Sistemleri Ltd. Şti, İzmir, TR), diğ örnekleri salınım yaparken bir frezin uygulamış olduğu basıncı sayısal olarak gram cinsinden, simültane bir şekilde ekrana yansıtmaktadır (Şekil 8). Bununla birlikte, bu dijital ekran, ara bağlantı ile bir bilgisayar işlemcisinin COM-portuna bağlandığında, elde edilen verilerin, loadcell'e ait özel bir yazılım programı (loadcellpro software for EMK Baykon Junior LM JR, Zeki Yetkin, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Bölümü, Buca Kampüsü, İzmir, TR) aracılığıyla, hareketli grafikler şeklinde izlenmesi ve kaydedilmesi sağlanabilmektedir (Şekil 9).

Düzenekteki elektromotorun bir eksantrik yardımı ile tahrik ettiği salıncak üzerindeki loadcell (E.M.K. San. Ve Tic. Ltd. Şti, İzmir, TR), 0,00 - 3.000,00 gram aralığında 0.1 hassasiyet ile kesintisiz ölçüm yapma kapasitesindedir ve verileri bir kablolu bağlantı ile LED-display'e aktarmaktadır. Loadcell'in üzerindeki mengene sistemi (Şekil 10) işlemler sırasında örneklerin sabit durmasını sağlamaktadır. İlk olarak demirden torna edilen mengene, salınımlar esnasında aşırı basınç dalgalanmalarına neden olduğundan, alüminyumdan 190 gram daha hafif olarak tekrar imal edilmiştir.

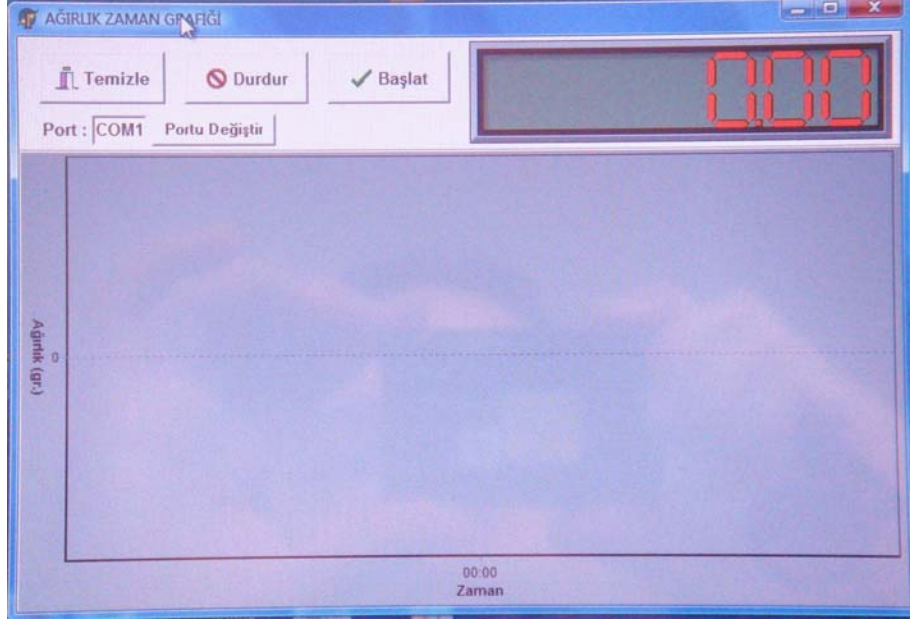
Tur başlıklarını tutan fonksiyonel taşıyıcı bölüm, başlıklara uygun iki tip adaptörü bulunan ve uzayın her yönünde kademesiz çalışan bir kol sisteminden oluşmaktadır. Yüksek hareket kabiliyeti eklemler ve ayar vidaları ile sağlanmaktadır. Fonksiyonel taşıyıcı bölüm, metal olan zemin üzerinde, gereken tüm ayarları yapıldıktan sonra, istenen herhangi bir konumda manyetik olarak sabitlenebilmektedir. Mekanik bir yay sayesinde tur başlıkları aşağı yönde esnek bir şekilde çekilerek, örneklerin ileri-geri salınım hareketi sırasında, dönmekte olan frezlerin diğın vestibül yüzeyine teğet kalması temin edilmektedir. Ayrıca, aşağı/yukarı yön veren hassas bir vida sayesinde testler sırasında basınç ayarında ilave değişiklikler de yapılabilir.



**Şekil 7:** Doğru-akım-elektromotorunun dakikadaki devir sayısını kademersiz ayarlayabilen ve sağ/sol dönme yönlerini kontrol eden elektronik ünite.



**Şekil 8:** LED-göstergeli dijital display sayısal rakamlara dönüştürülen verilerin eşzamanlı okumasını sağlamakta ve grafik çizimleri için verileri bilgisayara iletmektedir.



**Şekil 9:** LED-display ünitesinden gelen sayısal verilerin işlenmesini sağlayan ve grafik olarak gösterme imkanı olan “loadcellpro software for EMK Baykon Junior LM JR” yazılımının ekran penceresi.



**Şekil 10:** Salıncak tablasının üzerindeki demir mengene (solda) sıklüsler sırasında ağırlığı nedeniyle basınçta dalgalanmalara neden olduğu için daha hafif olan alüminyum mengene (sağda) ile değiştirilmiştir.

### 3.2.1. Mekano-siklüs cihazının çalışma prensibi

Bu çalışmada bir dental frezin minenin vestibül yüzünde, onun konturuna tam uyacak biçimde, el değmeden gezinmesi istendiği için, bu amaca uygun, özel bir düzeneğin tasarlanması ve torna edilmesi gerekmiştir (Şekil 11).

Bu düzenekte, üzerinde işlem yapılacak örneklerin hareketi için gereken kinetik enerji bir elektro-motorun tahrikli ile elde edilmektedir. Kullanılan motor, bir düşük devir, doğru akım (DC) motordur ve bir eksantrik yardımı ile salıncak sistemini ileri-geri hareket ettirmektedir, ayrıca, sağa veya sola dönme kabiliyeti vardır. Motorun bir tam devri, salıncığın bir salınımına eşittir.



**Şekil: 11:** Mekano-siklüs cihazının üstten görünümü.

### 3.2.2. Siklüs 'ün tanımı

Bir siklüs (salınım), salıncığın yaptığı bir ileri ve geri hareketi tamamlamasını ifade etmektedir. Bu, aynı zamanda, salıncak üzerindeki dişin vestibül yüzünün mesio-distal yöndeki radial hareketine eşittir. Dişin vestibül yüzünün konturuna uyan ve buna teğet geçen yay parçasının çapı, dönmeyi gerçekleştiren şaftının merkezinden dişin

vestibülüne teğet geçen noktaya dik olan mesafeye eşittir. Dişin mutlak uzun eksenini şaft merkezinin üzerinde yer almaktadır.

Salıncağın bir siklusu elektromotorun bir devrine eşittir.

### 3.2.3. Örneklerin uygun radial siklusu yapması için salıncağın kalibrasyonu

Kullanılan frezin çalışma esnasında dişin vestibül konturuna tam teğet çalışabilmesini sağlamak için kalibrasyon örneğinin vestibül yüzünün orta üçlüsüne bir braket yapılandırılmıştır. Daha sonra frezi taşıyan başlık kademe, kademe örneğe yaklaştırılarak braket tabanının oklüzal kenarına kadar yaklaştırılırken, diğer yandan da salıncak yukarıya doğru hareket ettirilerek salınım açısı ayarlanmıştır. Böylece, frez sabit konumda çalışırken, dişin, frezin kendi vestibül yüzünü düzgün tarayacak şekilde, bir yay parçası boyunca uygun salınımı temin edilmiştir (Şekil 12).



**Şekil 12:** Örneklerin braket tabanına paralel salınım yapması için salıncağın radial salınım açısının kalibrasyon işlemi.

### 3.3. Çalışmada kullanılacak basınçların pilot çalışma ile belirlenmesi

Basınç ve süre ile ilgili ön veriler, konularında deneyim kazanmış 10 kız ve 10 erkek ortodontist'ten oluşturulan bir gönüllü grubundan sağlanmıştır. Denekler, sadece yapacakları işlem hakkında bilgilendirilmişlerdir. Tatbikatlar sırasında basınç kayıtları kendilerinden gizli olarak alınmıştır. Tüm denekler materyal ve metod'ta tarif edilen kompozitli örnekler üzerinde çalışırken, örneklerin sıkıştırılarak bağlandığı mengene ve altındaki loadcell'i taşıyan tabla siklüs cihazından separe edilmiş durumda münferit olarak kullanılmıştır.

Deney aşamasında frezlerin dişlere uygulayacağı basınç ayarlandıktan sonra, frezlerin, dişlerin vestibül yüzeylerinden ayrılmasını önlemek amacıyla tur başlığı ile fonksiyonel kolun alt kısmı arasına bir yay yerleştirilmiştir.

Bu pilot çalışmayla deney sırasında dişlerin üzerindeki kompozit miktarlarını uzaklaştırmak için örneklere uygulanacak basınç miktarları ve süreler sırasıyla, düşük turda çalışan mikromotor frezleri için 104 gram, 50 saniye, hızlı turda çalışan airrotör frezleri için ise 53 gram ve 20 saniye olarak belirlenmiştir.

### 3.4. Çalışmada kullanılan frezler

Bu araştırmada Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı kliniğinde debonding işlemlerinde en sık kullanılan ve bir sert metal olan tungsten'den imal edilmiş Komet (Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG, Lemgo, Almanya) marka 5-7 bıçaklı 3 adet farklı karbid frez cinsi ile kliniğimizde daha seyrek olarak kullanılan SS White (SS White TechniqueKIT, SafeEnd SERIES, Finishing Bur Kit, Lakewood, NJ, Amerika) firmasına ait 10 ve 20 bıçaklı 2 farklı cins karbid bitirme frezi kullanılmıştır.

Frez grupları aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

Frez I: angldrüva (mikromotor) için hafif konik, ucu yuvarlak sıfırlanan, frez başının ortasında dijital kumpas yardımı ile ölçülen çapı 0,95 mm, taşıdığı bıçak sayısı 7 adet (Komet: H 282 K).

Frez II: angldrüva için hafif konik, ucu yuvarlak sıfırlanan, frez başının ortasında dijital kumpas yardımı ile ölçülen çapı 1,30 mm, taşıdığı bıçak sayısı 6 adet (Komet: H 22 A G K).

Frez III: airrotör için hafif konik, ucu yuvarlak sıfırlanan, frez başının ortasında dijital kumpas yardımı ile ölçülen çapı 0,91 mm, taşıdığı bıçak sayısı 5 adet (Komet: H 23 R).

Frez IV: airrotör için konik, ucu sivri sıfırlanan, frez başının ortasında dijital kumpas yardımı ile ölçülen çapı 0,91 mm, taşıdığı bıçak sayısı 10 adet (SS White, Safe End Series, Finishing Bur Kit, 4-10).

Frez V: airrotör için konik, ucu sivri sıfırlanan, frez başının ortasında dijital kumpas yardımı ile ölçülen çapı 0,91 mm, taşıdığı bıçak sayısı 20 adet (SS White, Safe End Series, Finishing Bur Kit, 4-20).

Çalışmada kullanılan frezlerden bazı örnekler Şekil 13’de gösterilmiştir.



**Şekil 13:** Çalışmada kullanılan karbid frezlerden bazı örnekler.

### 3.5. Aşındırma Protokolü

Her bir frez grubu kompozit taşıyan ve taşımayan (sadece asitlenen) 3'er örnek diş üzerinde daha önceden belirlenen basınç değerlerine ve sürelerine göre prototip salınım cihazı üzerinde sıklüslere tabi tutulmuştur. Airrotör gruplarında başlık olarak KaVo Supertorque 625 DN, mikromotor gruplarında KaVo L-Motor 181 DBN INTRAmatic I, başlık olarak KaVo DURAték 2068 (Almanya) kullanılmıştır. Frezler soğutmasız olarak mikromotorda 104 gram, 50 saniye, hızlı turda çalışan airrotörde ise 53 gram ve 20 saniye olarak çalıştırılmıştır. Her uygulama için yeni bir frez kullanılmıştır.

## 4. Bulgular

Frez gruplarındaki belirlenen protokole uygun olarak aşındırmaya tâbi tutulan örneklerin ağırlık analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Asitlemeden dolayı örnek ağırlıklarında ortalama % 0,15 azalma görülmüştür. %37 ortofosforik asit ile dağlama sonucunda tüm örnek gruplarında 0,001-0,002 gram arasında değişen madde kayıpları gözlemlenmiştir (Tablo 2).

Kompozit taşıyan tüm örnek gruplarındaki kompozit miktarı mikro-tartım sonucunda 0,006-0,007 gram arasında bulunmuştur (Tablo 2).

Birim kompozit miktarının tamamen uzaklaştırılması için yapılan pilot çalışmadaki basınç analizinde kadın ve erkeklerin ortalaması mikromotor frezleri için 104 gram, gereken süre 50 saniye, airrotör frezleri için ise 53 gram ve 20 saniye olarak tespit edilmiştir. Bu veriler deney grupları için baz teşkil etmiştir. Çalışmada kullanılan frezlerin mine yüzeyinde oluşturdukları madde kayıpları ve bazı gözlemler Tablo 3'te yer almaktadır.

Deney düzeneğinin örnekli veya örneksiz sıklüsleri sırasında  $\pm 30$  gramlık basınç değişimleri saptanmıştır. Ayrıca, testler sırasında frezler kompozitin mesial ve distal kenarlarında çalışırken benzer basınç artışları gözlemlenmiştir.

Aşındırma prosedüründe frezlerin gruplardaki örnekler üzerindeki etkileri aşağıdaki gibi gözlemlenmiştir:



Düşük turda çalışan Frez I ve Frez II gruplarında standart kompozit miktarı ortalama 50 saniyede uzaklaştırılmıştır. Frez III, Frez IV ve Frez V gruplarında ise kompozit ortalama 20 saniyede uzaklaştırılmıştır. Sonuçlar çıplak göz ile tayin edilmiştir.

Oluşturdukları madde kayıplarına göre frezlerdeki azdan çoğa doğru sıralama : hızlı turda çalışan 20 bıçaklı frez, yavaş dönen 7 bıçaklı frez, yavaş dönen 6 bıçaklı frez, hızlı dönen 10 bıçaklı frez, hızlı dönen 5 bıçaklı frez şeklindedir.



**Tablo 2:** Asitleme işleminden sonra örneklerdeki ortalama mikro-ağırlık değişimleri ve ortalama kompozit ağırlıkları

<b>Örnek Grup</b>	<b>n</b>	<b>Minedeki aşınma miktarı (gram)</b>	<b>Kompozit miktarı (gram)</b>
<b>1</b>	3	0,001	0,007
<b>2</b>	3	0,001	-
<b>3</b>	3	0,001	0,007
<b>4</b>	3	0,001	-
<b>5</b>	3	0,002	0,007
<b>6</b>	3	0,002	-
<b>7</b>	3	0,002	0,007
<b>8</b>	3	0,002	-
<b>9</b>	3	0,001	0,006
<b>10</b>	3	0,001	-

**Tablo 3:** Çalışmada kullanılan frezlerin mine yüzeyinde oluşturdukları madde kayıpları

Frez Grubu	Frezdeki bıçak sayısı	Dönme şekli	Uygulama süresi (saniye)	Kompozit yokken minedeki aşınma miktarı (gram)*	Kompozit varken minedeki aşınma miktarı (gram)	Gözlem
<b>I</b>	7	yavaş	50	0,003	0,001	-
<b>II</b>	6	yavaş	50	0,003	0,002	aşırı titreşim
<b>III</b>	5	hızlı	20	0,016	0,015	-
<b>IV</b>	10	hızlı	20	0,009	0,007	yanık mine kokusu
<b>V</b>	20	hızlı	20	0,001	0,000**	-

\* asitleme sonrası; \*\* % 0,1 hassasiyet ile tespit edilememiştir



## 5. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

### 5. 1. Tartışma

Dönen aletlerin etkili ve güvenli çalışmasını ortaya koymak için SEM yöntemi kantitatif veri sağlamada yetersiz kaldığından [24], bu çalışmada madde kayıplarının ortaya konması için ağırlık analiz yöntemi tercih edilmiştir.

Bu çalışmada airrotör ile kullanılan frezlerin minede daha fazla madde kaybına neden olacağı düşüncesiyle iki farklı mikromotor frezine karşın üç çeşit airrotör frezi test edilmiştir. Ayrıca, frezler sağlam minede değil, tahrip edici etkisi düşünülerek, asitlenmiş mine yüzeyi (Şekil 1) üzerindeki aşındırıcı etkileri bakımından da karşılaştırılmıştır.

Her iki tur hızında da tungsten karbid frezler adheziv artıklarının uzaklaştırılmasında çok etkili bulunmuştur, ancak, oluşturdukları madde kayıpları değişik oranlarda tespit edilmiştir.

Yavaş turda geniş çaplı ve bıçak sayısı az (kaba) frezlerde çalışma noktasında titreşimler fazla görüldüğünden, klinisyenin tur başlığına olan hakimiyeti zorlaşmaktadır.

V. Frez grubunda kompozit varken minedeki aşınma miktarı % 0,1'lik hassasiyetli mikro-tartım ile saptanamadığından, yüksek devirlerde 20 bıçaklı frezin maksimum 20 saniye süre ile çalıştırılmasının, üzerinde 0,40 mm kalınlığında bir kompozit tabakası taşıyan mine üzerinde zararlı bir etki yaratmayacağını ifade edilebilir. Aynı şekilde, düşük hızda çalışan 7 bıçaklı frezin mine üzerindeki uygulama süresi 50 saniyeden az olursa, güvenilirliğinin artacağı kanısındayız.

Siklüsler sırasında ritmik olarak  $\pm 130$  gramlık basınç değişimleri saptanmıştır. Basınç parametresindeki dalgalanmayı siklüslere bağlamaktayız. Bu dalgalanma salıncak tablasının üzerindeki mungenenin ağırlığından kaynaklanmaktadır. Kinetik enerji yüklenen bu sistemde basıncı ancak belirli bir aralıkta kontrol etmek mümkün olmuştur. Basınç değişiminin, yer çekimi kuvvetinden dolayı, tablanın yukarı doğru hareketinde (+) değerler, aşağı doğru hareketinde ise (-) değerler aldığı görülmüş,

dakikadaki birim siklüs arttıkça, basınçtaki dalgalanma miktarının da arttığı görülmüştür. Hata payını minimize etmek için demirden mamul mengenenin ağırlığı, alüminyumdan tekrar torna edilmek suretiyle düşürülmüştür ve dalgalanma aralığının azalarak  $\pm 30$  granda kaldığı görülmüştür. Kanımızca bu bir dezavantaj teşkil etmemektedir zira, cihazda olması gereken maksimum basınç değerlerini ayarlamak mümkündür. Yine de basınç dalgalanmasının önüne geçilmek istendiğinde, mekano-siklüs cihazının çalışmasını kontrol edecek bilgisayarlı bir hidrolik veya pnömotik sistem ilave edilmelidir.

Kompozit miktarındaki minimal değişiklikler, frezlerin minede oluşturdukları madde kaybı açısından önemli bulunmamıştır. Madde kaybında majör etkenler basınç ve uygulama süresidir. Adheziv miktarı minör etkindir. Ancak, kompozit bir anlamda indikatör gibi düşünülmelidir. Aşındırma yeteneği fazla olan frezlerin hangi sınıra kadar kullanılacağına bir göstergesi olarak kabul edildiğinde, zamandan tasarruf edilmek istendiğinde, çıplak göz ile kompozitin tamamen uzaklaştırılmasına kadar bu tür frezler kullanılabilir. Daha sonra, mineye yaklaşıldığında, aşındırma kabiliyeti az olan frezlerin kullanılması önerilebilir. Son zamanlarda ortodontik adhezivlere ısıya duyarlı olarak renklendirici ajanların eklenmesinin amacı budur (soğutulduğunda pembe veya mavi renk değişikliği gözlenir, ör: BluGloo, Ormco, Glendora, Amerika).

Aşındırma yeteneği fazla olan IV. frez grubunda ortaya çıkan yanık mine kokusuna dayanarak, hızlı tur ile çalışan frezlerde pulpa açısından bir önlem alınmalıdır. Tungsten karbid frezler sert metal yapıda olduğundan, aşındırma sırasında sürtünmeden doğan ısı artışları göz önünde bulundurulmalıdır. Uysal ve ark. ve Baysal ve ark., pulpada oluşabilecek olumsuz reaksiyonların önlenmesi için çalışma alanının hava ve/veya su spreyi ile soğutulmasını önermektedirler. [21,22]

Çıplak gözle yapılan gözlemlere göre, bıçak sayısı fazla olan karbid frezlerde polisaj kapasitesi daha fazla bulunmuştur. Air-abrasyon ile karşılaştırıldığında, karbid frezin daha derin oluklar şeklinde mineyi aşındırdığı belirtilirken (Şekil 14), kumlama yapılan yüzeydeki aşınmanın daha yüzeyel kalmasına karşın, aşınma alanı fazla olduğu için, gerçekte ne kadar madde kaybı oluşturduğu ancak volümetrik ölçümler neticesinde belli olacağından, kumlamanın karbid frezlere oranla daha az madde kaybı yaptığı yolundaki ifadeler henüz tartışma konusudur.

Bıçak sayısı az olan düşük turlu karbid frezlerde minedeki ağırlık değişimleri az olmakla birlikte kompozit materyalini uzaklaştırmak için ihtiyaç duyulan süre daha fazla bulunmuştur. İleri ve geri salınımlar arasında ortaya çıkan titreşimin neden olduğu dalgalanmalar basınç grafiğinde de gözlemlenmiştir. Çapı en geniş olan frez grubunda titreşimler en fazladır (Tablo 3).

Adhezivin mineden uzaklaştırılması bu çalışmada literatürdeki örneklerine göre her iki frez grubunda da daha uzun sürmüştür. [24,25] Bu, basıncın konstant bir seviyede tutulması ve frezin düzgün, ritmik hareketlerle çalışmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum siklüs cihazının dakidada 40 devire (dişin kendi uzun eksenini boyunca 1 kez mesio-distal yönde dönmesi 1 siklüs sayılmıştır) göre çalışmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, literatürde günümüze kadar tüm çalışmalarda kopartılmış braketlerin artık adhezivleri saptanıp, temizlenirken (ARI=adhesive remnant index skorlamasının türevleri kullanılmıştır) [8], bizim kullandığımız kompozit miktarı tüm örneklerde standart olmakla birlikte, 2x1,5x0,40 mm ebatlarındadır. Bu çalışmada kullanılan strip materyali ile diş yüzeyinde oluşturulması düşünülen kompozit kalınlıklarının dahi tartım sonucunda bir örnek olmadığı saptanmıştır. Kompozit miktarını standardize etmek için, önceden kalıplar halinde hazırlanmış ve mikro-tartım ile eşitlenmiş kompozit blokların hazır olarak mine yüzeyine yapıştırılmasının daha hatasız netice vereceğini düşünmekteyiz.

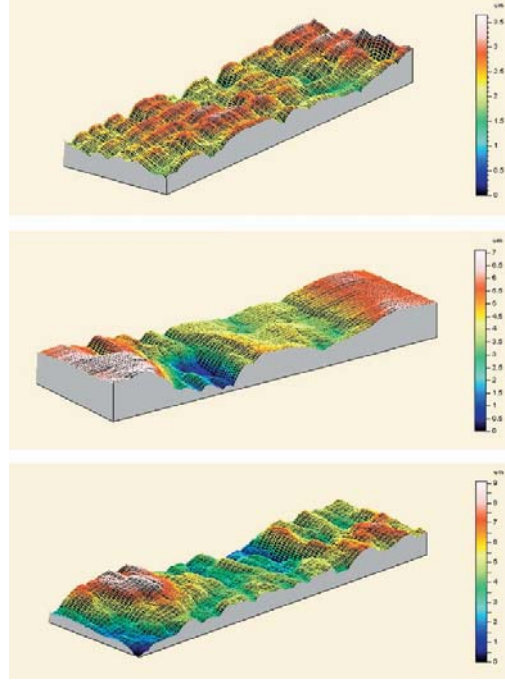
Frezin mine yüzeyini sakın bir şekilde taraması, kanımızca daha az metod hatasına neden olmakta ve sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Literatürdeki çelişki standardizasyonun sağlanmamasından kaynaklanmaktadır: 1. frez üreticileri farklıdır, 2. süre kısıtlaması yoktur, 3. basınç belirlenmemiştir. Bu çalışma ile amacımız, literatürdeki bu metod farklarına dikkat çekmek ve olumlu yönde katkıda bulunmaktır.

Bu araştırma, esas olarak “mekano-siklüs” yönteminin test edilip, literatüre kazandırılmasını amaçladığından, bir pilot çalışma şeklinde yürütülmüştür. İncelenen örnek gruplarında örnek sayısının az olması sebebiyle elde edilen verilerin istatistiksel analize tabi tutulamamış olması, maalesef eksik yönüdür.

İn vivo ortamda sabit ortodontik tedavi sırasında düşük ağız hijyenine bağlı olarak ortaya çıkan “beyaz lezyonlar” (white spots) minenin kalsifiye yapısını



değiřtirdiđi ve sertliđini dūřurdūđu için mine yūzeyini madde kayıplarına karřı daha duyarlı hale getirmektedir. [27,28] Bu durumda, mine yūzeyinde ařırı ařınmalara yol açabilecek yūntemlerden kaçınılmalıdır.



**řekil 14:** Mine yūzeylerinin profilometri ile elde edilmiř kompūterize grafik gūrūntūleri; A: dūzgūn, kūuk dalgalanmalar gūsteren sađlam mine yūzeyi, B: dūřuk tur ile çalıřan bir tungsten karbid frez ile ařındırma yapılmıř mine yūzeyi, C: kumlama (sandblasting) yapılmıř bir mine yūzeyi. [26]

## 5. 2. Sonuç

Oluşturdukları madde kayıplarına gūre frezlerdeki azdan çođa doğru sıralama aşağıdaki şeklinde dir:

1. Hızlı turda çalışan 20 bıçaklı frez,
2. Yavař dūnen 7 bıçaklı frez,
3. Yavař dūnen 6 bıçaklı frez,
4. Hızlı dūnen 10 bıçaklı frez,
5. Hızlı dūnen 5 bıçaklı frez.

Gönüllü ortodontistlerin (n=20) yardımı ile frezlerde kullanılan ortalama basıncın tespiti için yapılan pilot çalışmada erkek ve kız ortalama değerleri airrotör grubunda 104 gram, mikromotor grubunda 53 gram olarak bulunmuştur. Birim kompozit miktarının uzaklaştırılması için gereken süre mikromotor grubunda 50 saniye, airrotör grubunda ise 20 saniyedir.

Hızlı turlarda ortaya çıkan yanık mine kokusu termal pulpal dejenerasyon bakımından önemlidir. Yüksek turlu frezler kullanılacağı zaman mutlaka soğutma uygulanmalıdır.

Bıçak sayısı az olan karbid frezde başlıkta titreşim ortaya çıkmıştır. Bu da klinisyenin frezin çalışma noktasındaki hakimiyetini etkileyebilmektedir.

Bıçak sayısı 10 ve 20 olan karbid frezlerde, çıplak gözle yapılan gözlemlere göre, mine yüzeyi daha parlak bir görünüm almıştır.

Debonding işleminden sonra mine yüzeyinde yapışık kalan artık kompozitin mesial, distal, oklüzal ve gingival sınırlarında karbid frezin dişe aşırı basınç uygulamasını önlemek amacıyla klinisyenin dikkatini yoğunlaştırması ve bu bölgelerde tatbik ettiği basıncı azaltmasını önermekteyiz.

Minedeki aşınma miktarı % 0,1'lik hassasiyetli mikro-tartım ile saptanamadığından, yüksek devirlerde 20 bıçaklı frezin maksimum 20 saniye süre ile çalıştırılmasının, üzerinde 0,40 mm kalınlığında bir kompozit tabakası taşıyan mine üzerinde zararlı bir etki yaratmayacağını ifade edebiliriz.

Kompozit materyalinin karbid frezler yardımıyla uzaklaştırılması esnasında mine yüzeyinde meydana gelen materyal kayıplarının volumetrik olarak ortaya konması için "lazer profilometri" gibi daha ileri tekniklerin uygulanması gereklidir.

Kompozit miktarını standardize etmek için, önceden kalıplar halinde hazırlanmış ve mikro-tartım ile eşitlenmiş kompozit blokların hazır olarak mine yüzeyine yapıştırılmasının daha hatasız netice vereceğini düşünmekteyiz.

Ağız hijyeninin bozulmasına bağlı olarak tedavi esnasında ortaya çıkan beyaz lezyonlar mineral kaybına bağlı olarak minenin sertlik derecesini düşürdüğünden, tungsten karbid frez seçerken ve tatbik ederken daha dikkatli davranılmalıdır.

Literatürde taramasını yaptığımız tüm in vivo ve in vitro araştırmalarda bu çalışmada basınç ve kompozit miktarında sağladığımız standart koşullara rastlanmamıştır. Bu konuda yapılacak çalışmalarda sonuçların daha sağlıklı

karşılaştırılabilmesi ve tartışılabilmesi için deney koşullarının mutlaka standartize edilmesi gereği vardır.

### 5.3. Öneriler

Çalışmamızda bir prototip olarak kullandığımız siklüs cihazının prensibi, minedeki madde kayıplarının ortaya konması bakımından ölçüm verilerinde bir standardizasyona katkıda bulunacağından, literatürde bu yaklaşımın mutlaka yer alması gerektiği inancındayız. Günümüzde finishing konusunda kesin bir yöntem üzerinde halen bir fikir birliği olmadığı göz önünde bulundurulacak olursa, bu alanda standart ve kantitatif açıdan en ileri seviyeye ulaşabilmek amacıyla, prototip siklüs cihazının bir lazer profilometri yöntemi ile kombine edilerek değişik debonding ve polisaj tekniklerinin test edilmesini önermekteyiz.

## 6. Teşekkür

E.M.K. San. Tic. Ltd. Şirketinden Sn. Erkan Öcek Bey'e loadcell'in tedarikindeki yardımından dolayı, Dokuz Eylül Üniversitesinden Sn. Zeki Yetkin'e loadcell'in bilgisayar programının yazılımı için, Dt. Enver Yetkiner'e klinikteki çalışmalarımızdaki fedakar yardımları nedeniyle ve ayrıca, prototip mekano-siklüs cihazının tasarımı ve yapımındaki büyük emeklerinden dolayı değerli torna ustası Sn. Hikmet Tuğcu'ya en içten şükranlarımızı sunarız.

## 7. Kaynaklar

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent res* 1955;34:849-53.
2. Newman GV. Epoxy adhesive for orthodontic attachments : progress report *Am J Orthod* 1965;51:901-12.
3. Bowen RL. U. S. Pat. 3.066.112 (Nov. 27, 1962).
4. Newman GV, Fracq JM. The effects of adhesive systems on tooth surfaces. *Am J orthod* 1971;59:67-76.
5. Bennett CG, Shen C, Waldron JH. The effects of debonding on the enamel surface. *J Clin Orthod* 1984;18:330-4.
6. Oliver RG. The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;93:196-200.
7. Sheridan JJ, Brawley G, Hastings J. Electrothermal debracketing, part I; an in vitro study. *Am J Orthod* 1986;89:21-7.
8. Bishara SE, Trulove TS. Comparison of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study. Part II. Findings and clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98:263-73.
9. Jost-Brinkmann PG, Stein H, Miethke RR, Nakata M. Histologic investigation of the human pulp after thermodebonding of metal and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992;102:410-7.
10. Sadowsky PL. The effects of the acid etch and direct bonding techniques in orthodontics on enamel surface topography. *J Dent Assoc S Afr* 1976;31:509-13.

11. Zachrisson BV. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod* 1977;71:173-89.
12. Casperson I. Residual acrylic adhesive after removal of plastic orthodontic brackets. A scanning electron microscope study. *Am J Orthod* 1977;71:637-50.
13. Gwinnett AJ, Gorelick L. Microscopic evaluation of enamel after debonding, clinical application. *Am J Orthod* 1977;71:651-65.
14. Fitzpatrick DA, Way DC. The effects of wear and etching and bond removal on human enamel. *Am J Orthod* 1977;72:671-81.
15. Brown CRL, Way DC. Enamel loss during orthodontic debonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod* 1978;74:663-71.
16. Retief DH, Denys FR. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *Angle Orthod* 1979;49:1-10.
17. Zachrisson BU, Artun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod* 1979;75:121-37.
18. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod* 1980;77:269-83.
19. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding. A study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod* 1981;79:500-22.
20. Oliver RG. A new instrument for debonding clean-up. *J Clin Orthod* 1991;25:407-410.

21. Baysal A, Uysal T, Usumez S. Temperature rise in the pulp chamber during different stripping procedures. *Angle Orthod* 2007;77:478-82.
22. Uysal T, Eldeniz AU, Usumez S, Usumez A. Thermal changes in the pulp chamber during different adhesive clean-up procedures. *Angle Orthod* 2005;75:220-5.
23. Seçkin Ö, Sabah ME, Şen BH. Farklı iki ortodontik yapıştırıcı sistemin mine üzerindeki etkileri: SEM çalışması. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 1996;17:77-83.
24. Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod* 2004;26:333-8.
25. Eminkahyagil N, Arman A, Çetinşahin A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod* 2006;76:314-21.
26. Kim S-S, Park W-K, Son W-S, Ahn H-S, Ro J-H, Kime Y-D. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: A 3-dimensional surface profilometry study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:71-6.
27. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett J. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982;81:93-7.
28. Benson PE, Pender N, Higham S. Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets-a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agreement. *Eur J Orthod* 2003;25:149-58.