

← Adınızı soyadınızı giriniz

Tez kabul edildikten sonra yapılan **sabit ciltte sırt yazısı** bu şablona göre yazılacak. Yazılar tek satır olacak
Cilt sırtı yazıların yönü yukarıdan aşağıya
(sol yandaki gibi) olacak .



← Tez, Yüksek Lisans'sa, YÜKSEK LİSANS TEZİ;
Doktora ise DOKTORA TEZİ ifadesi kalacak

← Tez Sınavının yapılacağı yılı yazınız

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(DOKTORA TEZİ)

**NANO-HİDROKSİAPATİT ESASLI
MATERYALLERİN MİNE
REMİNERALİZASYONU ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

SEDA KINSUN

**DANIŞMAN
PROF. DR. OYA AKTÖREN**

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

İSTANBUL-2007

TEZ ONAYI

Aşağıda tanıtımı yapılan tez, jüri tarafından başarılı bulunarak Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

27.03.2007

Prof.Dr.Emine Kökoğlu
Enstitü Müdürü

Kurum : İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Program Adı : Doktora
Programın seviyesi : Yüksek Lisans Doktora
Anabilim Dalı : Pedodonti Anabilim Dalı
Tez Sahibi : Seda KINSUN
Tez Başlığı : Nano-Hidroksiapatit esaslı materyallerin mine remineralizasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi.
Sınav Yeri : Dişhekimliği Fakültesi Prof.Dr. Altan Gülhan Özerkan Toplantı Salonu
Sınav Tarihi : 20 / 03 / 2007

Tez Sınav Jürisi

Ünvanı Adı Soyadı Üniversitesi, Fakültesi, Anabilim Dalı

1.Prof.Dr. Zeynep AYTEPE (İst. Üni. Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı)

2.Prof.Dr. Tevfik AKINCI (İst. Üni. Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı)

3.Prof.Dr. Oya AKTÖREN (İst. Üni. Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı)

4.Prof.Dr. Koray GENÇAY (İst. Üni. Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı)

5.Prof.Dr. İlknur TANBOĞA (Mar. Üni. Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı)

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Çok daha büyük başarılarla imza atacağına inandığım cesur yegenim Defne Akay'ı ihlal ediyorum.

SEDA KINSUN

İTHAF

Çok daha büyük başarılarla imza atacağına inandığım canım yeğenim *Defne Akay*'a ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Pedodonti eğitimim boyunca bana her konuda yardımcı olan, disiplinli çalışma prensibi aşılayan, destek ve anlayışını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili hocam İ.Ü Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Prof. Dr. Oya Aktören'e,**

Pedodonti eğitimim sırasında göstermiş olduğu anlayış ve verdiği destek nedeni ile değerli hocam İ.Ü Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Başkanı **Prof. Dr. Zeynep Aytepe'ye,**

İ.Ü Dişhekimliği Pedodonti Anabilim Dalı'nın uzun yıllar başkanlığını yapmış, anlayışı ve olumlu bakış açısı ile her zaman desteğini hissettiğim sayın hocam **Prof. Dr. Tevfik Akıncı'ya,**

Doktora öğrenim hayatım boyunca kendilerinden çok şey öğrendiğim, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli bölüm hocalarım, **Prof. Dr. Koray Gençay'a,** **Prof. Dr. Işın Ulukapı'ya,** **Prof. Dr. Figen Seymen'e,** **Prof. Dr. Gamze Aren'e,** **Prof. Dr. Elif Sepet'e,**

Doktora tez çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan, Almanya'da yaşadığım dönemde her konuda iyi niyet, hoşgörü ve anlayış gösteren Ludwig Maximilians Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Operatif Dişhekimliği ve Periodontoloji Bölümü Öğretim Üyesi **Prof. Dr. Karl-Heinz Kunzelmann'a,**

Doktora eğitimim süresince yanımda olan, yardımlarını esirgemeyen tüm çalışma arkadaşlarıma,

Başarılarımla mutlu olan, her zaman ve her yerde destek, sevgi ve anlayışlarını esirgemeyen canım annem **Aysel Kınsun'a,** sevgili babam **Turhan Kınsun'a,**

Sırlarımı paylaştığım, bana verdiği destek ile moral kaynağım olan biricik ablam **Sema Akay'a** ve her zaman bir ağabey şefkati ile yaklaşan sevgili **Hakan Akay'a,**

Doktora çalışmalarım sırasında her türlü desteği sağlayan, büyük sabır gösteren, her konuda bana yardımcı olan eşim **Dr. Alp Dabanoğlu'na**,

Sonsuz Teşekkürlerimi Sunuyorum.

Bu çalışma, Der Verband der Deutschen Dental-Industrie e.v. (VDDI) araştırma bursu ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|---|
| TEZ ONAYI | İİ |
| BEYAN..... | İİİ |
| İTHAF..... | HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ. |
| TEŞEKKÜR..... | V |
| İÇİNDEKİLER | Vİİ |
| TABLolar LİSTESİ..... | X |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | Xİ |
| SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ | XİV |
| ÖZET | XV |
| ABSTRACT..... | XVİ |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ..... | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 2 |
| 2.1. Mine dokusu ve histolojik yapısı | 2 |
| 2.2. Mine çürüklerinin klinik özellikleri | 3 |
| 2.2.1. Başlangıç mine lezyonları ve tabakaları | 5 |
| 2.3. Çürük tanısında kullanılan modern tanı görüntüleme yöntemleri | 6 |
| 2.3.1. Kantitatif Işık-etkili Fluoresan(Quantitative Light-induced Fluoresence)(QLF)7 | |
| 2.3.2. Dijital Fiber Optik Transilluminasyon Görüntüleme (Digital Imaging Fiber Optic Transillumination)(DI-FOTI)..... | 10 |
| 2.3.3. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Micro Computed Tomography) (µCT)..... | 11 |
| 2.4. Yapay Çürük Modelleri | 12 |
| 2.4.1. Asit tamponları kullanılması ile in-vitro demineralizasyon modeli: | 13 |
| 2.4.2. Bakteriler tarafından üretilen asit ile in-vitro demineralizasyon modeli: | 14 |
| 2.4.3. pH siklus modeli ile in-vitro demineralizasyon ve remineralizasyon modelleri: | 14 |
| 2.4.4. Yapay çene modeli:..... | 14 |
| 2.4.5. İn-vivo hayvan modelleri: | 15 |
| 2.4.6. İnsan çenesinde insitu çalışmalar: | 15 |
| 2.4.7. Çekimi planlanmış dişlerde yapılan çalışmalar: | 16 |
| 2.5. Mine remineralizasyonunda kullanılan materyaller..... | 16 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 3.1. Çalışmada kullanılan dişler..... | 19 |
| 3.2. Yapay çürük oluşturulması | 19 |
| 3.3. Dişlerin remineralizasyonu | 22 |
| 3.4. Demineralizasyon ve Remineralizasyon bölgelerinin farklı tanı görüntüleme yöntemleri ile incelenmesi | 25 |
| 3.5. Remineralizasyon bölgesinin taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmesi | 36 |
| 3.6. Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesi | 38 |
| 4. BULGULAR..... | 39 |
| 4.1. Remineralizasyon materyallerinin QLF ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular | 39 |
| 4.1.1. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında elde edilen bulgular | 39 |
| 4.1.1.1. Hidroksiapatit-QLF grubunda elde edilen bulgular | 39 |
| 4.1.1.2. Theramed-QLF grubunda elde edilen bulgular | 40 |
| 4.1.1.3. Oravive-QLF grubunda elde edilen bulgular | 40 |
| 4.1.1.4. Elmex-QLF grubunda elde edilen bulgular..... | 41 |
| 4.1.2. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında saptanan haftalık bulguların karşılaştırılması | 41 |
| 4.1.2.1. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 1.haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 41 |
| 4.1.2.2. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 2. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 42 |
| 4.1.2.3. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 3. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 42 |
| 4.1.2.4. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 4. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 42 |
| 4.2. Remineralizasyon materyallerinin DI-FOTI ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular | 46 |
| 4.2.1. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında elde edilen bulgular..... | 46 |
| 4.2.1.1. Hidroksiapatit-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular..... | 46 |
| 4.2.1.2. Theramed-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular; | 47 |
| 4.2.1.3. Oravive-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular; | 47 |
| 4.2.1.4. Elmex-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular | 48 |
| 4.2.2. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında saptanan haftalık bulguların karşılaştırılması..... | 48 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.2.1. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 1. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması..... | 48 |
| 4.2.2.2. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 2. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması..... | 49 |
| 4.2.2.3. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 3. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması..... | 49 |
| 4.2.2.4. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 4. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması..... | 49 |
| 4.3. Remineralizasyon materyallerinin μ CT ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular | 53 |
| 4.3.1. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında elde edilen bulgular | 53 |
| 4.3.1.1. Hidroksiapatit- μ CT grubunda elde edilen bulgular | 53 |
| 4.3.1.2. Theramed- μ CT grubunda elde edilen bulgular | 54 |
| 4.3.1.3. Oravive- μ CT grubunda elde edilen bulgular | 54 |
| 4.3.1.4. Elmex- μ CT grubunda elde edilen bulgular..... | 55 |
| 4.3.2. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında saptanan haftalık bulguların karşılaştırılması | 55 |
| 4.3.2.1. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 1. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 55 |
| 4.3.2.2. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 2.haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 56 |
| 4.3.2.3. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 3. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 56 |
| 4.3.2.4. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 4. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması | 56 |
| 4.4. Çalışmada kullanılan tanı yöntemlerinden elde edilen bulguların birbirleri ile karşılaştırılması | 60 |
| 4.5. Remineralizasyon bölgelerinin taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular | 61 |
| 5. TARTIŞMA | 73 |
| SONUÇLAR | 85 |
| KAYNAKLAR | 87 |
| ÖZGEÇMİŞ | 103 |

TABLOLAR LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan demineralizasyon solüsyonu, çözelti içerisinde yer alan materyaller ve miktarları. | 20 |
| Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan remineralizasyon solüsyonu, çözelti içerisinde yer alan materyaller ve miktarları. | 20 |
| Tablo 3-3: Çalışmada remineralizasyon amacıyla kullanılan materyallerin içerikleri... .. | 23 |
| Tablo 4-1: Yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde farklı remineralizasyon materyalleri uygulanan deney dişlerinde QLF yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulguları. | 43 |
| Tablo 4-2: Remineralizasyon materyalleri gruplarında yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde QLF yöntemi ile elde edilen bulguların ortalama-standart sapma, Δ , Δ % değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları..... | 44 |
| Tablo 4-3:Yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde farklı remineralizasyon materyalleri uygulanan deney dişlerinde DI-FOTI yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulguları. | 50 |
| Tablo 4-4:Remineralizasyon materyalleri gruplarında yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde DI-FOTI yöntemi ile elde edilen bulguların ortalama-standart sapma, Δ , Δ % değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları..... | 51 |
| Tablo 4-5: Yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde farklı remineralizasyon materyalleri uygulanan deney dişlerinde μ CT yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulguları. | 57 |
| Tablo 4-6:Remineralizasyon materyalleri gruplarında yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde μ CT yöntemi ile elde edilen bulguların ortalama-standart sapma, Δ , Δ % değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları..... | 58 |
| Tablo 4-7: DI-FOTI, QLF, μ CT ile elde edilen değerlerin korelasyonuna ilişkin bulgular | 60 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Şekil 3-1: Deney dişinin 2x3 mm ² lik alanının açıkta kalacak şekilde tırnak cilası ile kaplanmış görüntüsü. | 20 |
| Şekil 3-2: pH siklus yöntemine göre bir siklus döneminde 18 saat süre ile demineralizasyon solüsyonu, 6 saat süre ile remineralizasyon solüsyonu içerisinde bekletilen ve bu işlemin 15 gün tekrarlanması sonucunda deney dişlerinin vestibül yüzeyinde yapay olarak hazırlanan yapay çürük lezyonunun görüntüsü. | 21 |
| Şekil 3-3: Çalışmada dişlerin remineralizasyonu amacı ile kullanılan materyaller..... | 22 |
| Şekil 3-4: Deney dişinin 4 hafta süresince remineralize edilmesi sonucu elde edilen görüntüsü. | 24 |
| Şekil 3-5: Çalışmada kullanılan QLF cihazı ve bağlı olduğu bilgisayar(A), QLF görüntüsünün alındığı kamera (B) ve kameraya ışık sağlayan 8 adet LED lambası (C).26 | 26 |
| Şekil 3-6: Çalışmada kullanılan DI-FOTI cihazı ve bağlı olduğu bilgisayar (A), DI-FOTI cihazı ve kamerası (B) ve DI-FOTI görüntüsünün alındığı kamera (C)..... | 27 |
| Şekil 3-7: DI-FOTI ve QLF tanı yöntemleri ile yapay çürük bölgesinden alınan dijital görüntüler..... | 28 |
| Şekil 3-8: DI-FOTI ve QLF metodu ile elde edilen dijital görüntülerin VIEW 3D programında sayısal bir şekilde analiz edilmesi. Yapay çürük içeren vestibül yüzey (A) ve bu bölgenin taraması (B). Tarama sonucu elde edilen yapay çürük içeren bölge (C), bu alandaki gri renk tonlarının histogramı (D) ve yapay çürük alanının matematiksel olarak ifadesi (E)..... | 29 |
| Şekil 3-9: Çalışmada kullanılan μ CT 40 cihazı ve alınan tomografik görüntülerin aktarıldığı bilgisayar (A), μ CT cihazına deney materyalinin yerleştirildiği bölüm (B) ve deney dişinin içerisine konulduğu tüp (C)..... | 30 |
| Şekil 3-10: μ CT cihazında yapay çürük bölgesinden alınan dijital kesit görüntüleri (A) tek bir kesitin görüntüsü (B). | 31 |
| Şekil 3-11: μ CT cihazında elde edilen kesitler ImageJ (A) isimli bilgisayar programında analiz edildi. Dijital görüntüdeki (B) çürük bölgesi siyah ile beyaz arasındaki 255 farklı renk arasında programda işaretlendi (C) ve çürük bölgesi tüm kesitlerde çevre dokulardan izole edildi (D). | 32 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3-12: Tüm kesitlerde tanımlanan çürük bölgesi (A) bilgisayar programında görüntünün netleştirilmesi amacıyla 5.0 oranında <i>median filter</i> ile filtrelendi (B), daha net ve kompakt bir çürük yapısı elde edildi (C)..... | 33 |
| Şekil 3-13: Elde edilen kesitlerin bilgisayar programı yardımıyla tüm bölgelerindeki kalınlıklarının ölçülebilmesi için şekli sınırlandırma (A), sınırlar arası kalınlık bölgelerini işaretleme (B) ve bu işaret bölgelerini ölçme fonksiyonları sırası ile uygulandı (C). | 34 |
| Şekil 3-14: ImageJ programı ile tüm kesitlerde her bir lezyon kalınlığının en az, en yüksek ve standart sapma değerleri hesaplandı. | 35 |
| Şekil 3-15: Çalışmada kullanılan FE-SEM cihazı (A) ve materyallere altın kaplama işleminin yapıldığı cihaz (B)..... | 37 |
| Şekil 4-1:Remineralizasyon materyalleri gruplarında QLF yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulgularının ortalama ve standart sapma değerlerine ilişkin analitik grafiği..... | 45 |
| Şekil 4-2: Remineralizasyon materyalleri gruplarında DI-FOTI yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulgularının ortalama ve standart sapma değerlerine ilişkin analitik grafiği..... | 52 |
| Şekil 4-3:Remineralizasyon materyalleri gruplarında μ CT yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulgularının ortalama ve standart sapma değerlerine ilişkin analitik grafiği..... | 59 |
| Şekil 4-4: A. Mine yüzeyinde hazırlanan yapay çürük (demineralizasyon) alanının ve sağlam mine dokusunun SEM görüntüsü (500x) B. Demineralize mine yapısı ve sağlam mine dokusunun SEM fotoğrafı (1000x). Sağlam mine yüzeyinin karakteristik görüntüsü SEM fotoğrafının üst yarısında, demineralize olmuş, düzensiz ve yer yer boşluklar içeren mine yapısı SEM fotoğrafının alt yarı bölgesinde görülmektedir..... | 62 |
| Şekil 4-5: Sağlam mine yüzeyinin 500x (A) ve 3000x (B) büyütmede hazırlanmış SEM fotoğrafları. | 63 |
| Şekil 4-6: Sağlam mine yüzeyinin 5000x (A) ve 10000x (B) büyütmede hazırlanmış SEM fotoğrafları. | 64 |
| Şekil 4-7: Nanohidroksiapatit solüsyonu uygulanan yapay mine çürük dokusunda 4 hafta sonunda gözlenen SEM remineralizasyon görüntüleri. Nano-HAP ile yüzeyde oluşan pürüzsüz ve homojen remineralizasyon 500x(A) ve 3000x(B) büyütmede gözlenmektedir..... | 65 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4-8: Nano-HAP uygulanması sonucu remineralizasyon oluşan demineralize mine dokusunun 5000x (A) ve 10000x (B) büyütmede hazırlanmış SEM fotoğrafları. | 66 |
| Şekil 4-9: Theramed materyali uygulanması sonucu oluşan remineralizasyonun 500x(A) ve 3000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. | 67 |
| Şekil 4-10: Theramed materyali uygulanması sonucu elde edilen remineralizasyonun 5000x(A) ve 10000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları.. | 68 |
| Şekil 4-11: Oravive materyali uygulanması sonucu remineralizasyon oluşan mine yüzeyinin düz yüzey ve pürüzsüz yapısının 500x(A) ve 3000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. | 69 |
| Şekil 4-12: Oravive materyali uygulanması sonucu elde edilen remineralize dokunun 5000x(A) ve 10000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. | 70 |
| Şekil 4-13: Elmex materyali uygulanması sonucu elde edilen remineralize dokunun 500x(A) ve 3000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. | 71 |
| Şekil 4-14: Elmex materyali ile remineralizasyon oluşturulan demineralize mine yüzeyinin pürüzlü yapısına ilişkin 5000x(A) ve 10000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. | 72 |

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

Nano-HAP: Nano-hidroksiapatit

QLF: Kantitatif Işık-etkili Fluoresan (Quantitative Light-induced Fluoresence)

DIFOTİ : Dijital Fiber Optik Transilluminasyon Görüntüleme (Digital Imaging Fiber Optic Transillumination)(DI-FOTI)

μ CT: Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Micro Computed Tomography)

FE-SEM: Alan Emisyon Taramalı Elektron Mikroskobu (Field Emission Scanning Electrone Microscope)

ÖZET

Kınsun S. Nano-hidroksiapatit esaslı materyallerin mine remineralizasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti ABD. Doktora Tezi. İstanbul.2007.

Dişin direncinin artırılması ve demineralize olmuş mine dokusunun herhangi bir restoratif tedavi uygulamadan remineralize edilebilmesi günümüzde büyük önem kazanmıştır. Remineralizasyon amacı ile kullanılan materyallerde ve sonuçların sayısal değerlerle ifadesine olanak sağlayan bilgisayar yazılımları ile desteklenmiş tanı ve araştırma gereçlerinde birçok gelişmeler görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, nano-hidroksiapatit esaslı materyallerin yapay olarak hazırlanmış mine başlangıç çürükleri üzerine remineralizasyon etkilerinin incelenmesidir. Başlangıç yapay mine çürükleri ortodontik amaçla çekilmiş 40 adet üçüncü büyük azı dışında pH-siklus tekniği ile oluşturuldu. Dişler 10'ar dişten oluşan 4 gruba ayrıldı:1)Deneysel aşamadaki nano-hidroksiapatit solüsyonu (BASF, Almanya), 2)Theramed (Schwarzkopf&Henkel, Almanya), 3)Oravive (Novamin,ABD), 4)Elmex (GABA, Almanya) (Kontrol Grubu). Remineralizasyon ajanları yapay çürüklü dişler üzerine 4 hafta süresince 12 saat ara ile 2'şer dakika diş fırçası ile fırçalanarak uygulandı. Yapay çürük lezyonlarındaki demineralizasyon ve remineralizasyonun tanısı ve miktarı QLF, DI-FOTI ve μ CT cihazları ile belirlendi. Yüzey morfolojik yapısındaki değişiklikler yüksek çözünürlükteki FE-SEM ile gözlemlendi. Elde edilen veriler One-way ANOVA, post-hoc Tukey çoklu karşılaştırma ve Pearson testleri ile istatistiksel olarak analiz edildi. Tüm remineralizasyon ajanlarının yapay olarak hazırlanmış mine çürükleri üzerinde 4 hafta sonunda anlamlı derecede remineralizasyon oluşturdukları belirlendi. Nano-hidroksiapatit solüsyonu ve Elmex materyallerinin Theramed ve Oravive materyallerine göre daha başarılı ve birbirlerine benzer remineralizasyon etkisi gösterdiği saptandı. FE-SEM incelemesinde, tüm remineralizasyon materyallerin kendilerine özgü tipik yüzey değişiklikleri sergiledikleri gözlemlendi. QLF, DI-FOTI , μ CT yöntemleri arasında anlamlı bir korelasyon bulundu. Sonuç olarak, deneysel aşamadaki yeni nano-hidroksiapatit solüsyonunun diğer uygulanan remineralizasyon materyalleri gibi mine remineralizasyonunda başarı ile kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Yapay çürük, remineralizasyon, nano-hidroksiapatit, çürük tanısı, FE-SEM.

ABSTRACT

Kınsun S. Evaluation of the effects of the nano-hydroxyapatite materials on enamel remineralization. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Pedodontics. Doctorate Thesis. Istanbul.2007.

Nowadays, to strengthen the tooth structure and to remineralize the demineralized enamel surface without any restorative treatment have great importance. There are many improvements and investigations both in remineralizing materials and in diagnostic, research tools with which the results are quantified by supporting computer software. The objective of this study was to evaluate the remineralizing effects of nano-hydroxyapatite materials on the artificially prepared subsurface enamel lesions. Subsurface enamel lesions were formed by pH-cycling method on 40 human third molars extracted for orthodontic reasons. Teeth were divided randomly into four test groups of 10 teeth each: 1) Novel nano-hydroxyapatite solution (BASF, Germany) 2) Theramed (Schwarzkopf & Henkel, Germany) 3) Oravive (Novamin, USA) 4) Elmex (GABA, Germany) (Control Group). Remineralizing agents were applied on teeth for 2 minutes in 12 hour intervals during a period of 4 weeks by toothbrushing method. The amount of de- and remineralization on subsurface enamel lesions were diagnosed and quantified by QLF, DI-FOTI and μ CT. The differences in surface morphology were assessed by high resolution FE-SEM. The data was statistically analyzed by One-way Anova, post-hoc Tukey Multiple Comparison and Pearson tests. All evaluated materials exhibited significant remineralization effects on the artificially prepared subsurface lesions in 4 weeks period. Nano-hydroxyapatite solution and Elmex showed better and similar remineralization effects than Theramed and Oravive. Typical surface characteristics for each tested material have been observed by FE-SEM. A significant correlation was found between the QLF, DI-FOTI, μ CT methods. In conclusion, data have demonstrated that novel nano-hydroxyapatite solution could also be used successfully on enamel remineralization as the other remineralizing test materials.

Key Words: artificial caries, remineralization, nano-hydroxyapatite, caries diagnosis, FE-SEM.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Diş çürüğü insanoğlunda sık olarak görülen bir hastalıktır. Dişlerin çürükten korunması, çürük içeren dişlerin tedavi edilebilmesi amacı ile yıllar boyunca çok farklı materyaller ve yöntemler geliştirilmiş, özellikle başlangıç çürük lezyonlarının iyileştirilebildiği birçok in-vivo ve in-vitro çalışmada kanıtlanmıştır. Deneysel çalışmalar, asit etkisi ile çözünmüş mine yüzeyine kalsifiye edici nitelikte materyal uygulanması ile yeniden kalsifikasyonun gerçekleşebildiğini göstermiş ve bu iyileşme mekanizması remineralizasyon olarak adlandırılmıştır (59,104).

Günümüzde dişlerin çürüğe karşı direncinin artırılması amacı ile sıklıkla florid esaslı dental ürünler ve materyallerin tercih edildiği, farklı yoğunluklarda ve şekillerdeki florid esaslı materyallerin remineralizasyon etkilerinin birçok çalışmada vurgulandığı görülmektedir (2,60,69,72,91). Florid esaslı materyallerin yanı sıra kalsiyum, fosfat, kazeinfosopeptid, kazeinglikopeptid, klorheksidin, ksilitol, antimikrobiyal katkı materyallerinde remineralizasyonda etkili oldukları bildirilmektedir (20,46,49,99).

Mine dokusu esas olarak hidroksiapatit kristallerinden meydana gelmiştir. Çürük yapıcı etkenler karşısında bu hidroksiapatit kristalleri kimyasal olarak çözülmekte ve çürük yapıcı etkenin etki süresine göre mine kristalleri çözünme miktarının artması ile geri dönüşümsüz bir hal alabilmektedir (19,90). Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte diş minesinde bulunan hidroksiapatit yapısına kimyasal anlamda benzerlik gösteren nanometrik düzeyde sentetik hidroksiapatit materyalleri geliştirilmiştir. Nano-hidroksiapatit esaslı bu materyallerin geliştirilmesindeki en önemli amaçlardan birisi başlangıç dönemindeki mine çürük lezyonlarının remineralizasyonudur.

Bu çalışmanın amacı, nano-hidroksiapatit esaslı materyallerin yapay olarak hazırlanmış başlangıç mine lezyonları üzerine olan remineralizasyon etkilerinin kantitatif ışık etkili fluoresan (QLF), dijital fiber optik transilluminasyon görüntüleme (DI-FOTI), mikro bilgisayarlı tomografi (μ CT) ve alan emisyon taramalı elektron mikroskobu (FE-SEM) yöntemleri ile araştırılması ve farklı remineralizasyon materyallerinin etkileri ile karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mine dokusu ve histolojik yapısı

Vücutun en sert dokusu olma özelliğini taşıyan mine, dentin ve pulpa gibi canlı diş dokularının korunması görevini üstlenmesinin yanısıra renk ve şekilleri nedeni ile estetik açıdan da önem taşımaktadır. Bu nedenle diş minesinin ömür boyu korunması dişhekimliğinin en önemli amaçlarından birisidir (93). Kristalize mineral yapıdan meydana gelmiş olan mine dokusu; sağlamlığı, okluzal kuvvetlerin yanısıra, asitlerin oluşturduğu demineralizasyon ve çürüğe karşı gösterdiği direnç ve belirli sınırlarda kalabilmiş demineralize alanların tekrar iyileşebilmesi anlamına gelen remineralizasyon kabiliyeti bir yaşam boyunca insana hizmet edebilecek özellikler taşır (35).

Diş minesini mineralize olmuş epidermal dokudur. Minenin oluşum sürecinde ilk olarak organik matris şekillenir ve daha sonra bu organik yapı ameloblastik hücreler tarafından bölümler halinde sindirilirler. Kalsiyum ve fosfor iyonları gelişen matris içerisinde hidroksi apatit çekirdekleri oluştururlar ve hızlı bir şekilde kristalleşerek büyürler (87).

Hidroksiapatit kristallerinin bir çoğu $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ şeklinde, içerisinde farklı iyon ve moleküller içermeyen olgunlaşmamış bir şekilde bulunur. Stabil olmayan bu kristalize yapı minenin geçirgen özelliği nedeniyle ağız ortamında bulunan bazı iyon ve moleküllerle reaksiyona olanak tanır. Örneğin bu kristal yapının florid ile reaksiyonu sonucu mine dokusunda daha sert ve asit ataklarına karşı daha dayanıklı bir yapı olan fluoro-hidroksiapatit kristalleri oluşur (14).

Mine dokusu hacim olarak ~%90 oranında kalsiyum-hidroksiapatit kristal yapısından, %4-10 oranında kristaller arası yapı içinde yer alan organik yapı ve sudan meydana gelmiştir (106). Kristaller arasındaki mikro boşluklar ağız ortamı ve pulpa, dentin sıvıları arasında dinamik bir bağlantı sağlarlar. Dişlerin hava ile kurutulması ile bu mikro boşluklar içerisindeki nemin kaybolması sonucunda mine tebeşirimsi ve daha açık bir renkte görülür. Ancak bu durum ağız ortamının tekrar nemli bir hale geçmesi sonucu geri dönüşümlüdür (48). Çeşitli sıvılar, iyonlar ve zararlı fizyolojik ya da tedavi amaçlı küçük moleküler ağırlığa sahip parçacıklar yarı geçirgen özelliğe sahip mine içerisine

diffüze olabilirler. Bu nedenle, asit demineralizasyonunun dinamiği, çürükler, remineralizasyon prosesi, florid alımı ve vital beyazlatma sadece mine yüzeyi ile sınırlı kalmayan aynı zamanda diş dokularının üç boyutta iç bölgelerine kadar aktif bir şekilde etkilendiği proseslerdir (32,113).

Mine, birbirlerine çok yakın hidroksiapatit kristallerinin oluşturduğu organize olmuş prizmatik yapılardan meydana gelmiştir. Bu prizmalar enine kesitlerde anahtar deliği şeklinde görünürler. Tek bir prizma ameloblast aktivasyonu sonucu oluşmuştur. Her bir prizmatik yapı dentin-mine bileşim bölgesinden başlayarak hafif bir eğim yapar ve mine yüzeyine kadar ulaşır. Mineralizasyon prosesinin devamlılığında kesilmeler sonucu yüksek ve düşük aktivasyonlu bölgeler oluşur. Bu süreçte aktivasyonun az olduğu bölgeler “rest çizgilerini” oluşturur ki enine kesitlerde görülen bu yapı *retzius* çizgileri olarak görülür (64). Bu bölgeler oransal olarak daha çok organik yapı içerirler. Retzius çizgilerinin olduğu bölgeler ve prizma yapıları arasındaki boşluklar su ve küçük iyonların (hidrojen iyonlarının) yapı içerisinde hareketine olanak sağlarlar. Bu şekilde mine küçük moleküllerin hareketine izin verirken büyük molekül ve iyonların hareketini kısıtlar. Çürük mine yapısı üzerindeki iyon hareketi mine de bir kavite oluşurmaksızın daha alttaki dentin dokusunda asit çözülmesine neden olur. Bu asit atakları bilinmeyen bir mekanizma ile pulpal cevaba neden olabilirler. Retzius çizgilerinden kaynaklanan mine geçirgenliği düz yüzey çürüklerinin lateral olarak yayılmasına neden olur. Aslında retzius çizgileri erken mine çürüklerinden sorumlu tutulurlar. Okluzal minede retzius çizgileri ve mine prizmalarının yönü yüzeye dikeydir. Aksiyal yüzeyler de ise yüzeye diagonal olarak seyrederek (86,105,113).

2.2. Mine çürüklerinin klinik özellikleri

Çürük riski taşıyan hastaların genellikle diş yüzeylerinde yaygın dental plaklara rastlanılır ve klinik muayeneden önce bunların kaldırılması gerekir. Temiz, kuru dişlerde düz mine yüzeylerindeki çürüğün ilk belirtisi beyaz opak noktalardır. Bu lezyonlar genellikle dişlerin vestibül ve lingual yüzlerinde gözlenirler. Beyaz noktalar, tebeşirimsi, opak bölgelerdir; yüzeyin kurutulması sonucu daha net görünürler ve başlangıç çürükleri

olarak isimlendirilirler. Bu bölgelerde mine saydam özelliğini kaybeder çünkü alt yüzeyde demineralizasyondan kaynaklanan yaygın poroziteler vardır (21,63,70).

Başlangıç çürüklerindeki beyaz noktalar ile gelişimsel mine hipokalsifikasyonlarının ayırıcı tanısı çok önemlidir. Başlangıç çürükleri minenin ıslatılması durumunda kısmen veya tamamen görünmez hale gelirlerken hipokalsifiye mine, kurutulma ve ıslatılma işlemlerinden etkilenmemektedir. Hipokalsifiye mine estetik olarak bir sorun taşımadıkça klinik olarak bir tedavi gereksinimi oluşturmamaktadır. Başlangıç çürük lezyonları içeren yüzeylerin yapısında bir değişiklik olmadığı için sonda ile muayenesinde teşhis edilemezler. İlerlemiş lezyonlarda yüzey pürüzlüdür ve normal mineye göre daha yumuşamıştır. Yumuşamış tebeşirimsi mine sonda ile saptanabilir ve bu da aktif bir çürüğün belirtisidir. Başlangıç lezyonları bazen radyografilerde görülebilirler. Proksimal lezyonların radyografik olarak görülebilmesi lezyonların ilerlemiş ve altındaki dentin dokusunda olası bir histolojik değişikliğe neden olmuş olması anlamına gelmektedir (112).

Başlangıç mine çürüklerinin remineralize olabilecekleri birçok deneysel çalışmada ortaya konulmuştur (56,57,98). Kavite oluşmamış mine lezyonlarında mine prizmaları içerisindeki orjinal kristal ağın büyük bölümü ve asitten etkilenmiş ancak tamamen yok olmamış kristallitler remineralizasyon için çekirdeklenme başlangıç bölgesi olarak görev yaparlar. Mine yüzeyine tükürük içerisindeki kalsiyum ve fosfat iyonları penetre olurlar ve mine lezyonu içerisindeki yüksek reaktif özellikte olan kristal yüzeylerine çökerler. Tükürük içerisindeki kalsiyum ve fosfat iyonlarının çok olması remineralizasyon prosesini pozitif olarak etkiler (74,85). Yapay ve doğal mine çürük lezyonlarındaki erken histolojik değişikliklerin, remineralizasyon prosesine imkan sağlayan durumlarda gerilediği birçok çalışma da gösterilmiştir. Bunlara ek olarak ortamda florid iyonlarının da bulunması çökelen kalsiyum ve fosfat miktarının artmasına neden olmakta ve remineralize minenin asit ataklara karşı daha dirençli olan fluorapatit yapısı içermesi ile sonuçlanmaktadır (98,131).

Remineralize olmuş lezyonlar klinikte sağlam ancak, genellikle kahverengi ve siyah noktalar şeklinde renkleşmiş olarak görünürler. Bu renk değişikliğinin mine içerisine sızmış metalik iyonlar ve organik kalıntılardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bu remineralize olmuş ve renklenmiş çürük bölgesi, çürük ataklarından etkilenmemiş önceki mine yapısına göre daha sağlam ve dirençlidir. Estetik olarak problem yaratmadıkça restore edilmemelidirler (47).

2.2.1. Başlangıç mine lezyonları ve tabakaları

Başlangıç mine lezyonlarında histolojik olarak 4 ayrı tabaka gözlenmektedir (122,126):

1. Saydam (translusens) tabaka
2. Karanlık tabaka
3. Lezyon gövdesi
4. Yüzey tabaka

1. Saydam (translusens) Tabaka

Mine lezyonunun ilerleyebildiği en derin bölgedir. Mine çürüğü içerisine quinolin sıvısı perfüze edilerek polarize ışık mikroskopunda incelendiğinde herhangi bir yapının gözlenmediği bir alan olduğu için bu isim verilmiştir. Çürük prosesi sırasında H iyonlarının bu alandaki mine prizmaları boyunca gözlemlenen delik ve boşluklara kolayca penetre olduğu tahmin edilmektedir. Bu boşlukların mine ile aynı yansıma indeksine sahip olan quinolin solüsyonu ile doldurulması sonucunda bu bölge mikroskopta görünmez hale gelmektedir. Mine çürüğünde saydam tabakadaki boşlukların oranı %1'dir ki bu oran sağlam mine yapısı ile karşılaştırıldığında oranın 10 katıdır.

2. Karanlık Tabaka

İkinci derin tabaka karanlık tabaka olarak isimlendirilir. Çünkü polarize ışığı geçirmez. Işığın blokajı, bu bölgede yer alan çok küçük boşlukların quinolini absorbe edememesinden kaynaklanmaktadır. Bu çok küçük alanlar içerisindeki hava ve buhar, bölgenin opak olmasına yol açmaktadır. Toplam boşluk oranı hacimce %2 ile %4

arasındadır. Bu karanlık alanda kristalit yapıda bozulmalar da görülmektedir ki demineralizasyon ve remineralizasyon prosesi için çok önemli bir alandır. Karanlık tabakanın büyüklüğü remineralizasyon miktarı ve endikasyonu için büyük önem taşır.

3. Lezyon Gövdesi

Lezyon gövdesi demineralizasyon prosesi sırasında başlangıç çürüklerinin en geniş bölgesidir. Hacimce en geniş boşluklar (%5-%25) bu alanda bulunur. Bu bölgede çok rahat izlenebilen retzius çizgileri bu alandaki mineral çözülmesi ve oransal olarak daha büyük boşluklar bulunmasının bir nedeni ve belirtisidir. Mine yüzeyinde çürüklerin ilk başlangıç yaptığı bölge retzius çizgileri boyuncadır. Prizmalar arası alanlar ve bu çapraz çizgilenmeler demineralizasyonun prizma içlerine kolay ilerleyebileceği bölgelerdir. Buradaki boşlukların yeterli genişlikte olması durumunda bu bölge içerisinde bakteriler de gözlemlenebilir. Transmisyon elektron mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobunda yapılan çalışmalarda lezyon gövdesi tabakasında bakterilere rastlanmıştır.

4. Yüzey Tabaka

Yüzey tabakası, çürük ataklarından en etkilenmemiş tabakadır. Lezyon gövdesinden çok daha az bir miktarda (%5 den az) boşluk içerir ve radyoopasitesi sağlam mine yapısına çok yakındır. Tükürük ile temasta olan normal mine yapısı hipermineralizedir ve yeni oluşmuş mine yapısına göre daha yüksek oranda florid içerir. Bu hipermineralizasyon ve mine yüzeyindeki artmış florid oranı mine yüzeyinin korunmasında büyük katkı sağlamaktadır. Ancak yüzeydeki bu hipermineralize alanın kaldırılması (cila ve benzeri işlemler ile) çürük lezyonuna karşı mine dokusunun direncinin azalmasına neden olmaktadır. Mine lezyonu ilerlerse yüzey tabakadaki konik şeklindeki kavite oluşumu SEM ile gözlemlenebilir. Bu alanların bakterinin çürük bölgesine ilk giriş alanı olduğu tahmin edilmektedir. Bu aşamada çürük prosesinin durdurulması çürük profilaksisi açısından büyük önem taşır.

2.3. Çürük tanısında kullanılan modern tanı görüntüleme yöntemleri

Çürük klinik olarak; çürüğün tanısı, çürük riskinin tanımlanması ve koruyucu stratejilerin belirlenmesi gibi kavramları içerir. Zamanında kesin ve doğru olarak yapılan bir tanı başarılı tedavi uygulamasının ilk adımınıdır. Bu nedenle günümüzde erken dönemli

çürük tanısının önemi büyüktür (83). Araştırmacılar, diş çürüklerinin belirlenmesinde non-invaziv, güvenilir, basit, sensitivite (çürüğü çürük olarak teşhis edebilme) ve spesifite (sağlam dokuyu sağlıklı olarak teşhis edebilme) özellikleri taşıyan, tüm diş yüzeyleri için uygulanabilen, dişhekimleri ve hastalar tarafından kabul edilebilen, klinik ve araştırmalarda kullanılabilen, gizli çürük lezyonlarının tanısını yapabilen, tekrarlanabilen, lezyon boyutu ve aktivitesi ölçümünün iyi yapılabildiği, elde edilen verilerin dökümanite edilebildiği ve saklanabildiği, fiyatı uygun modern tanı yöntemlerinin kullanılması gerektiğini vurgulamaktadırlar (8,9, 93,133).

Dişhekimliği klinik uygulamalarında çürük tanısında en sık kullanılan yöntem diş yüzeyinin iyice temizlenip kurutulduktan sonra ışık ve ayna yardımı ile yapılan muayenedir. Bu yöntem ile pek çok lezyon geniş kaviteler oluşana kadar teşhis edilememektedir (73). Ayna ve ışığın yanında sond ile yapılan muayene ise dişhekimlerinin en çok tercih ettikleri yöntemdir; ancak bu yöntem ile başlangıç dönemindeki lezyonların ilerlemesi hızlanabilmekte ve iatrojenik hasarlar oluşabilmektedir (68). Çürük tanısında bu yöntemlerden başka radyograflerin, elektriksel iletkenlik ölçümlerine dayalı yöntemlerin ve görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Görüntüleme teknikleri arasında yer alan Kantitatif Işık-etkili Floresan (Quantitative Light-induced Fluoresence) (QLF), Dijital Fiber Optik Transiluminasyon Görüntüleme (Digital Imaging Fiber Optic Transillumination) (DI-FOTI) ve bilgisayarlı tomografi tekniğinin dişhekimliği araştırmaları amacıyla uyarlanmış şekli olan mikro bilgisayarlı tomografi (Micro Computed Tomography) (μ CT) günümüzde en yeni geliştirilen yöntemler olarak dikkati çekmektedir (9,31,47,115).

2.3.1. Kantitatif Işık-etkili Floresan (Quantitative Light-induced Fluoresence) (QLF)

Dişlerin organik bileşiklerinin fluoresans özelliği ilk olarak 1928 yılında belirtilmiş; sağlam ve çürük minenin fluoresans özellikleri arasındaki fark tanımlanmıştır (110).

Bjelkhagen ve ark. 1982 yılında 488 nm'lik yoğun floresan ışık veren argon lazer ile sağlam ve çürük mine arasındaki farklılıkların görülebildiğini bildirmişlerdir (13).

Vaarkamp ve ark. helyum-neon lazer kullanıldığında minede oluşan ışık dağılımının nedeninin hidroksiapatit kristalleri olduğunu, dentindeki ışık dağılımının nedeninin ise dentin tübülleri olduğunu belirtmişlerdir (127).

Çürüğün saptanmasına ilişkin görüntüleme yöntemlerinde son on yıl içinde büyük gelişmeler görülmektedir. Görüntüleme amacıyla daha önceleri kullanılan yöntemler, mine çürüklerinin nicel olarak değerlendirilmesi açısından geliştirilmişlerdir (27,80,123). De Josselin de Jong ve ark., başlangıç mine çürük lezyonlarındaki farklılıkları in-vivo olarak değerlendirmek amacıyla lazer floresans yöntemi ile birlikte CCD (charge coupled device) kamera kullanmışlardır. Araştırmacılar, argon lazer ($\lambda=488$ nm) ve ≥ 520 nm dalga boyundaki bir filtrenin mevcut olduğu sistemin dişlerin bukkal yüzlerine uygulanması ile diş dokularının ve çürük lezyonunun karanlık floresans görüntülerinin izlenebildiğini, kaydedilebildiğini ve sayısal olarak analizlerinin yapılabildiğini bildirmişlerdir (27).

Al Khateeb ve ark. sığır ve insan dişlerinde yapay olarak oluşturulan yüzeyaltı lezyonlarını ve remineralize alanlarını TMR ve Xenon teknolojisi ile üretilmiş bir ark lambası içeren floresans ve lazer floresans sistemleri ile incelemişler, her iki floresans yönteminin de başarı ile kullanılabileceğini ayrıca bu yöntemlerin TMR ile korelasyon gösterdiklerini belirtmişlerdir (5).

QLF sistemi daha sonraki yıllarda lazer kaynağı yerine mavi spektra ($\lambda \sim 370$ nm) ve optik bir filtre (Hoya O-52, ≥ 520 nm) kullanımı ile modifiye edilmiş ve bu şekilde floresan görüntülerdeki yansıma bozukluklarının önüne geçilmiştir. Ayrıca sistemin boyutu da küçültülmüş ve analiz süresinin kısaltılması için QLF görüntülerinin otomatik olarak analizini yapabilen bir sistem geliştirilmiştir (4,20).

QLF ile saptanan çürük lezyonu özel bilgisayar yazılımları tarafından sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Bu sayısal analiz floresan kaybı ve çürük lezyonunun azalmış mineral içeriği arasındaki bağlantıya dayanmakta; çürük lezyonunun örneği bu şekilde bilgisayarda oluşturulmaktadır. QLF sistemine ait yazılım, diş sert dokularının

bulunduğu bölgeler ile kalibre edilmekte ve ölçüm sırasındaki lezyonun fluoresan özelliği ile sert dokunun fluoresan özelliği arasındaki fark iki boyutlu lineer interpolasyon şeklinde sayısal olarak belirlenmektedir (82,107,128).

Sağlıklı mine dokusunda özellikle mine prizmaları ışığın dağılımında etkin bir rol oynamaktadır (107). Başlangıç çürük lezyonları daha fazla ışık dağılım katsayısına sahiptirler (51,129). Lezyon içerisindeki ışık yönlendirilme ve yansımaları maruz kalması, hacimsel yayılma olarak tanımlanmaktadır. Bu durum, lezyon içerisindeki kristal yapının çözülmesi sonucu ışığı yansıtıcı alanlarda artış olması nedeni ile oluşmaktadır (51,82,127) .

Işık dağılımında herhangi bir enerji kaybı olmamakta ancak bu enerji organik moleküller tarafından emilerek ısı enerjisine ve fluoresan ışığa çevrilmektedir (107). Bu fotofluoresan özellik, fotonlardan oluşan yüksek enerjili ışığın dokuları uyarımı sonucu meydana gelen emilim ile oluşur. Dentin içerisinde bulunan ve yapısal özellikleri henüz kapsamlı bir şekilde tanımlanamamış olan fluoropor isimli yapılar dişlere fluoresan özelliği veren maddelerdir (82,129).

Düz yüzey başlangıç mine çürüklerinin QLF yöntemi ile belirlenmesi ve miktarının ölçülebilmesine ilişkin çeşitli araştırmalar bildirilmiştir. Parametrelerin sayısal olarak ifade edilebildiği bu çalışmalarda çürüğün değişik evrelere göre sınıflanabilmesi sağlanmış, daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda QLF ölçümlerinin tekrarlanabilirliği ve güvenilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmalarda QLF'in tekrarlanabilen sonuçlar gösterdiği ve tekrarlanan ölçümlerde benzer neticelerin görüldüğü vurgulanmıştır (123,124), QLF sisteminin in-vitro ve in-vivo çalışmalarda uygulanabilirliği bildirilmiştir. Ayrıca Ando ve ark. QLF yönteminin süt dişlerinde de başarı ile kullanılabileceğini belirtmişlerdir (7).

Al Khateeb ve ark. başlangıç düz yüzey lezyonlarında uzun bir dönemde oluşan demineralizasyon ve remineralizasyonun QLF yöntemi ile klinik olarak belirlenebileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, on iki aydan uzun süreli ortodontik tedavi gören hastalarda demineralizasyon odaklarını QLF yöntemi ile belirlemişler, braketlerin çıkarılmasını takiben oral hijyen kontrolünün ve florid uygulamasının önemini belirtmişlerdir (4). Traanaeus ve ark. sadece diş fırçalayan yada fırçalamanın

yanısına florid verniği kullanan aktif çürüklü bireylerin çürük aktivitesini QLF yöntemi ile değerlendirmişler, florid verniği kullanan bireylerdeki değerlerin daha başarılı olduğunu vurgulamışlardır (123). Çalışmalar, QLF yönteminin düz yüzey çürüklerinin saptanmasında kullanılacak güvenilir bir yöntem olduğunu, ancak, diş dokusu üzerindeki tartar ve renklemelerin hatalı değerlerin oluşmasına neden olabildiğini ve ayrıca doğru sonuç elde edilebilmesi açısından ortamın karanlık olması gerektiğini vurgulamaktadır (81).

2.3.2. Dijital Fiber Optik Transilluminasyon Görüntüleme (Digital Imaging Fiber Optic Transillumination)(DI-FOTI)

Fiber optik sistem içerisinde ışık geçişi esasına dayanan dijital görüntüleme yöntemi (Digital Imaging Fiber Optic Transillumination) (DI-FOTI), çürük tanısı amacıyla bilgisayar teknolojisi ile beyaz ışığın avantajlarının birleştirilerek geliştirildiği bir yöntemdir (139). Başlangıç, ilerlemiş ve gizli çürüklerin tanısında kullanılabilecek bir yöntem olarak FDA (Dünya Dişhekimleri Birliği) tarafından onaylanmıştır. Dişlerin okluzal, aproksimal ve düz yüzeylerinden yüksek çözünürlükte dijital görüntülerin oluşturulduğu bu yöntem ile radyolojik ve klinik muayenede saptanamayan çürüklerin tanısı mümkün olmaktadır (109,136).

Cihaz; dişlerin muayenesinin yapıldığı bir el parçası, bu parçaya ışığın sağlandığı ve sistemin bilgisayar bağlantısının yapıldığı ana parça, bilgisayar ve yazılımından meydana gelmektedir. El parçası ucunda yer alan sistem arasına muayene edilecek dişler tutulmakta, diş yüzeyine bir yönden gelen ışık dişin transparan özelliği sayesinde dişin içerisinde geçerek karşı tarafa yansımaktadır. El parçasının ışık veren ucunun karşısında yer alan CCD kamera ile diş içerisinde geçen ışık yüksek çözünürlükte yakalanmakta ve bilgisayar yazılımı ile ekranda görüntülenebilmektedir (138).

DI-FOTI nin çalışma prensipleri: Normal olarak diş minesi transparan özelliği nedeni ile üzerine gelen ışığı yansıtan ve içerisinde geçmesine olanak sağlayan optik bir özelliğe sahiptir. Mine içerisinde yer alan herhangi bir demineralizasyon ya da çürük olayında bu bölgeye gelen ışığın geçişi mümkün olmamakta, gelen ışığın bir kısmı dağılmakta ve bir kısmı da absorbe edilmektedir. DI-FOTI ile yapılan muayenede de bu bölge ekranda çevre dokulardan daha karanlık görülmektedir (58,101).

2.3.3. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Micro Computed Tomography) (μ CT)

Tıp ve dişhekimliğinde gelişmekte olan araştırma alanlarından birisi de tanı amacıyla non-invazif 3 boyutlu analitik tekniklerin hizmete sunulmasıdır. Bunlar; birçok avantajları olan yeni buluşlardır. İlk avantajları tanı amacıyla örnek hazırlaması için gereken ve çok zaman alıcı olan kesit alma işlemi gerektirmediğinden zaman tasarrufu yapılmasıdır. İkinci avantajları ise örneklerin incelenmesi için özel bir boyama yöntemi gerektirmemesi nedeni ile değerlendirilecek bölgelerin boya ve boyama prosedürlerinden etkilenmelerinin önüne geçilmesidir(138). Tüm bu avantajları sunan non-invazif görüntüleme cihazı mikro bilgisayarlı tomografi (μ CT) özellikle in-vitro çürük araştırmalarında bir çok potansiyeli olan bir cihazdır; çünkü görüntü kayıtlarını yüksek çözünürlükte, 3 boyutlu olarak ve örneklerin bozulmasına neden olmadan sağlamaktadır (24,31,65).

μ CT, tıp bilimlerinde yaygın bir şekilde kullanılan komputere tomografi (CT) yönteminin minyatür şeklidir. 1980 li yılların başında küçük örnekler ve materyallerin deneysel olarak araştırılması amacıyla laboratuvar için üretilmiştir ve daha çok trabeküler kemik yapısı ve mineral analizi çalışmalarında kullanılmıştır. μ CT nin genel prensibi obje içinden değişik açılarla geçen X ışınlarının düzlemsel azalma katsayısının bilgisayar programı sayesinde yeniden oluşturulması ve hesaplanması esasına dayanır. Dokular arasındaki düzlemsel azalma katsayısı arasındaki farklar X ışınlarının görüntüde kontrast farkına neden olurlar. Bu da görüntünün sayısal olarak analiz edilebilmesini sağlar (6,26,31).

Boyutunun küçük olması ve yüksek yoğunlukta X ışını gereksinimi nedeniyle μ CT cihazları sadece laboratuvar araştırmalarında kullanılmaktadır. Ancak klinik tanıda kullanılmak üzere bazı dijital hacimsel tomografi cihazları geliştirilmiştir. Ancak bunlardaki görüntü kalitesi ve çözünürlüğü mevcut μ CT cihazlarından çok düşüktür (26).

Günümüzde ticari olarak bulunabilen μ CT cihazları kalitatif analizler ve materyallerin 3 boyutlu değerlendirmelerinin yapıldığı dişhekimliği araştırmalarında kullanılmaktadır. Bunların yanında diş dokularındaki mineral yoğunlukları ile ilgili yapılan bir çalışmada da μ CT cihazı başarıyla test edilmiştir (12,77,130).

2.4. Yapay Çürük Modelleri

Koruyucu dişhekimliğinin günümüzde geldiği en önemli noktalardan birisi de yeni geliştirilen materyallerin sadece çürük dişlerin restorasyonu için değil aynı zamanda restorasyon sonrası da ortaya çıkabilecek olası hasarlardan diş sert dokularının korumasına yardımcı olabilmeleri amacı ile kullanılması olmuştur. Tıp ve dişhekimliği bilimlerinde özellikle materyaller ve prosesleri konusunda geniş fikirler edinebilmek amacıyla birçok simülasyon modelleri kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde de birçok restoratif dişhekimliği materyallerinin özellikle florid salınımı, remineralizasyon kabiliyetleri ve antibakteriyel özelliklerinin test edilmesi amacı ile yapay çürük modelleri kullanılmaktadır (36,100).

Genel anlamda diş çürüğü basit bir kavram olmasına karşın ayrıntıları komplikedir (40). Ağız içerisindeki bakterilerin fermente olabilen karbonhidratları metabolize etmesi sonucunda asetik, laktik ve propiyonik asit gibi organik asit ürünleri meydana gelir. Bu asitlerin mine ya da dentin gibi diş sert dokularına ulaşması sonucu dokunun mineral yapısında bir çözülme olur. Bu demineralizasyon fazı tükürük içerisindeki kalsiyum ve fosfat iyonları, tükürük proteinleri, antibakteriyel ajanlar ve florid iyonları varlığında yavaşlayabilir ya da durabilir. Özellikle ağız içerisinde ve diş yüzeylerinde pH oranının yükselmesi sonucu kalsiyum ve fosfat iyonlarının demineralize alanlardaki kristalit yapıları ile reaksiyona girerek florid iyonları birlikteliğinde bu bölgelere çökmeleri sonucu sınırlı alanda kalmış demineralizasyon bölgeleri tekrar remineralize olabilirler (40,118). Remineralize olmuş bölgelerdeki apatit kristalleri asit ataklarına karşı daha dirençlidirler. Bu aşamada florid iyonlarının çürük korunmasında iki temel avantajı ortaya çıkmaktadır; birincisi demineralizasyon fazını inhibe ederek olası çürük oluşumunun önüne geçmeleri, ikincisi ise remineralizasyon sürecini hızlandırarak yeni oluşan apatit yapının daha stabil ve dirençli olmasına katkıda bulunmalarıdır (120). Remineralizasyon prosesinde tükürüğün önemi de göz ardı edilmemelidir ki, diş macunları, içme suları ve besin ürünlerinden alınan florid iyonları ve tükürük içerisindeki kalsiyum, fosfor iyonlarının demineralize bölgeye taşınması ile remineralizasyon süreci içerisinde anahtar rol oynamaktadır. Bu neden ile herhangi bir şekilde laboratuvar ortamında demineralizasyon ve remineralizasyon araştırması yapmak

amacıyla çürük modeli oluşturulacak ise bu konuya ilişkin tüm bilgiler dikkate alınmalıdır (121).

2.4.1. Asit tamponları kullanılması ile in-vitro demineralizasyon modeli:

Yapay çürük modeli oluşturulmasında en kolay yöntemlerden birisi kalsiyum ve fosfat iyonları içeren asitlenmiş jelatin jeller ve asit tamponlarının kullanılmasıdır. Mine veya diş yüzeyinde oluşturulan küçük pencerelerin ya da küçük kesitlerin günler ve aylar içerisinde bu çözelti içerisinde tutulması ile yapay çürük lezyonları oluşturulabilmekte ve bu lezyonlar histolojik olarak da doğal lezyonlara benzer özellikler sergileyebilmektedir (41,117).

Bu solüsyonlarda önemli olan içerdikleri kalsiyum, fosfat ve florid yoğunluklarının bilinmesi ve pH derecesinin dikkatli bir şekilde ayarlanmasıdır. Asitlendirilmiş ancak içerdikleri iyon oranları bilinmeyen jellerin bu amaçla kullanımı kesinlikle doğru değildir. Asit olarak laktik ya da asetik asit kullanılmasında sakınca yoktur (42). Ancak sitrik ve hidroklorik gibi asitler çürük prosesi açısından bu modelleme yönteminde kullanılamazlar çünkü bu asitler mine içerisine zayıf organik asitlerin penetre olabildiği gibi penetre olamazlar ve sadece yüzeyde madde kaybına neden olan bir demineralizasyon sağlarlar. Solüsyonun pH derecesinin 4,5 ile 5 arasında olması gerekmektedir ve solüsyonun jel halinde olmasının en önemli nedenlerinden birisi içerisinde buldukları kalsiyum ve fosfat iyonlarını bir anda hızlı bir şekilde demineralize alan içerisinde bırakmamalarıdır ki bu durumun remineralizasyon sürecini yavaşlattığı bildirilmektedir (134).

Bu yöntem ile hazırlanmış yapay çürük modellere ilişkin birçok çalışma yayınlanmıştır. Bu çalışmalarda genellikle insan çenesi içerisindeki doğal durumun simülasyonu amacıyla ısıl sikluslar da çalışmaya dahil edilmiştir. Ancak çalışmalarda tükürük komponentinin, remineralizasyon fazının olmayışı, asidin devamlı yenilenmemesi ve materyal yüzeyindeki kalıntıların temizlenmemesi bu yöntem ile yapılan çalışmaların sonucunun güvenilirliği konusunda kuşku uyandırmaktadır; yöntemin diğer büyük bir dezavantajı ise materyal içersinden salınan aşırı floridin diş yüzeyinde birikmesi ile demineralizasyon fazını inhibe edici özelliğinin ortaya çıkmasıdır (30,125).

2.4.2. Bakteriler tarafından üretilen asit ile in-vitro demineralizasyon modeli:

Bu yöntemde dişler, içerisinde fermantasyon sonucu organik asit üretebilen bakteriler bulunan (özellikle *S. Mutans*) kaplar içerisine konurlar. Bu yöntemde inkübasyon döneminde ısısal değişiklikler de uygulanabilir. Ortamdaki kalsiyum, fosfat ve florid iyonlarının kontrol altında olamaması ve pH değerinin yine kontrolsüz bir şekilde düşüşü bu yöntemin sakıncaları arasındadır (108).

2.4.3. pH siklus modeli ile in-vitro demineralizasyon ve remineralizasyon modelleri:

Dental materyalin ya da ürünün içerisindeki floridin etkinliğinin test edildiği çalışmalarda pH siklus modeli başarılı ve güvenilir sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu modellemede simültane olarak demineralizasyon hakkındaki net sonuçlar ve remineralizasyon hakkındaki tüm gelişmeler elde edilebilmektedir. Solüsyonlar düzenli olarak yenilenmekte ve solüsyon içeriklerinin kontrolsüz bir şekilde azalmasının ve sonuçlara yanlış etki etmesinin önüne geçilebilmektedir (108). Bu yöntemin demineralizasyon fazında 4,3 gibi düşük pH derecesinde asetik asit, kalsiyum ve fosfat içeren asit tamponları kullanılmaktadır. Florid seviyesi düşük olmalıdır. Remineralizasyon solüsyonu içerisinde yer alan kalsiyum ve fosfat iyonları ise doğal tükürüğün içerdiği seviyede tutulmalıdır. Demineralizasyon solüsyonları içerisine daldırılan örnekler çalışmanın amaçları ve planlaması doğrultusunda belirli bir süre ile burada tutulurlar, belirli zamanlarda solüsyonlar yenilenir ve farklı iki solüsyon arasında belirli aralıklar ile daldırma işlemi tekrarlanır. pH siklusu şeklinde tanımlanan bu modelleme tekniğinin doğal ortamdaki koşullara benzer sonuçlar vermesi amacı ile, çalışmada kullanılacak dişler çekim sonrasında her ne kadar kısa zaman içerisinde çalışmaya dahil edilecek olursa kapsadıkları florid miktarının fazla değişmemiş olması nedeni ile sonuçlar da o kadar güvenilir olacaktır. Bu yöntemin florid salan materyallerin etkinliğinin değerlendirilmesi amacı ile yapılan çalışmalar için uygun olduğu ancak anti-bakteriyel ajanların etkinliğinin değerlendirilmesi çalışmalarına uygun bir yöntem olmadığı görülmektedir (38,40).

2.4.4. Yapay çene modeli:

Laboratuvar ortamında ağız ortamını simüle edebilecek bazı yapay çene modeli çalışmaları bulunmaktadır. Bu ortamda bakteriler (saf, karışık veya plak ile birlikte),

tükürük (genellikle doğal insan ya da sığırdan elde edilen tükürük), mine ya da diş kökleri, besin ürünleri hareket eden akışkan bir mekanizma içerisinde bulunurlar. Bu ortam içerisinde bulunan tükürüğün yıkama etkisi de göz önünde bulundurulur. Ancak araştırmacıların genel düşüncesi, bu amaçla hazırlanabilecek ve eksiksiz bir şekilde ağız ortamını insitu simüle edebilecek bir sistemin henüz başarısız olduğu ve bu yöntemin başarılmasının da zaman alacağı yönündedir (15,28,71).

2.4.5. İn-vivo hayvan modelleri:

Birçok çürük modellerinde kobay fareler kullanılmıştır ve bu çalışmaların sonuçları insanlarda yapılan materyallerin florid salınımına ilişkin çürük çalışmaları ile de paralel sonuçlar ortaya koymaktadır. Ancak bu yöntemin de kullanılmasında bazı zorluklar bulunmaktadır. Çünkü hayvan çalışmaları pahalı ve zaman alıcıdır ve çalışmada kullanılacak materyallerin mutlaka canlı sağlığı açısından tehdit edici olmadığı daha önceden test edilmiş olmalıdır. Dental materyallerin kobay fare dişlerinde test edilmesindeki diğer bir zorluk ise bu hayvanlara ait dişlerin restorasyon açısından çok küçük olmalarıdır ve kobay farelerinin tükürük özelliklerinin insan tükürük özelliklerinden çok farklı olması elde edilen sonuçların daha dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (17,111).

2.4.6. İnsan çenesinde insitu çalışmalar:

Bu tip çürük modelleme çalışmalarında diş minesi ya da dentin bloklar, kesitler halinde özel dizayn edilmiş protetik parçalar aracılığı ile belirli süreler içerisinde takip edilerek demineralizasyon ve remineralizasyon prosesleri değerlendirilir (43). Sağlam mine ve dentin yapıları bu yöntem ile demineralizasyon açısından değerlendirilebilir iken, kısmen demineralize edilmiş mine ve dentin dokuları remineralizasyon modeli olarak değerlendirilebilir (140). Bunlara ek olarak, dental materyallerin de florid etkinliği, antibakteriyel etkinlik ve ağız ortamlarına uyumunun değerlendirilmeleri açısından da bu yöntemler kullanılabilir. Pahalı, zaman alan ve detaylardaki değişikliklerin sonucu direkt etkileyebildiği bir yöntem olması nedeniyle bu yöntemin sonuçları dikkatlice değerlendirilmelidir (29,140).

2.4.7. Çekimi planlanmış dişlerde yapılan çalışmalar:

Bu çalışmalar doğal demineralizasyon ve remineralizasyon proseslerini en doğru şekilde yansıtan çalışmalardır. Dişler, tükürük ve plak ile tamamen doğal ortamda bulunmaları ve beslenme kontrolünün de sağlanabilmesi amacı ile sonuçları en güvenilir çalışma yöntemidir. Çekimi planlanmış dişlere genellikle ortodontik braketler yapıştirılarak plak birikimi sağlanabilir. Bu yöntemde, florid salan kompozitler, antibakteriyel ajanlar ve florid salan simanlar hızlı ve güvenilir bir şekilde test edilebilirler (76).

2.5. Mine remineralizasyonunda kullanılan materyaller

Ağız ortamının pH değerini düşüren belirli etkenlerin uzun süre devam etmesi karşısında minenin hidroksiapatit yapısında çözümlerin ortaya çıkması, demineralize olması ile çürük olayı meydana gelmektedir. Ağız ortamının pH değerinin tekrar yükselmesi sonucu ortamda bulunan iyonların tekrar mine üzerine çökmesi ile de tekrar mineralizasyon anlamına gelen remineralizasyon olayı gerçekleşmektedir (10,40)

Ağız ortamının pH değerinin yükselmesini sağlayan tüm materyallerin farklı derecelerde remineralizasyon kabiliyetleri olmakla beraber gerek hidroksiapatit yapısı ile hızlı bir reaksiyona girebilmesi ile tükürük içerisindeki kalsiyum ve fosfor iyonlarının çökmesini sağlaması ve gerekse reaksiyon sonucu oluşan fluoro-hidroksiapatit yapısının doğal minedeki hidroksiapatit yapısından çürüğe karşı daha dirençli bir yapıda olması nedenleri ile farklı tiplerdeki florid preparatları remineralizasyon amacı ile günümüze kadar ve günümüzde de en çok kullanılan materyallerdir (1,3,38). Jel, gargara, solüsyon ve diş macunları içerisinde yer alan florid preparatları farklı konsantrasyonlarda farklı endikasyonlar için kullanılmaktadır (116,132).

Yerel uygulamalarda kullanılan ilk florid bileşiği NaF'dir. İlk olarak 1942 yılında %0.1'lik NaF kullanılmıştır. NaF içerikli preparatlar, nötral pH'dadır. Özellikle kompozit, porselen restorasyonu olanlarda ve radyoterapi görenlerde kullanılması gerektiği vurgulanmıştır (54,75).

Kalay florid (SnF_2)'ler ilk kez 1950 yılında ağızda uygulanmış ve 1960 yılından sonra dişhekimliğinde kullanılmaya başlandıkları belirtilmiştir. SnF_2 'in uygulandıktan 30 dakika sonra mine tabakasına penetre olduğu bildirilmiştir. Uygulama sonrası ilk önce

CaF_2 oluşmakta daha sonra ise açığa çıkan fosfatlar diş sararı bazik kalay fosfat ($\text{Sn}_2\text{PO}_4\text{OH}$) ve kalay fluorofosfatı ($\text{Sn}_3\text{F}_3\text{PO}_4$) oluşturmaktadır. Bu bileşikler mine üzerine çökelmekte ve minenin çözünmesine engel olmaktadır. SnF_2 'in stabil bir bileşik olmadığından her hasta için yeni solüsyon hazırlanmasının gerekliliği, hastaları rahatsız eden bir tadı olması ve dişler üzerinde boyanmaya neden olması gibi dezavantajları vardır (54,75).

Amin florid (AmF)'ler 1957'de dişhekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Yüzey aktif özellikleri nedeni ile diş minesine sıkıca bağlanmakta ve CaF_2 tabakasını oluşturmaktadırlar. Ayrıca antibakteriyal özelliğe sahip oldukları belirtilmiştir (54).

Asidule fosfat florid (APF)'ler 1960 yılından sonra kullanılmıştır. Mine yüzeyini asitlemekte, florid ile etkileşime giren Ca iyonlarını ortaya çıkarmakta ve büyük oranda CaF_2 oluşmaktadır (54).

Sodyummonoflorofosfat (Na_2FPO_3)'ın, 1970'li yıllarda diş macunlarının içinde kullanılmaya başlandığı bildirilmektedir. Monoflorofosfatın, içinde yer alan fluor iyonunun kovalent bağa sahip olması nedeni ile diğer topikal ajanlardan farklı kimyasal yapıya sahip olduğu belirtilmektedir. Ağız ortamında hidroliz reaksiyonu ile florid salınımı gerçekleşmekte ve sonuçta fluorapatit oluşmaktadır (39).

Ancak floride ilişkin bazı dezavantajlar ve yanlış kullanımı sonucu patolojik reaksiyonların ortaya çıkması, remineralizasyon amacı ile florid haricinde farklı materyallerin bulunması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır ve dişhekimliği araştırmacıları da bu konuda çalışmalar yapmışlardır (116).

Remineralizasyon amacı ile florid dışında kullanılan diğer bir madde xylitol dür. Beşli karbon grubu içeren xylitol maddesi Streptokokus Mutanslara bağlı bulunan sakkaroz molekülünü tutmakta ve bu şekilde Streptokokus Mutans da xylitol yapısını metabolize edememektedir. Bu nedenle xylitol Streptokokus Mutansın etki mekanizmasını değiştirerek remineralizasyon sürecini dolaylı olarak desteklemektedir. Bu amaçla xylitol içeren sakızlar üretilmesi ve yemeklerden sonra 5-30 dakika çiğnenmesi önerilerek tükürük akış hızının indüklenmesi ile dental plağın asit etkisi azaltılmakta ve yemek sonrası düşen pH değeri tamponlanarak remineralizasyona destek verilmektedir (18,37,114) .

Bakterisit etkili klorheksidin içeren ağız gargaraları, ağız ortamında yüksek oranda bulunan Mutans ve Laktobasillerin sayısını azaltmak amacı ile kullanılan Vankomisin ve Tetrasiklin türü antibiyotik preparatları, tükürük salgı bezlerinin faaliyetini artıran tüm şekerli sakızlar, restoratif materyaller içerisine ilave edilen florid ve antibakteriyel materyaller farklı etki mekanizmaları ile dolaylı ya da direkt olarak remineralizasyon sürecine destek vermek amacı ile kullanılmaktadır (43,113).

Kazeinglikopeptid solüsyonunun bir çürük önleyici solüsyon olduğu ve daha ayrıntılı çalışmalar yapılarak bu maddelerin önümüzdeki yıllarda diş macunu, gargaralar gibi ürünler içerisine ilave edilerek günlük hayatta bu amaçla kullanılabileceği düşünülmektedir (137).

Bu materyallerin yanısıra, nanometrik boyutlarda elde edilen sentetik hidroksiapatit yapılarının da remineralizasyon sürecinde mekanizmaya destek vererek demineralize yapı üzerinde yeni mineralizasyon odaklarını oluşturulabileceği hipotezi ile yeni materyaller üzerinde çalışılmaktadır. Farklı tiplerdeki hidroksiapatit yapıları şimdilik diş macunları içerisine ilave edilerek kullanılmakla beraber, direkt diş üzerine uygulanması sonucu oluşacak etki mekanizmaları henüz araştırma aşamasındadır (135).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Nano-hidroksiapatit esaslı materyallerin mine remineralizasyonu üzerine etkilerinin incelendiği ve farklı remineralizasyon materyallerinin etkileri ile karşılaştırıldığı bu çalışmanın deneysel çalışmaları Münih Ludwig Maximilians Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Çalışmada kullanılan dişler

Çalışmada, 40 adet çürüksüz, gömük olmayan, ortodontik amaçla çekilmiş, 19- 26 yaş arasındaki bireylerin 3. büyük azı dişi kullanıldı. Çekim yapılan tüm bireyler bu dişlerin “Nano-hidroksiapatit esaslı materyallerin mine remineralizasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi” isimli doktora tez çalışmasında kullanılacağına ilişkin bilgilendirildiklerini ve çalışmaya katılmayı kabul ettiklerini belirten , fakülte etik kurulu tarafından onaylanmış bir formu imzaladılar. Çekim sonrası dişlerin üzerindeki organik artıkların temizliği mekanik olarak el aletleri ile yapıldıktan sonra diş yüzeyleri florid içermeyen pomza ve polisaj fırçası ile temizlendi. Diş yüzeyindeki yumuşak doku artıklarının temizliği ve dişlerin polisaj işleminin tamamlanmasından sonra örnekler, içinde distile su bulunan şişelerde oda sıcaklığında bekletildi. Dişler çekimden sonra bir ay içerisinde deneye alındı.

3.2. Yapay çürük oluşturulması

Çalışmada kullanılacak deney dişlerinin vestibül yüzeylerinde 2x3 mm`lik dikdörtgen şeklinde bir alan açıkta kalacak şekilde tüm yüzeyleri tırnak cılası ile kaplandı (Şekil 3-1). Yapay çürük oluşturulabilmesi amacıyla pH siklus modeli kullanıldı. Herbir deney dişi 10ml`lik demineralizasyon solüsyonu (Tablo 3-1) içerisinde 18 saat ve distile suda yıkandıktan sonra 10ml`lik remineralizasyon solüsyonu (Tablo 3-2) içerisinde 6 saat bekletildi. Demineralizasyon çözeltisinin pH`ı 4.0, remineralizasyon çözeltisinin pH`ı 6.85 olarak ayarlandı. Bu işlem 15 gün tekrarlanarak “subsurface lesion” olarak adlandırılan yapay çürük oluşumu sağlandı (Şekil 3-2).



Şekil 3-1: Deneş dişinin 2x3 mm² lik alanının açıkta kalacak şekilde tırnak cilası ile kaplanmış görüntüsü.

Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan demineralizasyon solüsyonu, çözelti içerisinde yer alan materyaller ve miktarları. Art. Nr. D03

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Kalsiyumklorid dihidrat | 1,22 g |
| Sodyumhidrojenfosfat – monohidrat | 1,14 g |
| Sirke asidi 100% | 3,00 g |
| Distile su | ~ 1,00 l |

Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan remineralizasyon solüsyonu, çözelti içerisinde yer alan materyaller ve miktarları. Art. Nr. R03

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Sodyumhidrojenfosfat – monohidrat | 0,275 g |
| Kalsiyumklorid dihidrat | 0,294 g |
| Sodyumfluorid | 0,03 mg |
| Distile su | ~ 1,00 l |



Şekil 3-2: pH siklus yöntemine göre bir siklus döneminde 18 saat süre ile demineralizasyon solüsyonu, 6 saat süre ile remineralizasyon solüsyonu içerisinde bekletilen ve bu işlemin 15 gün tekrarlanması sonucunda deney dişlerinin vestibül yüzeyinde yapay olarak hazırlanan yapay çürük lezyonunun görüntüsü.

3.3. Dişlerin remineralizasyonu

Yapay mine çürüğü içeren 40 adet diş 10'ar dişten oluşan 4 gruba ayrıldı. Birinci gruba Nano-Hidroksiapatit solüsyonu (BASF, Almanya), ikinci gruba Theramed (Schwarzkopf&Henkel, Almanya) üçüncü gruba Oravive (Novamin, Amerika Birleşik Devletleri), dördüncü gruba (Kontrol Grubu) Elmex Aminfluorid (GABA,Almanya) materyalleri uygulandı. Remineralizasyon amacı ile kullanılan bu materyaller Şekil 3-3, içerikleri Tablo 3-3'de görülmektedir.

Remineralizasyon materyalleri dişlere 4 hafta süresince 12 saat ara ile 2'şer dakika diş fırçası (P35, Oral B, Amerika Birleşik Devletleri) ile fırçalanarak uygulandı; dişler deney süresince distile su içerisinde bekletildi(Şekil 3-4).



Şekil 3-3: Çalışmada dişlerin remineralizasyonu amacı ile kullanılan materyaller.

Tablo 3-3: Çalışmada remineralizasyon amacıyla kullanılan materyallerin içerikleri.

| Materyal | Üretici | LOT | İçerik |
|-----------------|---|------------|--|
| Nano-HAP | BASF, Almanya | #HAP1100 | Sentetik nano-hidroksiapatit beyaz renkli solüsyonu. |
| Theramed | Schwarzkopf&Henkel Almanya | #831857 | Nano-hidroksiaptit, sodyumfluorid 1450 ppm F, su, sorbitol, silika, potasyum nitrat, sodyumsülfat, aroma, selüloz sakızı, gliseril sitrat, trisodyum fosfat, sodyum sakkarin, gliserin, propilen glikol, jelatin, sodyum benzoat içerikli beyaz renkli diş macunu. |
| Oravive | Novamin, Amerika Birleşik Devletleri | #80002 | Kalsiyum sodyum fosfosilikat, gliserin, silika, sodyum sülfat, karbomer, titanyum di oksit, aroma içerikli beyaz renkli diş macunu. |
| Elmex | GABA, Almanya | #15000 | Aminfluorid 1400 ppm, su, silika, sorbitol, hidroksietilselüloz, aroma, titanyumdioksit, sakkarin içerikli beyaz renkli diş macunu. |



Şekil 3-4: Deney dişinin 4 hafta süresince remineralize edilmesi sonucu elde edilen görüntüsü.

3.4. Demineralizasyon ve Remineralizasyon bölgelerinin farklı tanı görüntüleme yöntemleri ile incelenmesi

Dişlerin vestibül yüzeylerinde hazırlanan yapay çürük lezyonlarının yapay çürük oluşturulma sonrası ve toplam bir aylık remineralizasyon döneminde her haftaya ilişkin derinliklerinin ve genişliklerinin belirlenebilmesi, remineralizasyon miktarının ortaya çıkarılabilmesi amacı ile QLF, DI-FOTI ve μ CT yöntemleri kullanıldı. Çalışmada kullanılan QLF(I.C. Lercher, Almanya) ve DI-FOTI(EOS Electro-Optical Sciences, Irvington, N.Y, ABD) cihazları Şekil (3-5)-(3-6) de görülmektedir.

Standart siyah bir kutu içerisinde karanlık bir ortamda bulunan QLF ve DI-FOTI cihazları ile her ölçüm döneminde statif kullanarak eşit uzaklıktan diş yüzeylerinin dijital görüntüleri alındı ve bilgisayar programı yardımı ile bilgisayara kaydedildi (Şekil 3-7). QLF ve DI-FOTI den elde edilen dijital görüntülerde farklı uygulama dönemleri arasında ortaya çıkan kontrast farkları görüntüleme analiz programı (3D View, Münih, Almanya) ile sayısal ifadelerle dönüştürüldü (Şekil 3-8).

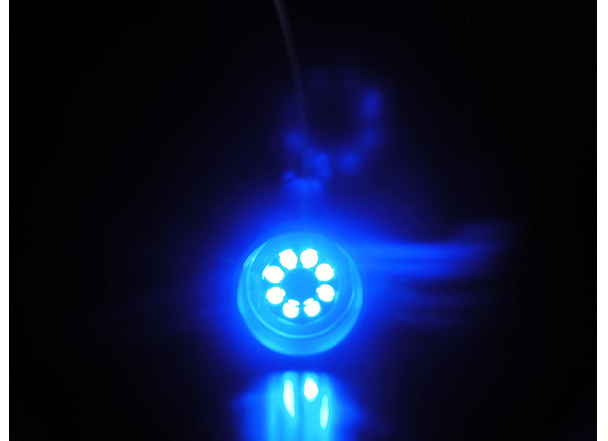
μ CT (40 Scanco, ABD) cihazında mikro bilgisayarlı tomografi yöntemi ile lezyon bölgesini içine alacak şekilde standart olarak her bir deney dişinin 309'ar adet radyografik kesitleri alındı (Şekil 3-9). Bu kesitler bilgisayar ortamına aktarılarak ImageJ isimli program yardımı ile 3 boyutlu bir hale dönüştürüldü ve elde edilen yeni görüntülerdeki ilgili çürük bölgesinin kalınlıkları ölçüldü Şekil 3-(10-14).



A

B

C



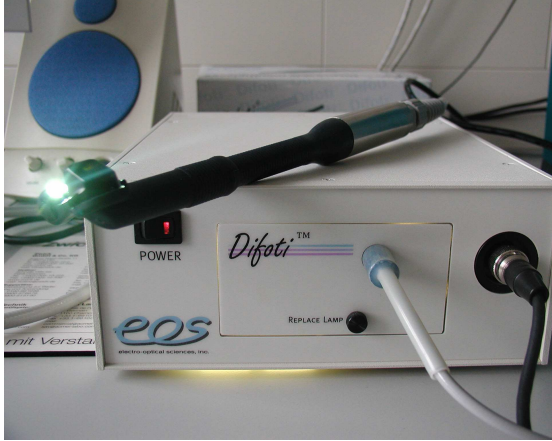
Şekil 3-5: Çalışmada kullanılan QLF cihazı ve bağlı olduğu bilgisayar(A), QLF görüntüsünün alındığı kamera (B) ve kameraya ışık sağlayan 8 adet LED lambası (C).



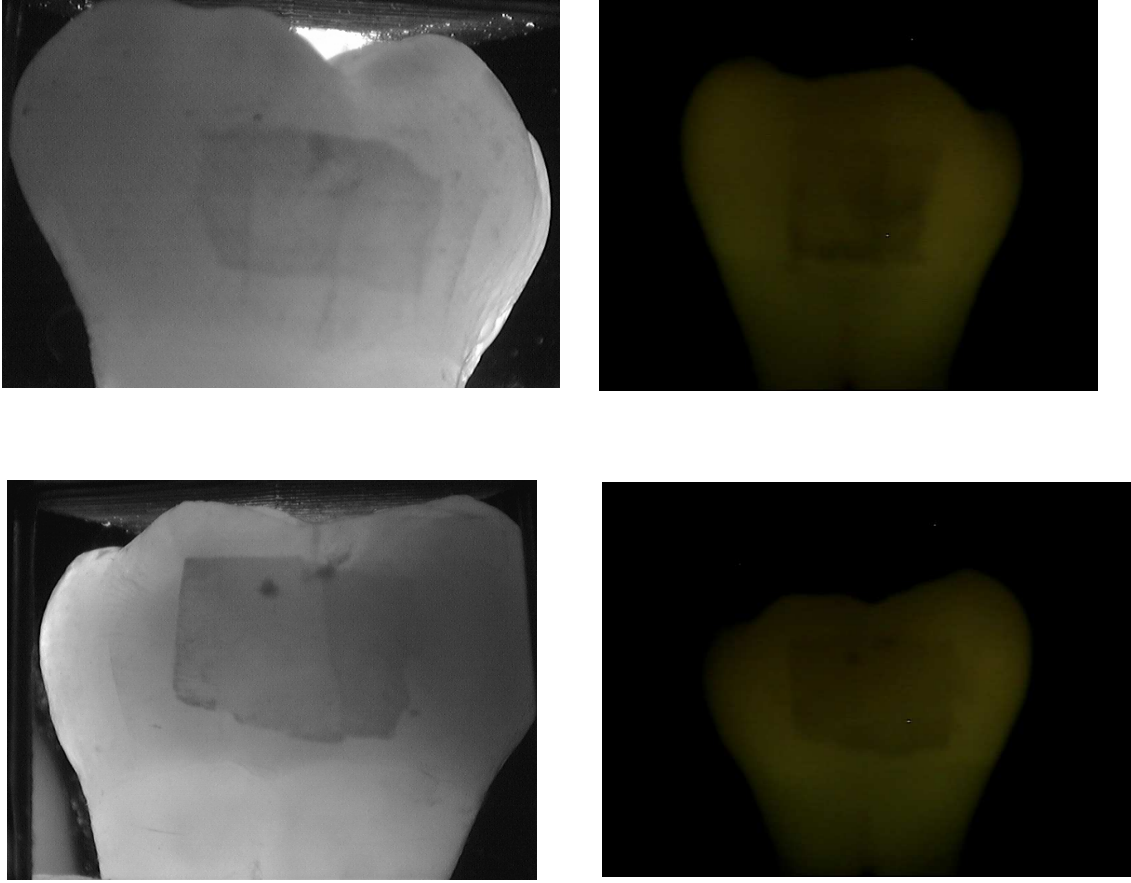
A

B

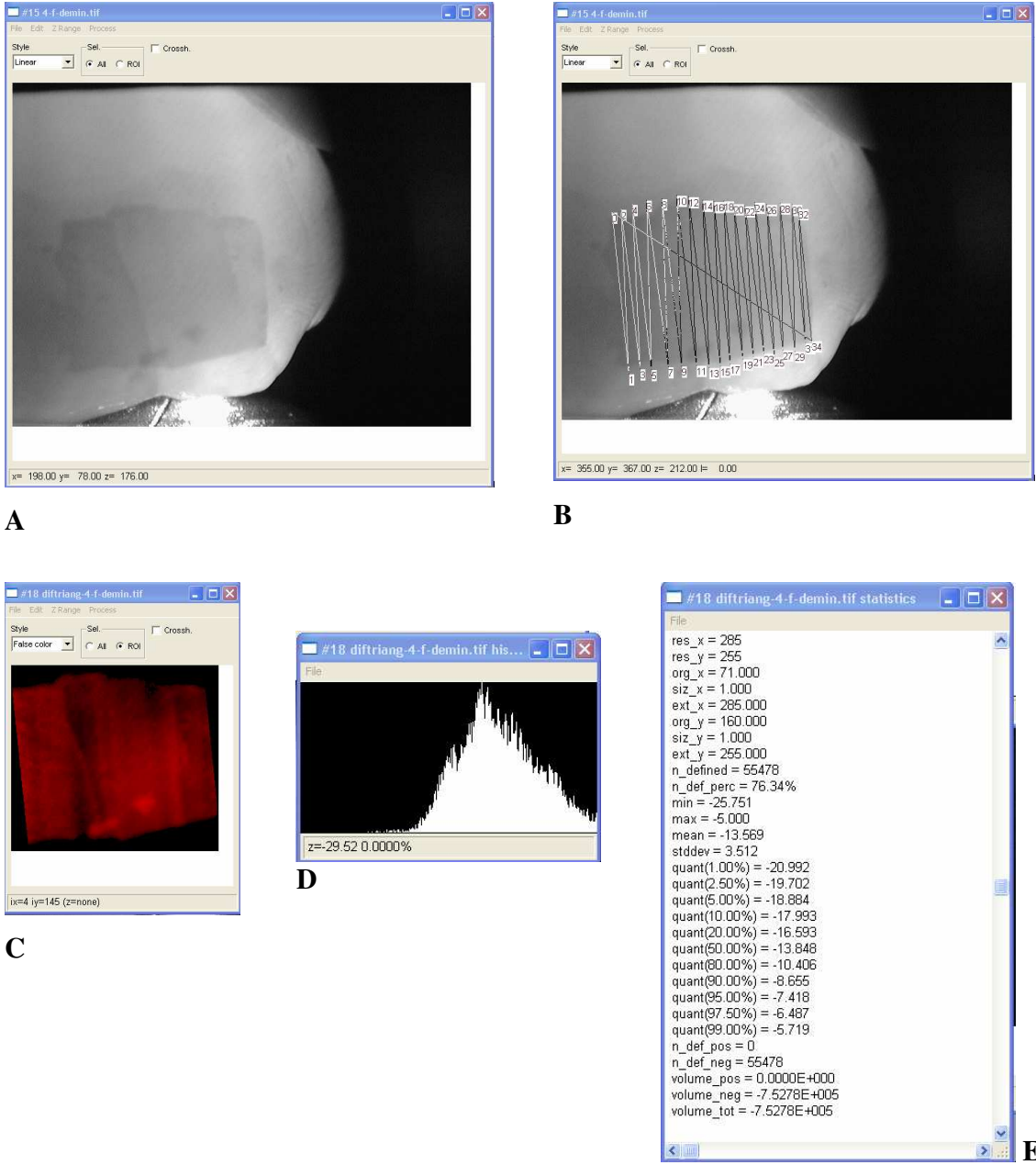
C



Şekil 3-6: Çalışmada kullanılan DI-FOTI cihazı ve bağlı olduğu bilgisayar (A), DI-FOTI cihazı ve kamerası (B) ve DI-FOTI görüntüsünün alındığı kamera (C)



Şekil 3-7: DI-FOTI ve QLF tanı yöntemleri ile yapay çürük bölgesinden alınan dijital görüntüler.



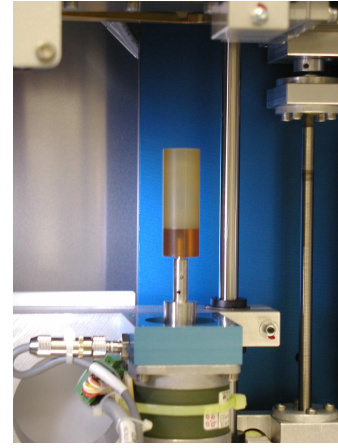
Şekil 3-8: DI-FOTI ve QLF metodu ile elde edilen dijital görüntülerin VIEW 3D programında sayısal bir şekilde analiz edilmesi. Yapay çürük içeren vestibül yüzey (A) ve bu bölgenin taranması (B). Tarama sonucu elde edilen yapay çürük içeren bölge (C), bu alandaki gri renk tonlarının histogramı (D) ve yapay çürük alanının matematiksel olarak ifadesi (E).



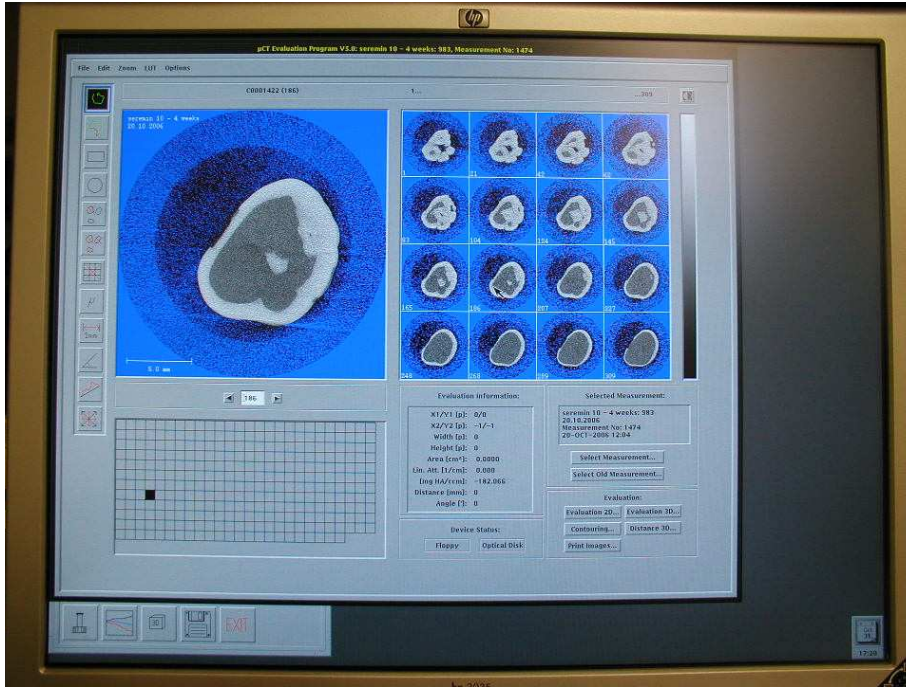
A

B

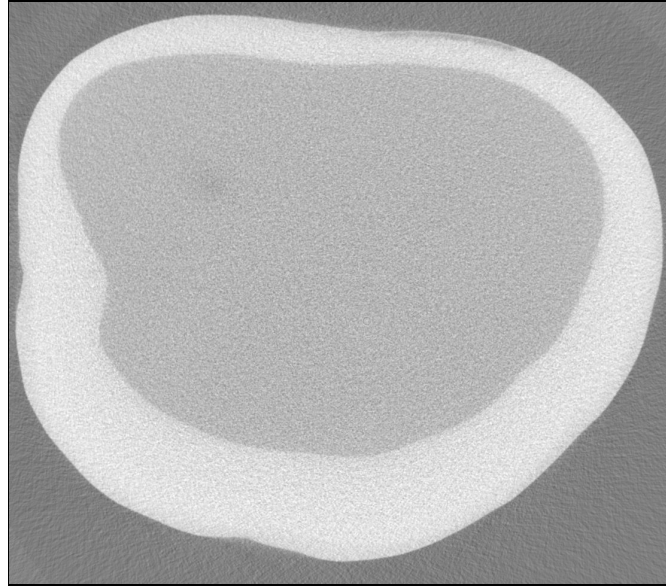
C



Şekil 3-9: Çalışmada kullanılan μ CT 40 cihazı ve alınan tomografik görüntülerin aktarıldığı bilgisayar (A), μ CT cihazına deney materyalinin yerleştirildiği bölüm (B) ve deney dişinin içerisine konulduğu tüp (C).

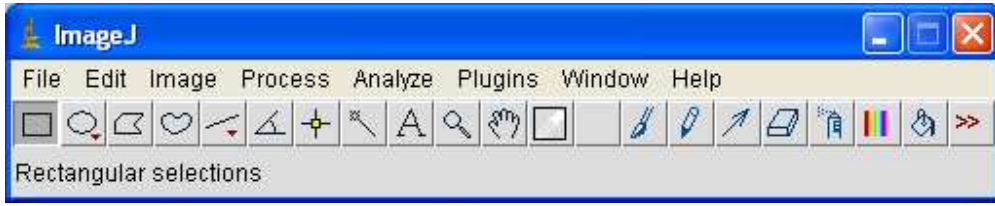


A

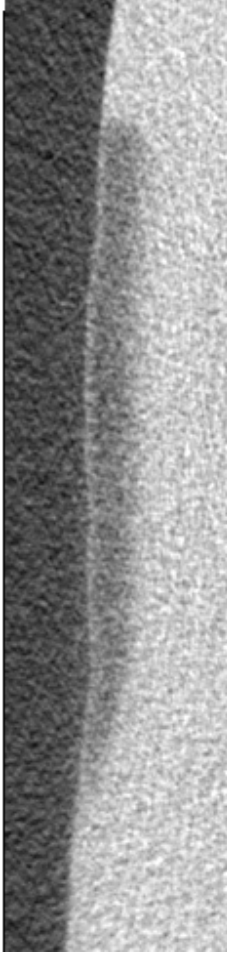


B

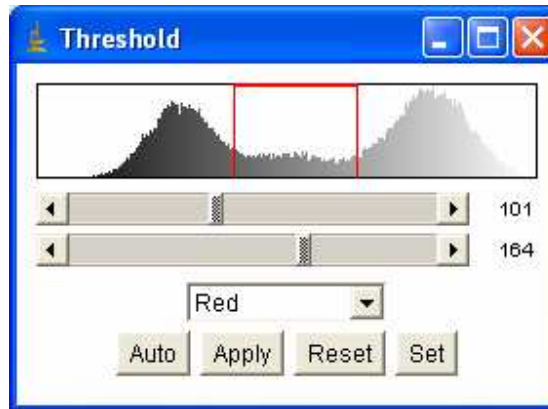
Şekil 3-10: µCT cihazında yapay çürük bölgesinden alınan dijital kesit görüntüleri (A) tek bir kesitin görüntüsü (B).



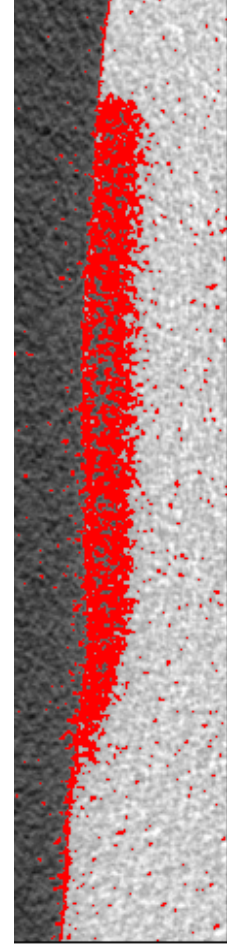
A



B

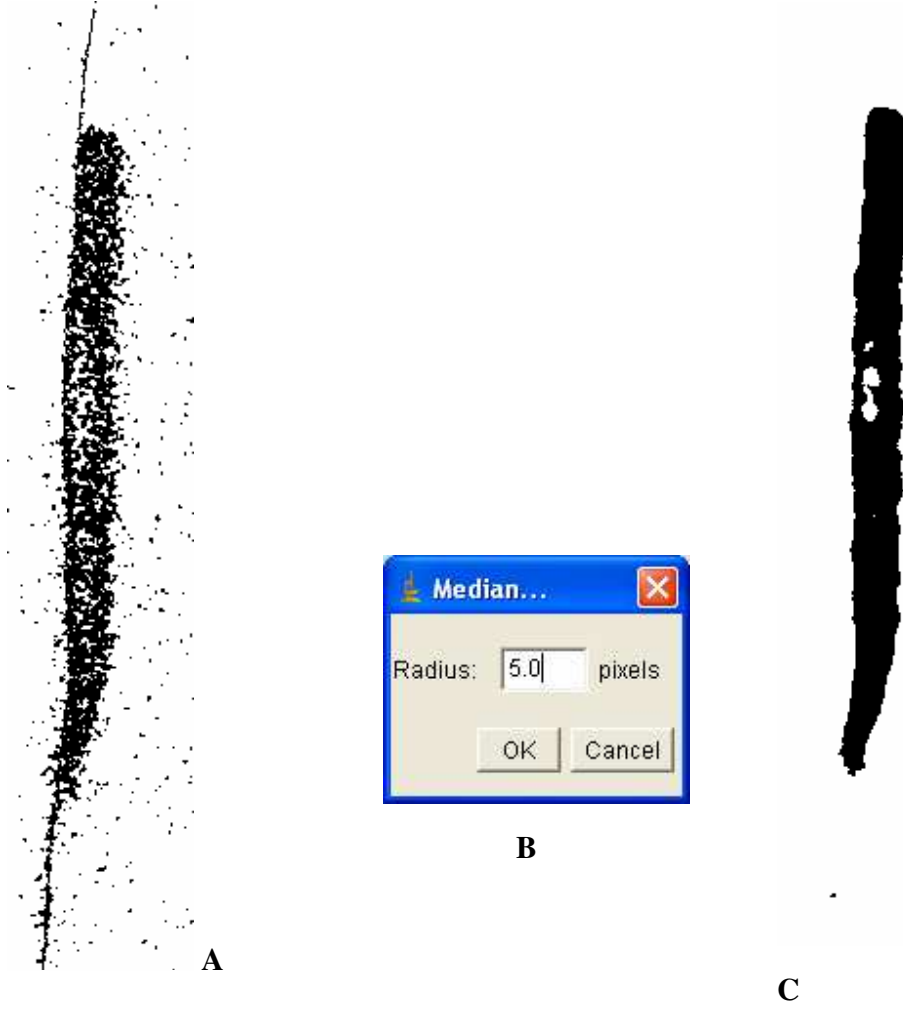


C

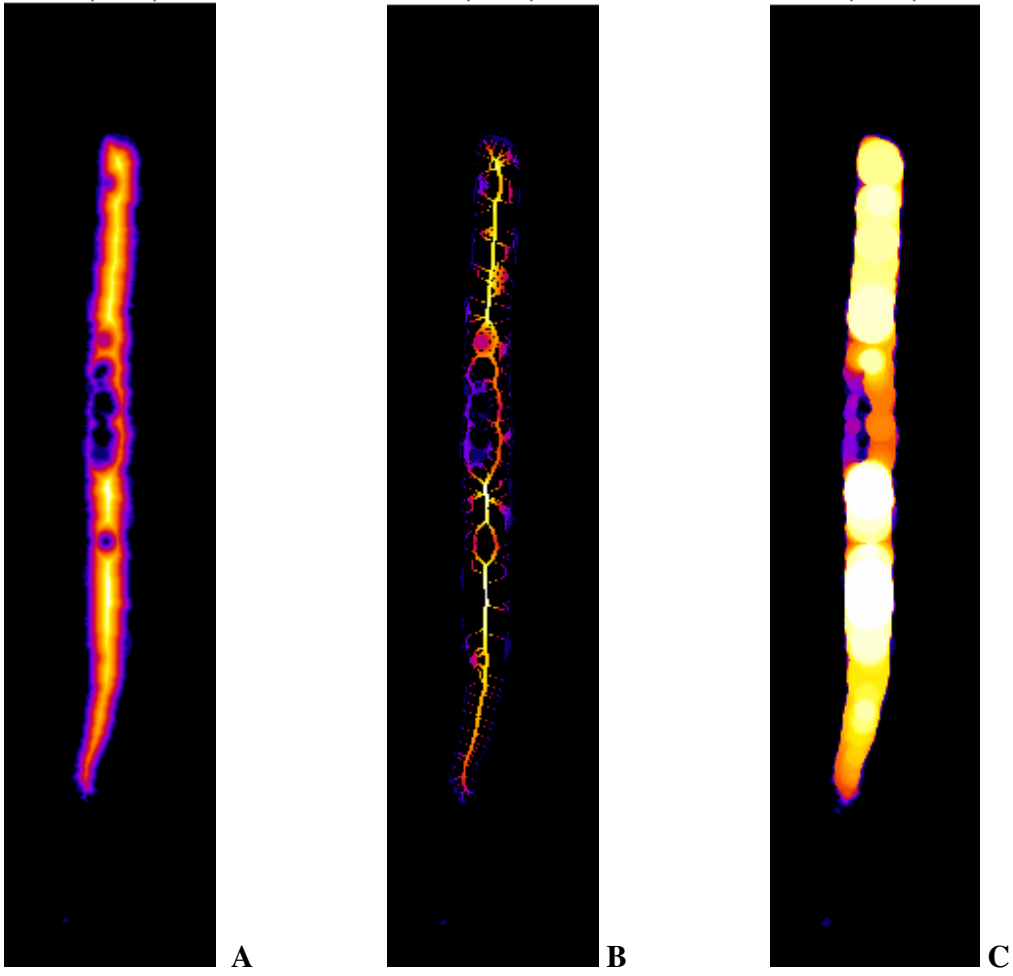


D

Şekil 3-11: μ CT cihazında elde edilen kesitler ImageJ (A) isimli bilgisayar programında analiz edildi. Dijital görüntüdeki (B) çürük bölgesi siyah ile beyaz arasındaki 255 farklı renk arasında programda işaretlendi (C) ve çürük bölgesi tüm kesitlerde çevre dokulardan izole edildi (D).



Şekil 3-12: Tüm kesitlerde tanımlanan çürük bölgesi (A) bilgisayar programında görüntünün netleştirilmesi amacıyla 5.0 oranında *median filter* ile filtrelendi (B), daha net ve kompakt bir çürük yapısı elde edildi (C).



Şekil 3-13: Elde edilen kesitlerin bilgisayar programı yardımıyla tüm bölgelerindeki kalınlıklarının ölçülebilmesi için şekli sınırlandırma (A), sınırlar arası kalınlık bölgelerini işaretleme (B) ve bu işaret bölgelerini ölçme fonksiyonları sırası ile uygulandı (C).

| Name | stddev | Min | Max |
|------------------------------|--------|-----|-------|
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-1 | 3.46 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-2 | 3.48 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-3 | 3.51 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-4 | 3.54 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-5 | 3.57 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-6 | 3.59 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-7 | 3.62 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-8 | 3.64 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-9 | 3.65 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-10 | 3.67 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-11 | 3.67 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-12 | 3.68 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-13 | 3.69 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-14 | 3.69 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-15 | 3.68 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-16 | 3.67 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-17 | 3.66 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-18 | 3.66 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-19 | 3.64 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-20 | 3.63 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-21 | 3.61 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-22 | 3.58 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-23 | 3.56 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-24 | 3.54 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-25 | 3.53 | 0 | 11.70 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-26 | 3.51 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-27 | 3.48 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-28 | 3.46 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-29 | 3.43 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-30 | 3.42 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-31 | 3.40 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-32 | 3.39 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-33 | 3.40 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-34 | 3.40 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-35 | 3.39 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-36 | 3.38 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-37 | 3.37 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-38 | 3.36 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-39 | 3.35 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-40 | 3.34 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-41 | 3.33 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-42 | 3.32 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-43 | 3.30 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-44 | 3.29 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-45 | 3.27 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-46 | 3.26 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-47 | 3.25 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-48 | 3.24 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-49 | 3.23 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-50 | 3.22 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-51 | 3.21 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-52 | 3.20 | 0 | 12.21 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-53 | 3.20 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-54 | 3.19 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-55 | 3.19 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-56 | 3.19 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-57 | 3.19 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-58 | 3.18 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-59 | 3.18 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-60 | 3.17 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-61 | 3.16 | 0 | 11.40 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-62 | 3.16 | 0 | 11.40 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-63 | 3.15 | 0 | 11.40 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-64 | 3.15 | 0 | 11.40 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-65 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-66 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-67 | 3.13 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-68 | 3.13 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-69 | 3.12 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-70 | 3.12 | 0 | 11.58 |

| Name | stddev | Min | Max |
|-------------------------------|--------|-----|-------|
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-71 | 3.13 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-72 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-73 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-74 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-75 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-76 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-77 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-78 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-79 | 3.14 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-80 | 3.15 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-81 | 3.15 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-82 | 3.15 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-83 | 3.16 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-84 | 3.16 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-85 | 3.16 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-86 | 3.16 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-87 | 3.17 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-88 | 3.18 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-89 | 3.19 | 0 | 11.22 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-90 | 3.20 | 0 | 11.22 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-91 | 3.21 | 0 | 11.36 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-92 | 3.21 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-93 | 3.22 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-94 | 3.22 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-95 | 3.23 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-96 | 3.25 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-97 | 3.26 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-98 | 3.26 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-99 | 3.27 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-100 | 3.27 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-101 | 3.27 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-102 | 3.28 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-103 | 3.28 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-104 | 3.29 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-105 | 3.30 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-106 | 3.31 | 0 | 11.45 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-107 | 3.31 | 0 | 11.58 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-108 | 3.32 | 0 | 11.75 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-109 | 3.33 | 0 | 11.75 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-110 | 3.33 | 0 | 11.75 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-111 | 3.32 | 0 | 11.83 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-112 | 3.32 | 0 | 11.83 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-113 | 3.32 | 0 | 11.83 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-114 | 3.31 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-115 | 3.30 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-116 | 3.30 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-117 | 3.31 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-118 | 3.31 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-119 | 3.32 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-120 | 3.34 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-121 | 3.36 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-122 | 3.38 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-123 | 3.41 | 0 | 11.87 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-124 | 3.43 | 0 | 12.04 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-125 | 3.46 | 0 | 12.04 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-126 | 3.48 | 0 | 12.04 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-127 | 3.49 | 0 | 12.08 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-128 | 3.50 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-129 | 3.52 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-130 | 3.55 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-131 | 3.57 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-132 | 3.59 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-133 | 3.61 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-134 | 3.62 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-135 | 3.62 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-136 | 3.63 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-137 | 3.63 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-138 | 3.64 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-139 | 3.64 | 0 | 12.12 |
| C0000846-LEDT_DR_LT...tif-140 | 3.64 | 0 | 12.12 |

Şekil 3-14: ImageJ programı ile tüm kesitlerde her bir lezyon kalınlığının en az, en yüksek ve standart sapma değerleri hesaplandı.

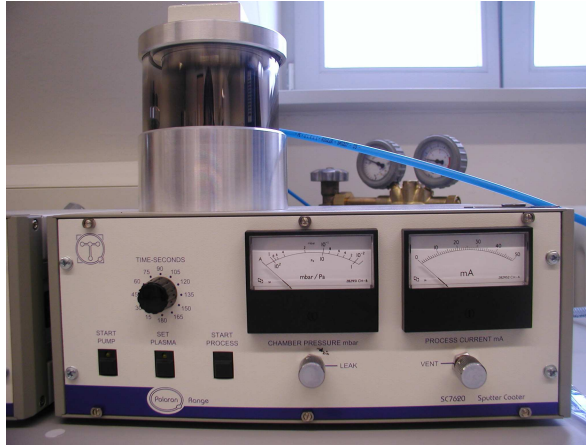
3.5. Remineralizasyon bölgesinin taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmesi

Remineralizasyonu sağlanmış dişlerin vestibül yüzeyleri ve dikey kesitlerinden hazırlanan preparatlarda remineralizasyonu sağlanan mine yüzeyleri alan emisyon taramalı elektron mikroskobu (Field-Emission Scanning Electron Microscope)(FE-SEM) (Zeiss, Supra 55V, Almanya) ile incelendi (Şekil 3-15).

Örnekler FE-SEM de incelenmesi amacı ile %50, %75, %87,5 ve % 94 oranlarında alkol içeren Etanol sıvısı içerisinde sırasıyla 15'er dakika, daha sonra %97'lik Etanol solüsyonu içerisinde bir saat ve Hexametildisilazan (HMDS) solüsyonunda 5 dakika bekletilerek dehidratasyonları tamamlandı. Örnekler 1 dakikalık bir sürede 15 nm kalınlıkta altın ile kaplandı (Edwards S150B Sputter Coater, Edwards High Vacuum, Manor Royal, Crawley, UK). Deney dişlerinin altın kaplama işlemi 5x10 milibar basınç ve 10 miliamper elektrik voltajında tamamlandı. Altın ile kaplanmış örnekler FE-SEM de 5kV de 14-15 lik çalışma mesafesinde incelendi, dijital görüntüleri alındı ve morfolojik olarak değerlendirildi.



A



B

Şekil 3-15: Çalışmada kullanılan FE-SEM cihazı (A) ve materyallere altın kaplama işleminin yapıldığı cihaz (B).

3.6. Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Remineralizasyon materyalleri gruplarında QLF, DIFOTI, μ CT ölçümleri sonucu elde edilen haftalık sayısal verilerin sırası ile ortalama-standart sapma, $\Delta_{QLF}-\Delta_{QLF}\%$, $\Delta_{DIFOTI}-\Delta_{DIFOTI}\%$, $\Delta_{\mu CT}-\Delta_{\mu CT}\%$ değerleri hesaplandı. QLF, DIFOTI, μ CT yöntemleri ile demineralizasyon sırasında ve remineralizasyonun belirli dönemlerinde saptanan değerler arasındaki fark Δ_{QLF} , Δ_{DIFOTI} , $\Delta_{\mu CT}$ değerleri ile, bu değerlerin % olarak ifadesi ise $\Delta_{QLF}\%$, $\Delta_{DIFOTI}\%$, $\Delta_{\mu CT}\%$ olarak belirtildi.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS v10 (SPSS/PC+v10, Chicago, IL,Amerika Birleşik Devletleri) bilgisayar programı kullanılarak yapıldı.

Çalışmada kullanılan farklı remineralizasyon materyallerinin etkilerinin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında One-way ANOVA ve post-hoc TUKEY çoklu karşılaştırma testi kullanıldı; istatistiksel analiz sırasında anlamlılık sınırı $p=0,05$ ve güvenilirlik sınırı 0,95 olarak sabit tutuldu.

Çalışmada QLF, DI-FOTI ve μ CT ölçümlerinden elde edilen bulgular arasındaki ilişki Pearson Korelasyon testi ile belirlendi.

4. BULGULAR

4.1. Remineralizasyon materyallerinin QLF ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular

Dişlerin vestibül yüzeylerinde oluşturulan yapay çürüklerin farklı materyaller ile remineralizasyonunun başlangıç aşamasında ve bir aylık dönem içerisinde QLF yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular Tablo 4-1, bu bulguların ortalama ve standart sapma, Δ_{QLF} , $\Delta_{QLF}\%$ değerleri ve istatistiksel analiz bulguları Tablo 4-2 ve Şekil 4-1 de gösterilmektedir.

4.1.1. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında elde edilen bulgular

4.1.1.1. Hidroksiapatit-QLF grubunda elde edilen bulgular

Hidroksiapatit grubunda QLF ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -27.54±13.9, 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -22.05±13.5, -21.52±10.5, -21.93±12.6, -20.76±10.5 olarak saptandı.

Hidroksiapatit materyali grubunda Δ_{QLF} değerleri 1. haftada 5.49, 2. haftada 6.02, 3.haftada 5.61 ve 4. haftada 6.78 olarak bulundu.

$\Delta_{QLF}\%$ değerleri 1. hafta %19.94, 2. hafta %21.87, 3. hafta %20.38 ve 4. hafta %24.63 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1. hafta, 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar($p=0.048,p=0.046,p=0.043,p=0.030$) ($p<0.05$) saptandı.1.hafta bulguları ve 4.hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.049$) ($p<0,05$) belirlendi. 1. hafta bulguları ile 2. ve 3. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=1.000,p=1.000,$) ($p>0.05$) bulunmadı. 2. hafta ve 3. hafta bulguları arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı ($p=1.000$) ($p>0.05$) belirlendi.2. ve 4. hafta bulguları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu($p=0.049$)($p<0.05$) bulundu. 3. ve 4. hafta bulguları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.049$)($p<0.05$) saptandı.

4.1.1.2. Theramed-QLF grubunda elde edilen bulgular

Theramed grubunda QLF ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -22.79 ± 7.2 , 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -19.43 ± 14.8 , -19.90 ± 3.7 , -19.04 ± 2.3 , -18.61 ± 3.0 olarak belirlendi.

Theramed materyali grubunda Δ_{QLF} değerleri 1. haftada 3.36, 2. haftada 2.89, 3.haftada 3.75 ve 4. haftada 4.18 olarak bulundu.

Δ_{QLF} değerleri yüzde cinsinden hesaplandığında, 1. hafta %14.74, 2. hafta %12.68, 3. hafta %16.46 ve 4. hafta %18.35 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1. hafta ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.044$, $p=0.030$) ($p<0.05$) saptandı. Yapay çürük bulguları ile 2. ve 3. hafta bulguları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.418$, $p=0.391$) ($p>0.05$) bulundu. 1.hafta bulguları ve 4.hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.049$) ($p<0,05$) saptandı. 1. hafta bulguları ile 2. ve 3. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=1.000$, $p=1.000$) ($p>0.05$) bulunmadı. 2. hafta ve 3. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.999$) ($p>0.05$) belirlenmedi. 2. ve 4. hafta bulguları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.047$) ($p<0.05$) bulundu. 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.049$) ($p<0.05$) saptandı.

4.1.1.3. Oravive-QLF grubunda elde edilen bulgular

Oravive grubunda QLF ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -29.50 ± 8.9 , 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -27.92 ± 8.7 , -27.62 ± 8.4 , -26.07 ± 6.2 , -25.02 ± 6.1 olarak saptandı.

Oravive materyali grubunda Δ_{QLF} değerleri 1. haftada 1.59, 2. haftada 1.89, 3.haftada 3.43 ve 4. haftada 4.48 olarak bulundu.

Δ_{QLF} % değerleri 1. hafta %5.39, ikinci hafta %6.39, üçüncü hafta %11.63 ve dördüncü hafta %15.19 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1.,2.,3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.049,p=0.045,p=0.041,p=0.038$) ($p<0.05$) saptandı. 1.hafta bulguları ile 3. ve 4.hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.047,p=0.043$) ($p<0,05$) bulundu.1. hafta bulguları ile 2. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=1.000$) ($p>0.05$) belirlenmedi. 2. hafta ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.046,p=0.044$) ($p<0.05$) bulundu. 3. ve 4. hafta bulguları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.049$)($p<0.05$) saptandı.

4.1.1.4. Elmex-QLF grubunda elde edilen bulgular

Elmex grubunda QLF ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -25.48 ± 20.4 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -24.09 ± 6.5 , -18.13 ± 15.8 , -17.01 ± 3.9 , -15.21 ± 3.4 olarak saptandı.

Elmex materyali grubunda Δ_{QLF} değerleri 1. haftada 1.39, 2. haftada 7.35, 3.haftada 8.47 ve 4. haftada 10.27 olarak bulundu.

Δ_{QLF} % değerleri 1. hafta %5.45, ikinci hafta %28.84, üçüncü hafta %33.23 ve dördüncü hafta %40.31 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1.,2.,3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.049,p=0.046,p=0.042,p=0.033$) ($p<0.05$) saptandı. 1.hafta bulguları ile 2., 3. ve 4.hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.036$, $p=0.039,p=0.042$) ($p<0,05$) bulundu. 2. hafta ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.045,p=0.043$) ($p<0.05$) belirlendi. 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.049$) ($p<0.05$) saptandı.

4.1.2. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında saptanan haftalık bulguların karşılaştırılması

4.1.2.1. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 1.haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Oravive, Elmex gruplarında 1. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.046,p=0.049$) ($p<0.05$) saptandı.

Hidroksiapatit ve Theramed grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.955$)($p>0.05$) bulundu. Theramed ile Oravive, Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.041, p=0.047$) ($p<0.05$) belirlendi. Oravive ve Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.876$)($p>0.05$) bulunmadı.

4.1.2.2. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 2. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive gruplarında 2. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.048, p=0.045$) ($p<0.05$) saptandı. Hidroksiapatit ve Elmex grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.899$)($p>0.05$) bulundu. Theramed ve Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.049$) ($p<0.05$) belirlendi. Theramed ve Oravive grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p=0.370$) ($p>0.05$) saptandı. Oravive ve Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.042$)($p<0.05$) bulundu.

4.1.2.3. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 3. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Oravive, Elmex gruplarında 3. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.045, p=0.041$) ($p<0.05$) saptandı. Hidroksiapatit ve Theramed arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.817$)($p>0.05$) bulundu. Theramed ile Oravive, Elmex arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.036, p=0.049$) ($p<0.05$) saptandı. Oravive ve Elmex arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.044$)($p<0.05$) belirlendi.

4.1.2.4. Remineralizasyon materyalleri-QLF gruplarında 4. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

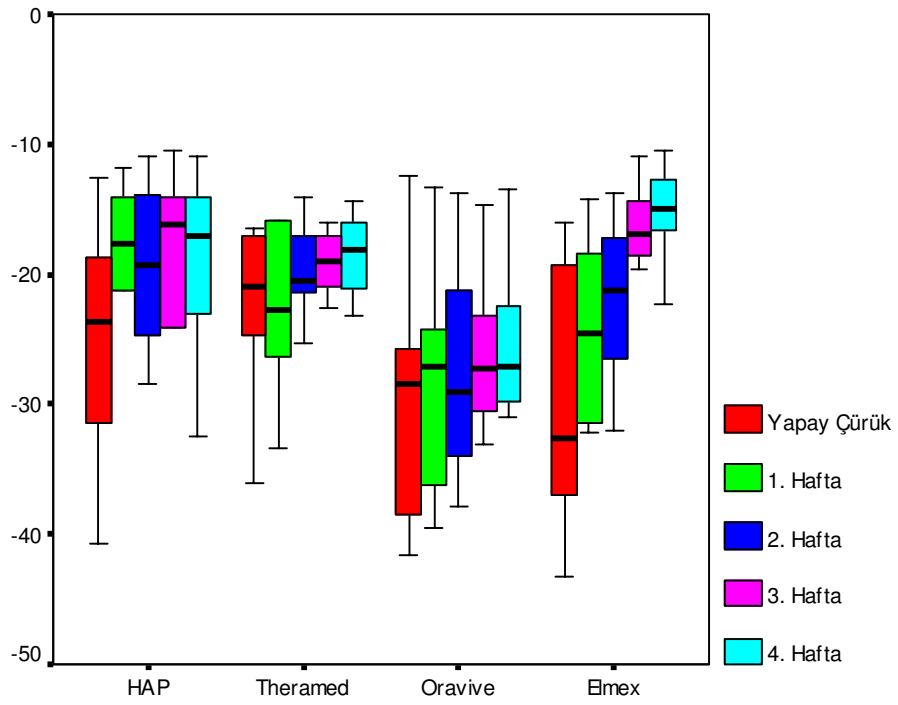
Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive, Elmex gruplarında 4. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olmadığı ($p=0.880, p=0.465, p=0.261$) ($p>0.05$) saptandı. Theramed ile Oravive, Elmex arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.139, p=0.648$) ($p>0.05$) bulunmadı. Oravive ve Elmex arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.009$)($p<0.05$) belirlendi.

Tablo 4-1: Yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde farklı remineralizasyon materyalleri uygulanan deney dişlerinde QLF yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulguları.

| Materyaller | Yapay Çürük | 1. Hafta | 2. Hafta | 3. Hafta | 4. Hafta |
|-----------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Hidroksiapatit | -60,15 | -55,71 | -28,47 | -41,29 | -32,46 |
| | -40,74 | -34,33 | -47,16 | -47,65 | -45,18 |
| | -21,07 | -18,37 | -13,86 | -14,94 | -14,12 |
| | -18,70 | -13,76 | -21,98 | -20,64 | -17,13 |
| | -25,91 | -14,07 | -13,26 | -13,88 | -14,78 |
| | -31,39 | -14,01 | -24,64 | -24,12 | -23,11 |
| | -12,64 | -11,86 | -10,90 | -10,43 | -10,97 |
| | -24,16 | -20,17 | -18,41 | -16,23 | -17,11 |
| | -23,04 | -21,29 | -20,19 | -16,06 | -19,00 |
| -17,63 | -16,94 | -16,32 | -14,05 | -13,72 | |
| Theramed | -16,89 | -15,89 | -14,56 | -19,57 | -15,27 |
| | -24,65 | -26,33 | -21,41 | -21,02 | -20,75 |
| | -34,56 | -32,43 | -24,39 | -21,39 | -23,16 |
| | -20,64 | -24,00 | -20,18 | -17,17 | -21,85 |
| | -36,03 | -33,34 | -25,25 | -22,55 | -17,14 |
| | -17,04 | -22,73 | -20,94 | -18,47 | -17,95 |
| | -17,13 | -22,80 | -20,12 | -17,02 | -18,38 |
| | -21,13 | -20,18 | -20,91 | -16,84 | -21,16 |
| | -16,41 | -15,87 | -14,13 | -15,96 | -14,41 |
| -23,45 | -19,23 | -17,14 | -20,42 | -16,03 | |
| Oravive | -21,53 | -25,44 | -21,25 | -23,15 | -22,49 |
| | -12,42 | -13,30 | -13,75 | -16,56 | -15,89 |
| | -39,07 | -39,54 | -37,83 | -33,11 | -28,41 |
| | -25,78 | -15,99 | -15,93 | -14,62 | -13,53 |
| | -41,69 | -36,86 | -36,41 | -30,50 | -30,95 |
| | -33,29 | -33,21 | -29,85 | -27,41 | -27,21 |
| | -29,28 | -27,16 | -25,88 | -27,11 | -26,85 |
| | -25,94 | -24,28 | -28,15 | -26,41 | -24,19 |
| | -38,42 | -36,19 | -33,17 | -30,15 | -29,86 |
| -27,62 | -27,18 | -33,97 | -31,70 | -30,85 | |
| Elmex | -19,35 | -14,18 | -13,73 | -10,93 | -10,45 |
| | -36,96 | -22,87 | -26,53 | -17,17 | -15,23 |
| | -30,45 | -26,09 | -23,73 | -18,62 | -16,65 |
| | -42,38 | -31,39 | -30,60 | -25,28 | -22,32 |
| | -15,97 | -18,39 | -18,34 | -19,61 | -16,35 |
| | -34,78 | -31,74 | -23,53 | -12,98 | -11,57 |
| | -26,41 | -17,96 | -19,12 | -14,43 | -12,73 |
| | -23,18 | -19,72 | -17,25 | -16,41 | -14,32 |
| | -43,23 | -26,41 | -23,53 | -16,54 | -17,76 |
| -34,94 | -32,18 | -32,03 | -18,17 | -14,74 | |

Tablo 4-2: Remineralizasyon materyalleri gruplarında yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde QLF yöntemi ile elde edilen bulguların ortalama-standart sapma, Δ , Δ % değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları. (Tablodaki harfler arasındaki farklılıklar $p<0.05$ aralığındaki anlamlı farklılığı belirtmekte; küçük harfler haftalar, büyük harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir).

| Gruplar | | Yapay Çürük | 1 Hafta | 2 Hafta | 3 Hafta | 4 Hafta |
|----------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| Hidroksiapatit | QLF | -27.54 ± 13.9^a | -22.05 ± 13.5^b | -21.52 ± 10.5^b | -21.93 ± 12.6^b | -20.76 ± 10.5^c |
| | Δ_{QLF} | | 5.49 | 6.02 | 5.61 | 6.78 |
| | Δ_{QLF} % | | %19.94 A | %21.87 A | %20.38 A | %24.63 A,B |
| Theramed | QLF | -22.79 ± 7.2^a | -19.43 ± 14.8^b | $-19.90 \pm 3.7^{b,a}$ | $-19.04 \pm 2.3^{b,a}$ | -18.61 ± 3.0^c |
| | Δ_{QLF} | | 3.36 | 2.89 | 3.75 | 4.18 |
| | Δ_{QLF} % | | %14.74 A | %12.68 B | %16.46 A | %18.35 A,B |
| Oravive | QLF | -29.50 ± 8.9^a | -27.92 ± 8.7^b | -27.62 ± 8.4^b | -26.07 ± 6.2^c | -25.02 ± 6.1^d |
| | Δ_{QLF} | | 1.59 | 1.89 | 3.43 | 4.48 |
| | Δ_{QLF} % | | %5.39 B | %6.39 B | %11.63 B | %15.19 A |
| Elmex | QLF | -25.48 ± 20.4^a | -24.09 ± 6.5^b | -18.13 ± 15.8^c | -17.01 ± 3.9^d | -15.21 ± 3.4^e |
| | Δ_{QLF} | | 1.39 | 7.35 | 8.47 | 10.27 |
| | Δ_{QLF} % | | %5.45 B | %28.84 A | %33.23 C | %40.31 B |



Şekil 4-1:Remineralizasyon materyalleri gruplarında QLF yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulgularının ortalama ve standart sapma değerlerine ilişkin analitik grafiği.

4.2. Remineralizasyon materyallerinin DI-FOTI ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular

Dişlerin vestibül yüzeylerinde oluşturulan yapay çürüklerin farklı materyaller ile remineralizasyonunun başlangıç aşamasında ve bir aylık dönem içerisinde DI-FOTI yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular Tablo 4-3, bu bulguların ortalama ve standart sapma, Δ_{DIFOTI} , $\Delta_{DIFOTI} \%$ değerleri ve istatistiksel analiz bulguları Tablo 4-4 ve Şekil 4-2’de gösterilmektedir.

4.2.1. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında elde edilen bulgular

4.2.1.1. Hidroksiapatit-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular

Hidroksiapatit grubunda DI-FOTI ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -19.13±8.9, 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -14.09±5.8, -12.48±4.8, -11.28±1.0, -11.93±1.4 olarak saptandı.

Hidroksiapatit materyali grubunda Δ_{DIFOTI} değerleri 1. haftada 5.04, 2. haftada 6.65, 3.haftada 6.85 ve 4. haftada 7.20 olarak bulundu.

$\Delta_{DIFOTI} \%$ değerleri hesaplandığında, 1. hafta %26.33, ikinci hafta %34.76, üçüncü hafta % 35.81 ve dördüncü hafta % 37.65 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1., 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0,022$; $p=0.047$; $p=0.042$; $p=0.029$) ($p<0,05$) saptandı. 1. hafta bulguları ve 3., ve 4. hafta bulguları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.049$, $p=0.048$) ($p<0,05$) olduğu belirlendi. 1. hafta bulguları ile 2. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p=0.459$) ($p>0.05$) bulundu. 2. hafta bulguları ile 3. ve 4. hafta bulguları arasındaki farklılıkların ise anlamlı olmadığı ($p=1.000$; $p=0.999$) ($p>0,05$) saptandı. 3.hafta ve 4. hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ($p=1.000$) ($p>0.05$) bulundu.

4.2.1.2. Theramed-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular;

Theramed grubunda DI-FOTI ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -15.81±2.8, 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -13.98±3.0, -12.12±3.1, -12.88±2.1, -12.53±1.4 olarak belirlendi.

Theramed materyali grubunda Δ_{DIFOTI} değerleri 1. haftada 1.82, 2. haftada 3.68, 3.haftada 2.93 ve 4. haftada 3.28 olarak bulundu.

Δ_{DIFOTI} % değerleri hesaplandığında, 1. hafta %11.54, ikinci hafta %23.29, üçüncü hafta % 18.51 ve dördüncü hafta % 20.73 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği saptandı.

Yapay çürük bulguları ile 1., 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0,045$; $p=0.020$; $p=0.048$; $p=0.048$) ($p<0,05$) bulundu. 1. hafta bulguları ve 2., 3., ve 4. hafta bulguları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.494$, $p=0.472$, $p=0.413$) ($p<0,05$) olmadığı saptandı. 2. hafta bulguları ile 3. ve 4. hafta arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.964$, $p=0.997$) ($p>0.05$) bulundu. 3.hafta ve 4. hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ($p=0.998$) ($p>0.05$) belirlendi.

4.2.1.3. Oravive-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular;

Oravive grubunda DI-FOTI ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -14.31±2.3, 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -11.67±3.1, -11.57±3.6, -11.99±2.8, -11.57±2.2 olarak bulundu.

Oravive materyali grubunda Δ_{DIFOTI} değerleri 1. haftada 2.63, 2. haftada 2.74, 3.haftada 2.32 ve 4. haftada 2.73 olarak belirlendi.

Δ_{DIFOTI} % değerleri 1. hafta %18.41, ikinci hafta %19.14, üçüncü hafta % 16.21 ve dördüncü hafta % 19.11 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği saptandı.

Yapay çürük bulguları ile 1. 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.026$, $p=0.022$, $p=0.039$, $p=0.021$) ($p<0.05$) bulundu. 1.hafta bulguları ile 2., 3. ve 4.hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar

($p=1.000, p=0.999, p=1.000$) ($p>0,05$) saptanmadı. 2. hafta bulguları ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.997, p=1.000$) ($p>0,05$) bulunmadı. 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.997$) ($p>0,05$) saptanmadı.

4.2.1.4. Elmex-DIFOTI grubunda elde edilen bulgular

Elmex grubunda DI-FOTI ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri -17.10 ± 6.8 , 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile -15.76 ± 5.3 , -15.13 ± 4.8 , -13.72 ± 4.4 , -10.84 ± 4.0 olarak saptandı ($p<0,05$).

Elmex materyali grubunda Δ_{DIFOTI} değerleri 1. haftada 1.34, 2. haftada 1.98, 3. haftada 3.38 ve 4. haftada 6.26 olarak bulundu.

Δ_{DIFOTI} %değerleri 1. hafta %7.82, ikinci hafta %11.55, üçüncü hafta %19.75 ve dördüncü hafta %36.59 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1., 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.049, p=0.048, p=0.045, p=0.028$) ($p<0,05$) saptandı. 1. hafta bulguları ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.049, p=0.022$) ($p<0,05$) saptandı. 1. hafta bulguları ile 2. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.999$) ($p>0,05$) bulunmadı. 2. hafta bulguları ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu ($p=0.039, p=0.033$) ($p<0,05$) bulundu. 3. ve 4. hafta bulguları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.723$) ($p>0,05$) saptanmadı.

4.2.2. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında saptanan haftalık bulguların karşılaştırılması

4.2.2.1. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 1. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Theramed, Elmex gruplarında 1. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.042, p=0.038$) ($p<0,05$) saptandı. Hidroksiapatit ve Oravive arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.624$) ($p>0,05$) belirlendi. Theramed ve Elmex grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.015$) ($p<0,05$) bulundu. Theramed ve

Oravive grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.659$) ($p>0.05$) saptanmadı. Oravive ve Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.191$) ($p>0.05$) olmadığı belirlendi.

4.2.2.2. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 2. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Oravive, Theramed, Elmex gruplarında 2. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.047, p=0.049, p=0.043$) ($p<0.05$) saptandı. Theramed ve Elmex grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.038$) ($p<0.05$) bulundu. Theramed ve Oravive grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.990$) ($p>0.05$) saptanmadı. Oravive ve Elmex arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.238$) ($p>0.05$) olmadığı belirlendi.

4.2.2.3. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 3. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive, Elmex gruplarında 3. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.049, p=0.047, p=0.046$) ($p<0.05$) saptandı. Theramed ile Oravive, Elmex grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.895, p=0.529$) ($p>0.05$) bulunmadı. Oravive ve Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.529$) ($p>0.05$) olmadığı belirlendi.

4.2.2.4. Remineralizasyon materyalleri-DIFOTI gruplarında 4. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

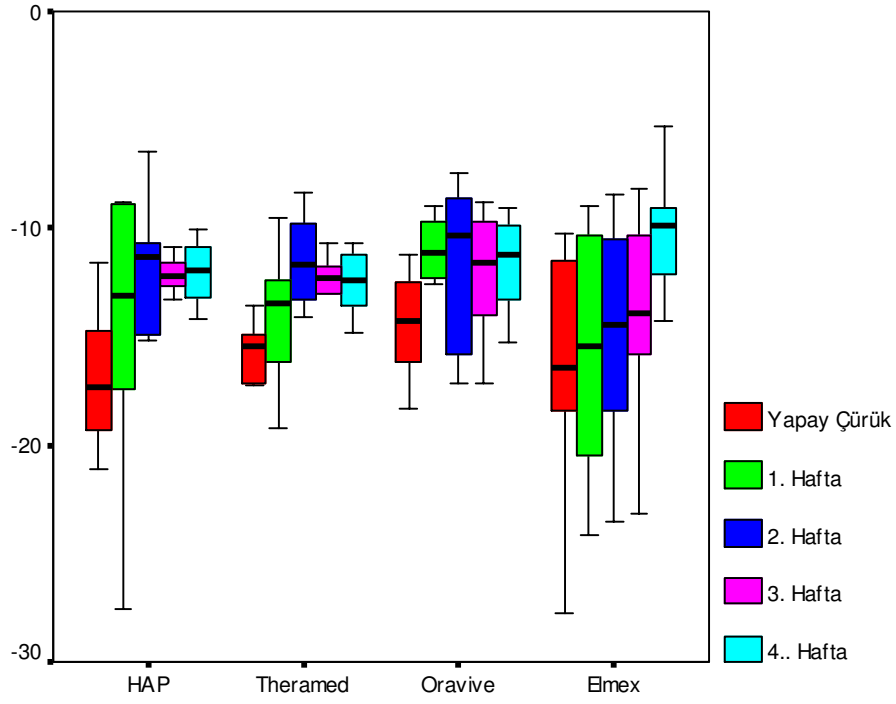
Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive gruplarında 4. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.048, p=0.049$) ($p<0.05$) saptandı. Hidroksiapatit ve Elmex grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.762$) ($p>0.05$) bulundu. Theramed ve Oravive grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.824$) ($p>0.05$) bulunmadı. Theramed ve Elmex grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.049$) ($p<0.05$) saptandı. Oravive ve Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.048$) ($p<0.05$) belirlendi.

Tablo 4-3:Yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde farklı remineralizasyon materyalleri uygulanan deney dişlerinde DI-FOTI yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulguları.

| Materyaller | Yapay Çürük | 1. Hafta | 2. Hafta | 3. Hafta | 4. Hafta |
|-----------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Hidroksiapatit | -21,08 | -11,41 | -11,67 | -12,62 | -14,17 |
| | -43,09 | -27,59 | -12,66 | -12,12 | -13,21 |
| | -14,77 | -8,76 | -23,58 | -11,61 | -12,64 |
| | -18,44 | -8,80 | -7,89 | -12,32 | -11,21 |
| | -14,77 | -8,88 | -10,73 | -12,41 | -13,25 |
| | -11,61 | -12,70 | -6,43 | -13,31 | -10,05 |
| | -13,57 | -13,47 | -10,80 | -12,16 | -11,25 |
| | -16,18 | -14,24 | -10,90 | -11,13 | -10,86 |
| | -19,34 | -17,46 | -14,95 | -10,87 | -10,06 |
| | -18,46 | -17,63 | -15,21 | -14,26 | -12,58 |
| Theramed | -14,87 | -12,92 | -13,25 | -11,77 | -14,28 |
| | -13,55 | -10,89 | -11,54 | -14,92 | -12,54 |
| | -17,23 | -14,04 | -11,09 | -12,91 | -13,56 |
| | -10,68 | -9,48 | -9,36 | -12,24 | -11,12 |
| | -15,44 | -12,37 | -11,84 | -12,31 | -13,21 |
| | -21,59 | -19,21 | -9,79 | -17,85 | -12,28 |
| | -16,68 | -12,65 | -8,33 | -12,99 | -11,46 |
| | -15,43 | -14,62 | -14,12 | -10,72 | -11,26 |
| | -17,16 | -16,21 | -12,43 | -11,84 | -10,73 |
| | -15,43 | -17,43 | -19,49 | -11,26 | -14,85 |
| Oravive | -16,88 | -11,93 | -8,66 | -9,91 | -9,96 |
| | -14,53 | -12,53 | -10,39 | -9,11 | -9,11 |
| | -14,60 | -10,12 | -10,29 | -12,26 | -13,28 |
| | -13,96 | -8,98 | -7,43 | -13,97 | -11,23 |
| | -11,22 | -9,67 | -8,16 | -9,68 | -15,31 |
| | -11,25 | -10,34 | -9,46 | -8,76 | -9,84 |
| | -16,21 | -19,45 | -16,17 | -14,36 | -12,19 |
| | -18,34 | -12,32 | -17,13 | -17,19 | -9,21 |
| | -13,56 | -12,27 | -12,21 | -10,89 | -11,18 |
| | -12,52 | -9,12 | -15,78 | -13,75 | -14,42 |
| Elmex | -10,24 | -8,97 | -10,46 | -8,85 | -9,26 |
| | -12,30 | -14,76 | -18,45 | -16,42 | -5,32 |
| | -17,66 | -22,78 | -14,69 | -11,76 | -10,75 |
| | -29,56 | -20,45 | -23,57 | -15,80 | -10,28 |
| | -11,46 | -10,35 | -10,53 | -10,29 | -9,46 |
| | -15,99 | -14,12 | -13,71 | -13,89 | -14,32 |
| | -18,42 | -16,13 | -14,26 | -14,02 | -12,11 |
| | -27,74 | -24,18 | -21,20 | -23,21 | -19,86 |
| | -16,97 | -16,05 | -15,97 | -14,83 | -9,06 |
| | -10,67 | -9,84 | -8,41 | -8,16 | -8,01 |

Tablo 4-4:Remineralizasyon materyalleri gruplarında yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde DI-FOTI yöntemi ile elde edilen bulguların ortalama-standart sapma, Δ , Δ % değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları. (Tablodaki harfler arasındaki farklılıklar $p<0.05$ aralığındaki anlamlı farklılığı belirtmekte; küçük harfler haftalar, büyük harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir).

| Gruplar | Yapay Çürük | 1 Hafta | 2 Hafta | 3 Hafta | 4 Hafta | |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Hidroksiapatit | DIFOTI | -19.13 ± 8.9^a | -14.09 ± 5.8^b | -12.48 ± 4.8^{c,b} | -11.28 ± 1.0^c | -11.93 ± 1.4^c |
| | Δ_{DIFOTI} | | 5.04 | 6.65 | 6.85 | 7.20 |
| | Δ_{DIFOTI} | | %26.33 | %34.76 | %35.81 | %37.65 |
| | % | | A | A | A | A |
| Theramed | DIFOTI | -15.81 ± 2.8^a | -13.98 ± 3.0^b | -12.12 ± 3.1^b | -12.88 ± 2.1^b | -12.53 ± 1.4^b |
| | Δ_{DIFOTI} | | 1.82 | 3.68 | 2.93 | 3.28 |
| | Δ_{DIFOTI} | | %11.54 | %23.29 | %18.51 | %20.73 |
| | % | | B | B | B | B |
| Oravive | DIFOTI | -14.31 ± 2.3^a | -11.67 ± 3.1^b | -11.57 ± 3.6^b | -11.99 ± 2.8^b | -11.57 ± 2.2^b |
| | Δ_{DIFOTI} | | 2.63 | 2.74 | 2.32 | 2.73 |
| | Δ_{DIFOTI} | | %18.41 | %19.14 | %16.21 | %19.11 |
| | % | | A.B.C | B.C | B | B |
| Elmex | DIFOTI | -17.10 ± 6.8^a | -15.76 ± 5.3^b | -15.13 ± 4.8^b | -13.72 ± 4.4^c | -10.84 ± 4.0^c |
| | Δ_{DIFOTI} | | 1.34 | 1.98 | 3.38 | 6.26 |
| | Δ_{DIFOTI} | | %7.82 | %11.55 | %19.75 | %36.59 |
| | % | | C | C | B | A |



Şekil 4-2: Remineralizasyon materyalleri gruplarında DI-FOTI yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulgularının ortalama ve standart sapma değerlerine ilişkin analitik grafiği.

4.3. Remineralizasyon materyallerinin μ CT ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular

Dışlerin vestibül yüzeylerinde oluşturulan yapay çürüklerin farklı materyaller ile remineralizasyonunun başlangıç aşamasında ve bir aylık dönem içerisinde μ CT yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular Tablo 4-5, bu bulguların ortalama ve standart sapma, $\Delta_{\mu\text{CT}}$, $\Delta_{\mu\text{CT}}\%$ ve istatistiksel analiz bulguları Tablo 4-6 ve Şekil 4-3'de gösterilmektedir.

4.3.1. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında elde edilen bulgular

4.3.1.1. Hidroksiapatit- μ CT grubunda elde edilen bulgular

Hidroksiapatit grubunda μ CT ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri 8.86 ± 1.6 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon değerleri sırası ile 8.38 ± 1.5 , 7.71 ± 1.5 , 7.25 ± 1.5 , 6.98 ± 1.4 olarak belirlendi.

Hidroksiapatit materyali grubunda $\Delta_{\mu\text{CT}}$ değerleri 1. haftada 0.48, 2. haftada 1.15, 3.haftada 1.61 ve 4. haftada 1.88 olarak bulundu.

$\Delta_{\mu\text{CT}}\%$ değerleri hesaplandığında, 1. hafta %5.42, ikinci hafta %12.96, üçüncü hafta % 18.19 ve dördüncü hafta % 21.19 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1.,2.,3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.049, p=0.045, p=0.039, p=0.022$)($p<0.05$) saptandı. 1.hafta bulguları ile 3. ve 4.hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.047, p=0.026$)($p<0,05$) bulundu. 1. ve 2. hafta bulguları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.864$) ($p>0.05$) belirlendi. 2. hafta ve 3. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.960$)($p>0.05$) belirlenmedi. 2. hafta bulguları ile 4. hafta bulguları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.048$)($p<0.05$) saptandı. 3.hafta ile 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p=0.995$)($p>0.05$) bulunmadı.

4.3.1.2. Theramed- μ CT grubunda elde edilen bulgular

Theramed grubunda μ CT ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri 8.75 ± 2.0 , 1., 2., 3. ve 4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile 8.62 ± 1.7 , 8.58 ± 1.5 , 7.75 ± 1.1 , 7.62 ± 1.1 olarak saptandı.

Theramed materyali grubunda Δ_{μ CT değerleri 1. haftada 0.13, 2. haftada 0.17, 3.haftada 1.00 ve 4. haftada 1.13 olarak bulundu.

Δ_{μ CT % değerleri 1. hafta %1.44, ikinci hafta %1.98, üçüncü hafta %11.43 ve dördüncü hafta %12.95 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.045, p=0.036$)($p<0.05$) saptandı. Yapay çürük bulguları ile 1.ve 2. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=1.000, p=0.999$)($p>0.05$) saptanmadı. 1. ve 2. hafta bulguları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=1.000$)($p>0.05$) belirlendi. 1. hafta bulguları ile 3. ve 4. hafta bulguları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.047, p=0.045$)($p<0.05$) saptandı. 2. hafta bulguları ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.046, p=0.039$)($p<0.05$) belirlendi. 3.hafta bulguları ile 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=1.000$)($p>0.05$) bulunmadı.

4.3.1.3. Oravive- μ CT grubunda elde edilen bulgular

Oravive grubunda μ CT ile elde edilen yapay çürük değeri 9.91 ± 2.2 , 1.,2., 3.,4. hafta remineralizasyon ortalama değerleri sırası ile 9.59 ± 2.2 , 8.97 ± 2.2 , 8.96 ± 2.3 , 8.59 ± 1.9 olarak saptandı.

Oravive materyali grubunda Δ_{μ CT değerleri 1. haftada 0.32, 2. haftada 0.94, 3.haftada 0.95 ve 4. haftada 1.32 olarak bulundu.

Δ_{μ CT % değerleri 1. hafta %3.19, ikinci hafta %9.46, üçüncü hafta %9.57 ve dördüncü hafta %13.27 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.048, p=0.046, p=0.039$)($p<0.05$) belirlendi. Yapay çürük bulguları

ve 1. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.998$)($p>0,05$) saptanmadı. 1. hafta bulguları ile 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.046, p=0.041, p=0.035$) ($p<0.05$) belirlendi. 2. hafta ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=1.000, p=0.995$) ($p>0.05$) bulunmadı. 3. hafta ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.996$) ($p>0.05$) saptanmadı.

4.3.1.4. Elmex- μ CT grubunda elde edilen bulgular

Elmex grubunda μ CT ile elde edilen ortalama yapay çürük değeri 9.59 ± 1.4 , 1., 2., 3. ve 4. hafta değerleri sırası ile 8.56 ± 1.2 , 8.12 ± 1.2 , 7.27 ± 0.8 , 7.17 ± 1.1 olarak saptandı.

Elmex materyali için Δ_{μ CT değerleri 1. haftada 1.03, 2. haftada 1.47, 3. haftada 2.32 ve 4. haftada 2.42 olarak bulundu.

Δ_{μ CT % değerleri 1. hafta %10.80, ikinci hafta %15.39, üçüncü hafta % 24.16 ve dördüncü hafta % 25.26 oranında başlangıç değerlerine oranla değişim gösterdiği belirlendi.

Yapay çürük bulguları ile 1., 2., 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.030, p=0.026, p=0.001, p=0.001$) ($p<0.05$) saptandı. 1. hafta ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.035, p=0.022$) ($p<0.05$) belirlendi. 1. hafta ile 2. hafta bulguları arasında ise anlamlı bir fark ($p=0.918$)($p>0.05$) saptanmadı. 2. hafta ile 3. ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.035, p=0.033$)($p<0.05$) bulundu. 3. hafta ve 4. hafta bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=1.000$) ($p>0.05$) saptanmadı.

4.3.2. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında saptanan haftalık bulguların karşılaştırılması

4.3.2.1. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 1. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive gruplarında 1. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.048, p=0.049$) ($p<0.05$) saptandı. Hidroksiapatit ve Elmex grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı

olmadığı ($p=0.955$)($p>0.05$) bulundu. Theramed ve Oravive grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.591$) ($p>0.05$) belirlenmedi. Theramed ve Elmex arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.039$)($p<0.05$) saptandı. Oravive ve Elmex grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.045$)($p<0.05$) belirlendi.

4.3.2.2. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 2.haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive, Elmex gruplarında 2. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olmadığı ($p=0.656$, $p=0.347$, $p=0.947$) ($p>0.05$) saptandı. Theramed ile Oravive, Elmex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p=0.953$, $p=0.928$) ($p>0.05$) belirlenmedi. Oravive ve Elmex grupları arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.670$) ($p>0.05$) belirlendi.

4.3.2.3. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 3. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive gruplarında 3. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.048$, $p=0.043$) ($p<0.05$) saptandı. Hidroksiapatit ve Elmex grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=1.000$)($p>0.05$) bulundu. Theramed ve Oravive grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.318$) ($p>0.05$) belirlenmedi. Theramed ve Elmex grupları arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p=0.049$)($p<0.05$) saptandı. Oravive ve Elmex grupları arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.049$)($p<0.05$) belirlendi.

4.3.2.4. Remineralizasyon materyalleri- μ CT gruplarında 4. haftaya ilişkin bulguların karşılaştırılması

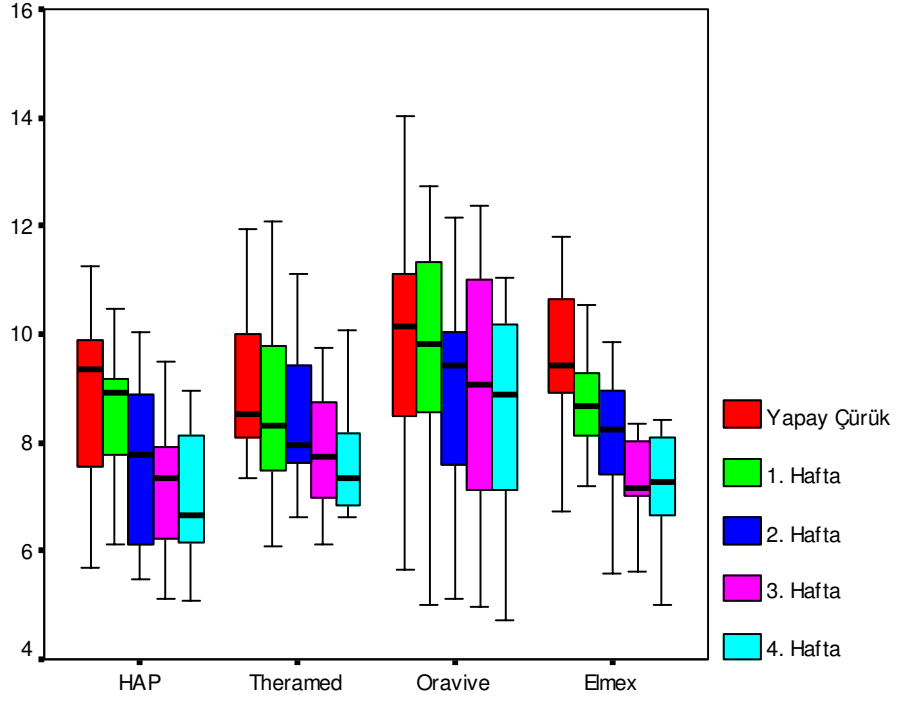
Hidroksiapatit ile Theramed, Oravive gruplarında 4. haftaya ilişkin olarak elde edilen değerler arasındaki farklılıkların anlamlı olduğu ($p=0.047$, $p=0.039$) ($p<0.05$) saptandı. Hidroksiapatit ve Elmex grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p=0.990$)($p>0.05$) bulundu. Theramed ve Oravive grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p=0.426$) ($p>0.05$) belirlenmedi. Theramed ve Elmex grupları arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p=0.048$)($p<0.05$) saptandı. Oravive ve Elmex grupları arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.041$)($p<0.05$) belirlendi.

Tablo 4-5: Yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde farklı remineralizasyon materyalleri uygulanan deney dişlerinde μ CT yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulguları.

| Materyaller | Yapay Çürük | 1. Hafta | 2. Hafta | 3. Hafta | 4. Hafta |
|-----------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Hidroksiapatit | 9,88 | 9,68 | 8,96 | 9,48 | 8,97 |
| | 9,24 | 9,17 | 8,9 | 7,91 | 8,12 |
| | 5,68 | 5,56 | 5,78 | 5,14 | 5,21 |
| | 7,21 | 6,13 | 5,48 | 5,11 | 5,08 |
| | 9,76 | 8,88 | 7,63 | 6,77 | 6,24 |
| | 7,54 | 7,77 | 6,12 | 6,24 | 6,18 |
| | 10,11 | 9,11 | 7,91 | 7,86 | 8,12 |
| | 9,45 | 8,97 | 8,81 | 7,63 | 7,11 |
| | 11,27 | 10,45 | 10,02 | 9,32 | 8,63 |
| | 8,46 | 8,08 | 7,51 | 7,02 | 6,17 |
| Theramed | 9,79 | 9,79 | 7,68 | 6,11 | 6,62 |
| | 8,3 | 8,18 | 9,44 | 8,76 | 8,31 |
| | 10,01 | 9,24 | 9,01 | 8,79 | 8,16 |
| | 4,65 | 6,07 | 6,61 | 7,86 | 6,67 |
| | 11,93 | 10,16 | 11,04 | 7,75 | 7,01 |
| | 10,31 | 12,1 | 11,12 | 9,76 | 10,06 |
| | 8,5 | 7,49 | 7,63 | 6,98 | 7,86 |
| | 8,11 | 7,59 | 8,02 | 7,14 | 7,02 |
| | 7,34 | 7,21 | 7,33 | 6,64 | 6,83 |
| | 8,56 | 8,41 | 7,89 | 7,71 | 7,63 |
| Oravive | 8,24 | 7,93 | 6,69 | 6,99 | 7,11 |
| | 11,33 | 11,56 | 12,17 | 11,01 | 10,18 |
| | 10,03 | 12,73 | 11,75 | 12,37 | 11,03 |
| | 14,03 | 11,32 | 9,86 | 11,53 | 10,89 |
| | 11,1 | 10,1 | 9,89 | 9,07 | 9,11 |
| | 9,47 | 9,05 | 8,99 | 9,03 | 8,79 |
| | 5,67 | 5,02 | 5,11 | 4,98 | 4,73 |
| | 10,26 | 9,76 | 10,02 | 9,99 | 8,97 |
| | 8,49 | 8,56 | 7,63 | 7,49 | 7,09 |
| | 10,44 | 9,87 | 7,58 | 7,12 | 8,01 |
| Elmex | 8,76 | 8,31 | 7,01 | 6,54 | 6,15 |
| | 9,21 | 8,79 | 8,12 | 7,13 | 7,11 |
| | 11,78 | 9,27 | 9,86 | 7,13 | 8,11 |
| | 9,43 | 9,01 | 8,57 | 8,03 | 8,12 |
| | 9,78 | 8,56 | 8,34 | 7,02 | 6,71 |
| | 6,74 | 6,05 | 5,59 | 5,61 | 5,02 |
| | 10,65 | 10,53 | 9,34 | 8,35 | 8,42 |
| | 11,23 | 9,76 | 8,97 | 8,34 | 8,02 |
| | 8,94 | 7,21 | 7,98 | 7,45 | 7,42 |
| | 9,45 | 8,12 | 7,42 | 7,18 | 6,65 |

Tablo 4-6:Remineralizasyon materyalleri gruplarında yapay çürük oluşturulması sonrası ve 4 haftalık dönemde μ CT yöntemi ile elde edilen bulguların ortalama-standart sapma, Δ , Δ % değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları. (Tablodaki harfler arasındaki farklılıklar $p<0.05$ aralığındaki anlamlı farklılığı belirtmekte; küçük harfler haftalar, büyük harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir).

| Gruplar | Yapay Çürük | 1 Hafta | 2 Hafta | 3 Hafta | 4 Hafta | |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| | | μ CT | 8.86 ± 1.6^a | 8.38 ± 1.5^b | $7.71 \pm 1.5^{b,c}$ | $7.25 \pm 1.5^{c,d}$ |
| Hidroksiapatit | Δ_{μ CT | -0.48 | -1.15 | -1.61 | -1.88 | |
| | Δ_{μ CT | % 5.42 | % 12.96 | % 18.19 | % 21.19 | |
| | % | A | A | A | A | |
| Theramed | μ CT | 8.75 ± 2.0^a | 8.62 ± 1.7^a | 8.58 ± 1.5^a | 7.75 ± 1.1^b | 7.62 ± 1.1^b |
| | Δ_{μ CT | -0.13 | -0.17 | -1.00 | -1.13 | |
| | Δ_{μ CT | % 1.44 | % 1.98 | % 11.43 | % 12.95 | |
| Oravive | % | B | A | B | B | |
| | μ CT | 9.91 ± 2.2^a | 9.59 ± 2.2^a | 8.97 ± 2.2^b | 8.96 ± 2.3^b | 8.59 ± 1.9^b |
| | Δ_{μ CT | -0.32 | -0.94 | -0.95 | -1.32 | |
| Elmex | Δ_{μ CT | % 3.19 | % 9.46 | % 9.57 | % 13.27 | |
| | % | B | A | B | B | |
| | μ CT | 9.59 ± 1.4^a | 8.56 ± 1.2^b | 8.12 ± 1.2^b | 7.27 ± 0.8^c | 7.17 ± 1.1^c |
| Elmex | Δ_{μ CT | -1,03 | -1,47 | -2,32 | -2,42 | |
| | Δ_{μ CT | % 10,80 | % 15,39 | % 24,16 | % 25,26 | |
| | % | A | A | A | A | |



Şekil 4-3:Remineralizasyon materyalleri gruplarında μ CT yöntemi ile elde edilen görüntü analiz bulgularının ortalama ve standart sapma değerlerine ilişkin analitik grafiği.

4.4. Çalışmada kullanılan tanı yöntemlerinden elde edilen bulguların karşılaştırılması

QLF, DI-FOTI, μ CT değerleri korelasyonuna ilişkin bulgular Tablo 4-7’de gösterilmektedir.

QLF ve DI-FOTI optik çürük tanı yöntemleri ile elde edilen bulguların istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda QLF ve DI-FOTI tanı yöntemleri arasında bir korelasyon olduğu saptandı ($r = 0.346$ ve $p=0.018$).

QLF ve μ CT optik tanı yöntemlerine ilişkin bulguların değerlendirilmesi sonucu QLF ve μ CT yöntemleri arasında ileri derecede bir korelasyon bulundu ($r =0.494$ ve $p=0.003$).

DI-FOTI ve μ CT optik çürük tanı yöntemi ile elde edilen bulguların değerlendirmesi sonucunda DI-FOTI ve μ CT tanı yöntemleri arasında korelasyon olduğu belirlendi($r = 0.206$ ve $p= 0.023$).

Tablo 4-7: DI-FOTI, QLF, μ CT ile elde edilen değerlerin korelasyonuna ilişkin bulgular
(*0.05, **0.01 seviyesindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.)

| | | DI-FOTI | QLF | μ CT |
|---------------------------|---------------|---------|---------|----------|
| DI-FOTI | Korelasyon | 1.000 | 0.346* | 0.206* |
| | Katsayısı (r) | | | |
| | p | | | |
| QLF | Korelasyon | 0.346* | 1.000 | 0.494** |
| | Katsayısı(r) | | | |
| | p | | | |
| μCT | Korelasyon | 0.206* | 0.494** | 1.000 |
| | Katsayısı (r) | | | |
| | p | | | |

4.5. Remineralizasyon bölgelerinin taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular

Mine yüzeyinde oluşturulan yapay çürük lezyon bölgesinin, sağlam mine dokusunun ve farklı remineralizasyon materyalleri uygulama sonrasında remineralize olmuş mine dokusunun FE-SEM’de incelenmesi ile gözlenen morfolojik değişiklikler Şekil 4-(4-14)’de gösterilmektedir.

Sağlam mine dokusunun FE-SEM’de incelenmesi ile prizmatik mine yapısının yüzeydeki karakteristik morfolojisi tanımlandı (Şekil 4-5,4-6). Yapay çürük oluşturulmuş alanların incelenmesinde minenin yüzey devamlılığının bozulduğu, yüzeyin bol girintili çıkıntılı düzensiz bir şekil aldığı görüldü (Şekil 4-4).

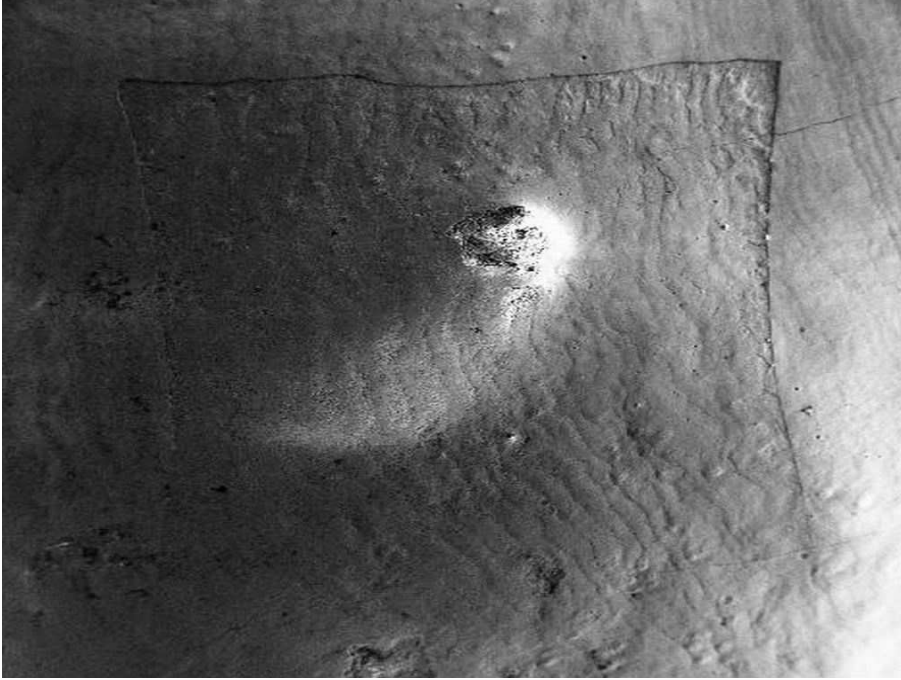
Nano-hidroksiapatit solüsyonu ile remineralize edilmiş alanların değerlendirilmesinde remineralize olmuş yüzeylerin pürüzsüz ve homojen bir görüntü oluşturdukları gözlemlendi (Şekil 4-7,4-8).

Theramed materyali ile remineralize edilmiş alanların incelenmesinde düzensiz, pürüzlü bir remineralizasyon mine yüzeyi oluşturduğu, yüzeyde yer yer boşlukların gözlemlendiği belirlendi (Şekil 4-9,4-10).

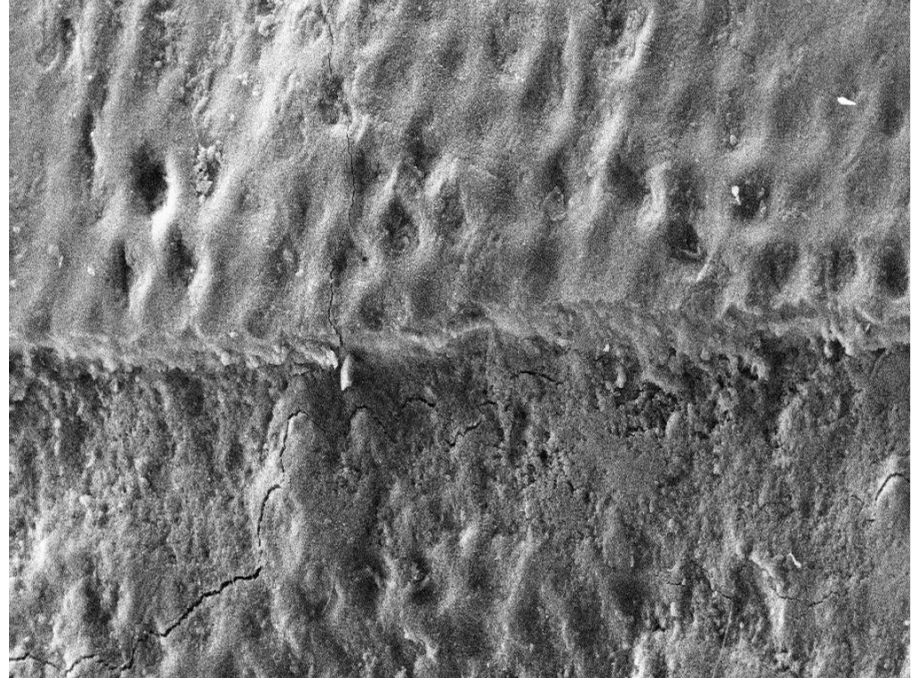
Oravive materyali ile remineralize edilmiş yapay çürük alanlarının değerlendirilmesinde homojen, pürüzlülüğü az remineralizasyon yüzeyi ve yer yer boşluklar görüldü (Şekil 4-11,4-12).

Elmex materyali ile remineralize edilmiş alanların incelenmesinde ise yüzeyin yoğun ve pürüzlü karakterde remineralize olduğu, homojen bir yüzey remineralizasyonunun bulunmadığı, boşlukların gözlenmediği saptandı (Şekil 4-13,4-14).

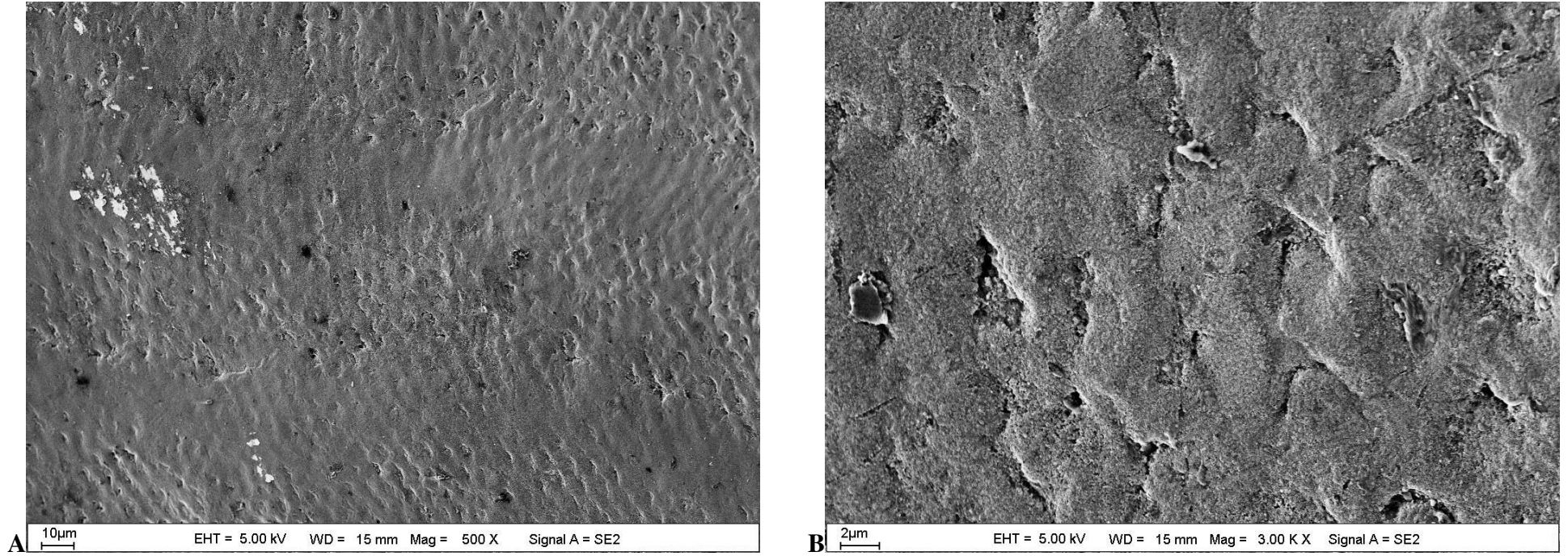
A



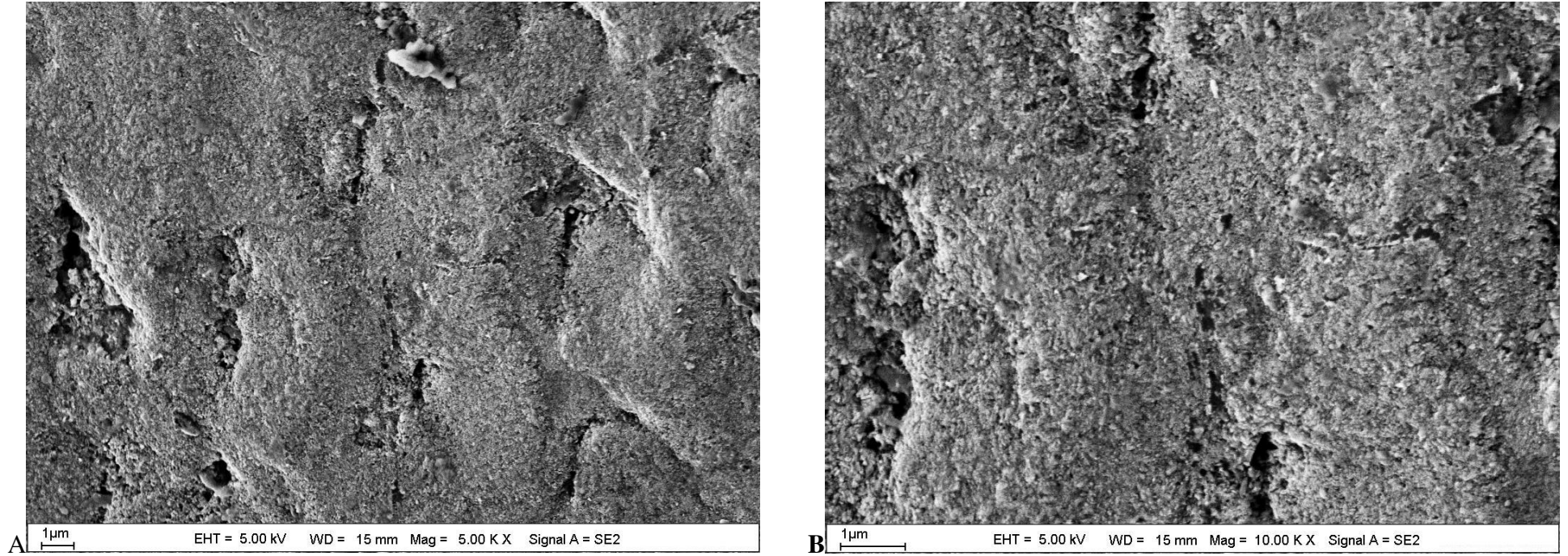
B



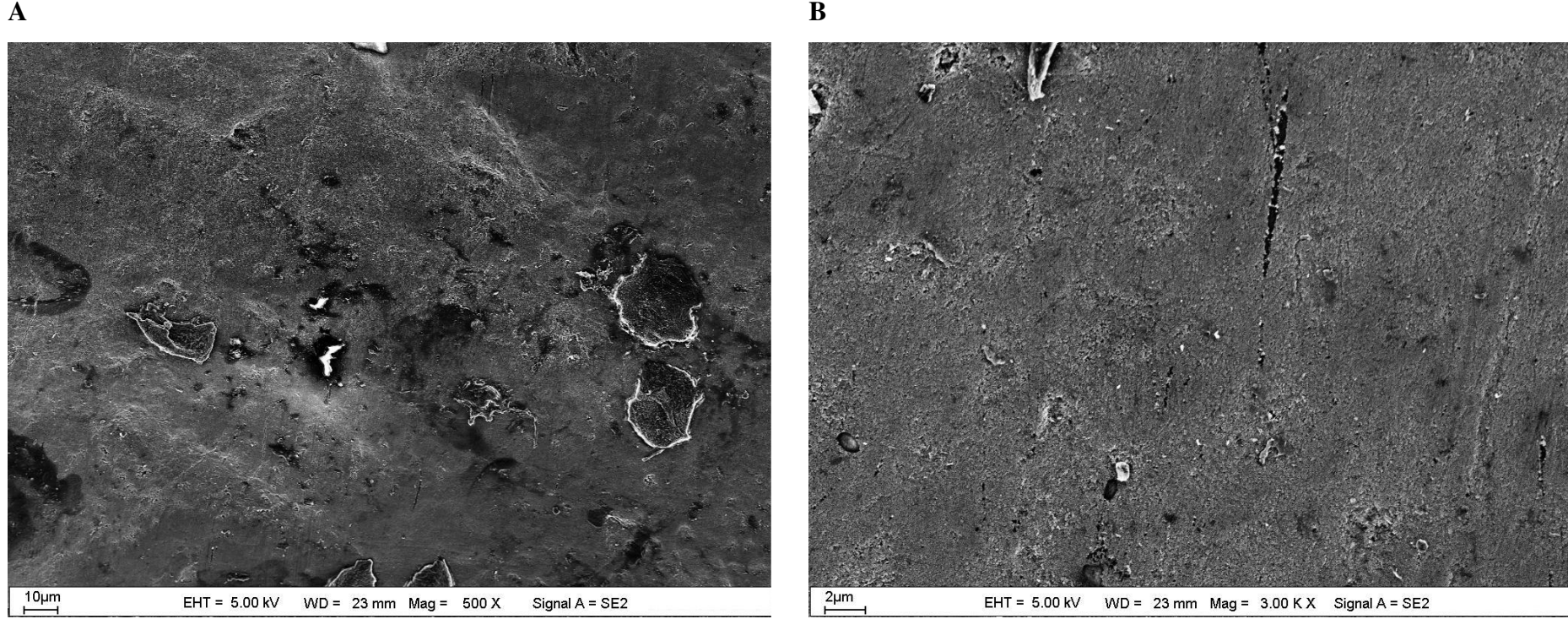
Şekil 4-4: A. Mine yüzeyinde hazırlanan yapay çürük (demineralizasyon) alanının ve sağlam mine dokusunun 500x büyütmedeki SEM görüntüsü B. Demineralize mine yapısı ve sağlam mine dokusunun SEM fotoğrafı (1000x). Sağlam mine yüzeyinin karakteristik görüntüsü SEM fotoğrafının üst yarısında, demineralize olmuş, düzensiz ve yer yer boşluklar içeren mine yapısı SEM fotoğrafının alt yarı bölgesinde görülmektedir.



Şekil 4-5: Sağlam mine yüzeyinin 500x (A) ve 3000x (B) büyütmede hazırlanmış SEM fotoğrafları.



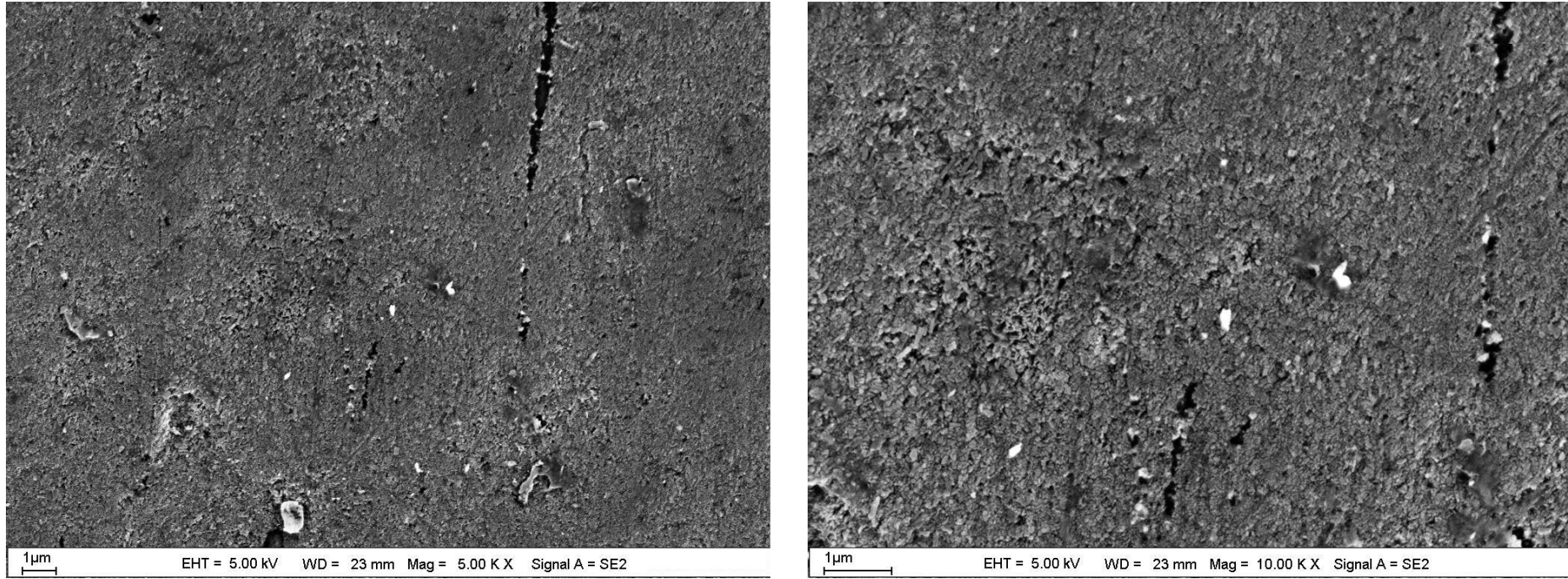
Şekil 4-6: Sağlam mine yüzeyinin 5000x (A) ve 10000x (B) büyütmede hazırlanmış SEM fotoğrafları.



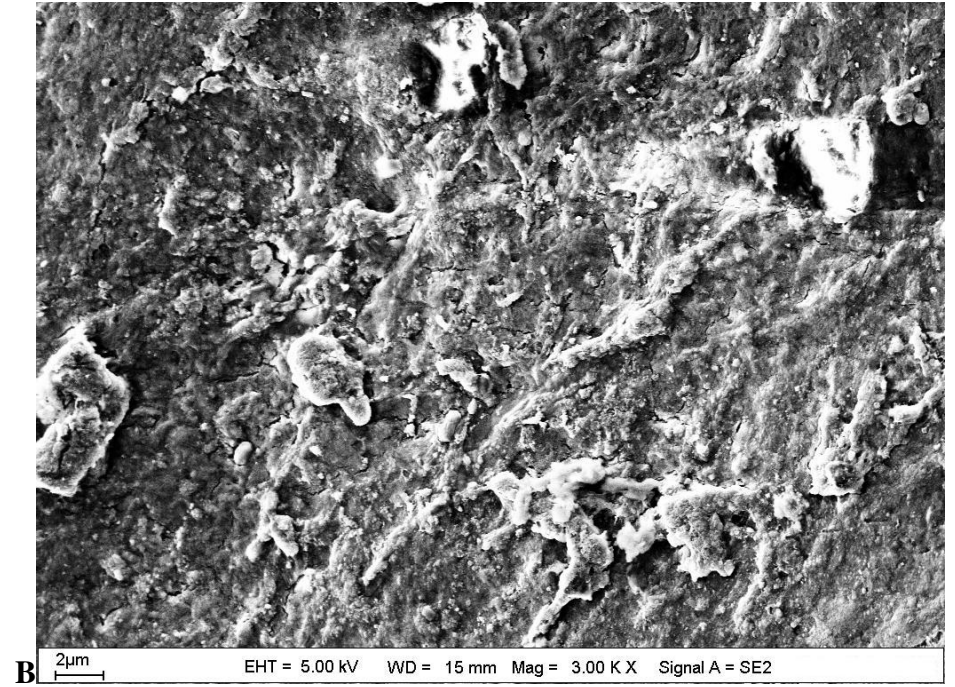
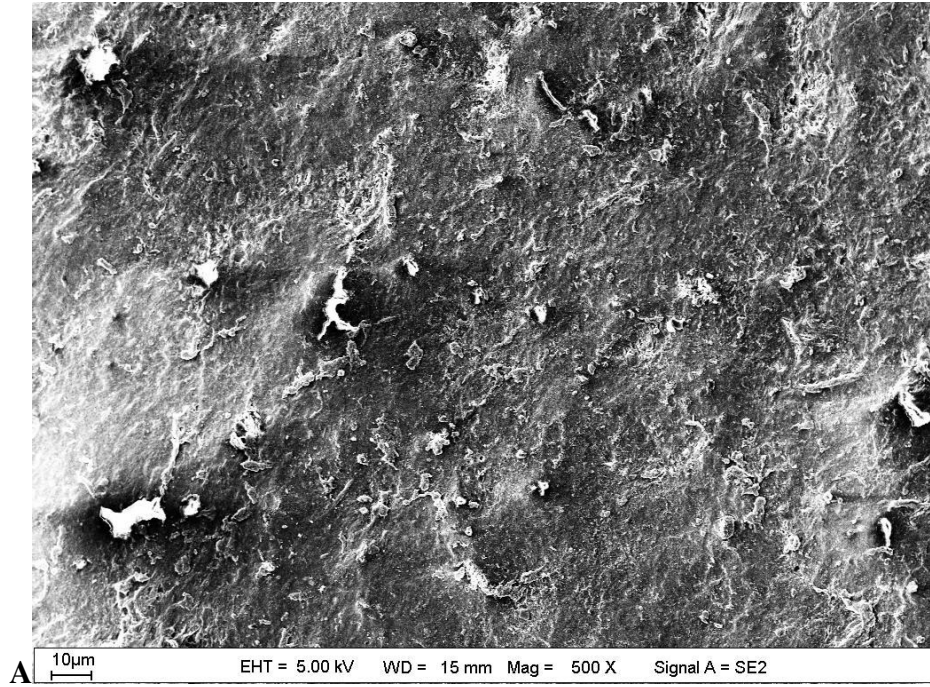
Şekil 4-7: Nanohidroksiapatit solüsyonu uygulanan yapay mine çürük dokusunda 4 hafta sonunda gözlenen SEM remineralizasyon görüntüleri. Nano-HAP ile yüzeyde oluşan pürüzsüz ve homojen remineralizasyon 500x(A) ve 3000x(B) büyütmede gözlenmektedir.

A

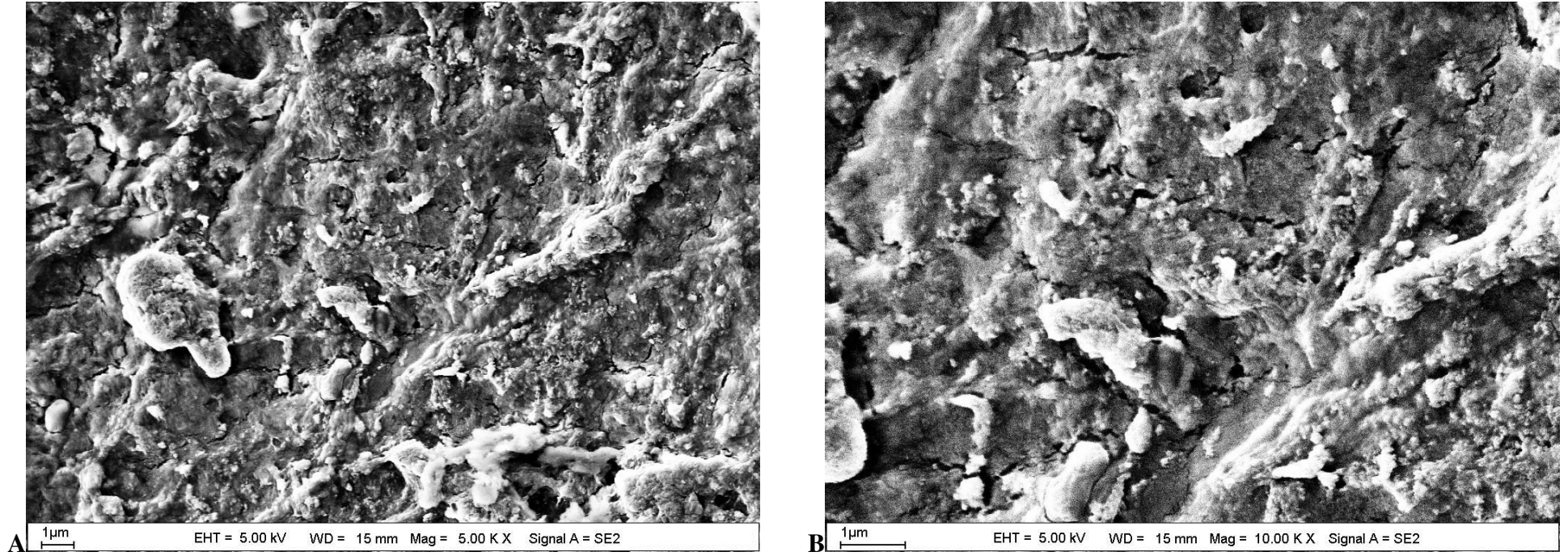
B



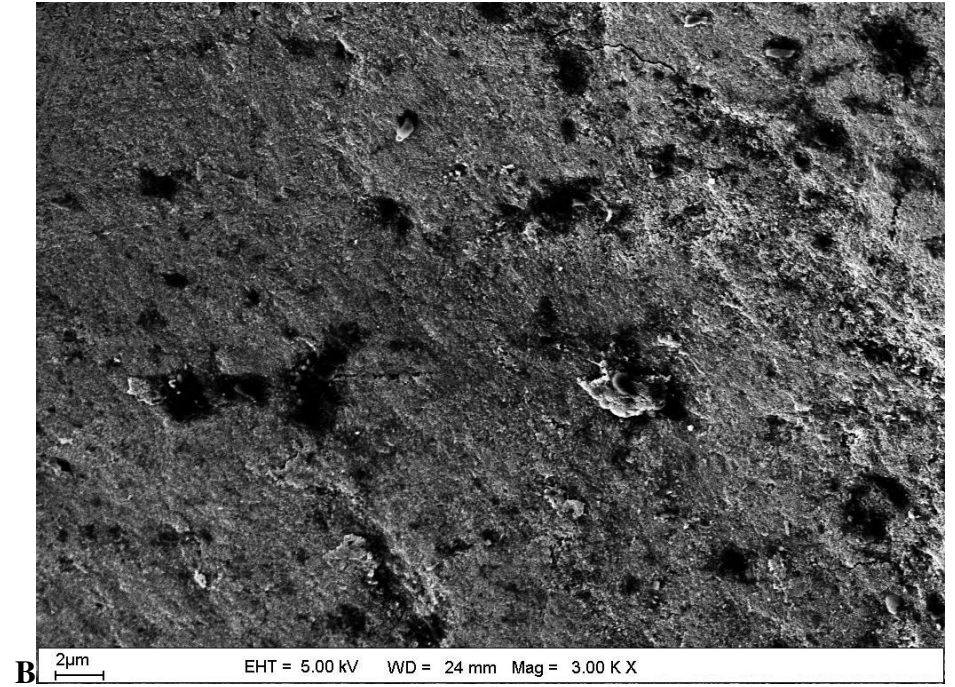
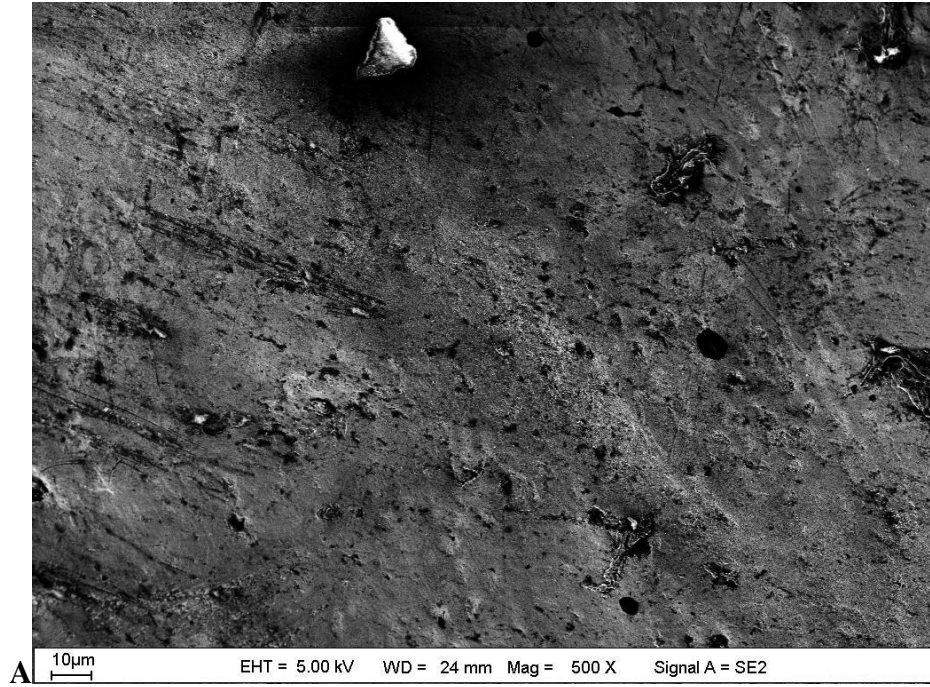
Şekil 4-8: Nano-HAP uygulanması sonucu remineralizasyon oluşan demineralize mine dokusunun 5000x (A) ve 10000x (B) büyütmede hazırlanmış SEM fotoğrafları.



Şekil 4-9: Theramed materyali uygulanması sonucu oluşan remineralizasyonun 500x(A) ve 3000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. Yüzey yapısındaki aşırı pürüzlü alanlar dikkati çekmektedir.



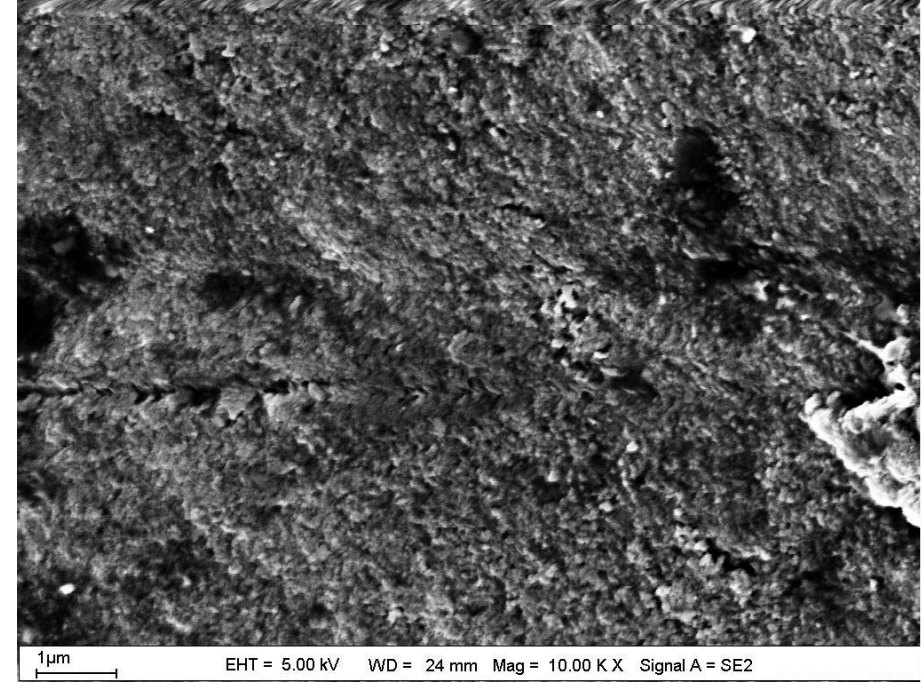
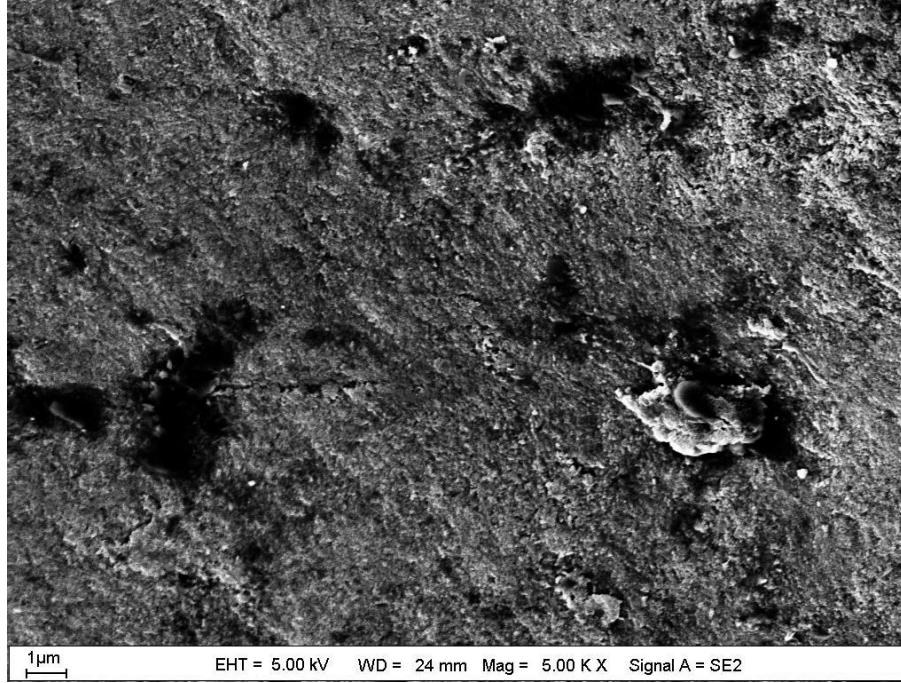
Şekil 4-10: Theramed materyali uygulanması sonucu elde edilen remineralizasyonun 5000x(A) ve 10000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. Mine yüzeyinin karakteristik görüntüsünün değişmesi ve yüzeyde pürüzlü remineralize alanların yanısıra oluşan boşluklar görülmektedir.



Şekil 4-11: Oravite materyali uygulanması sonucu remineralizasyon oluşan mine yüzeyinin düz yüzey ve pürüzsüz yapısının 500x(A) ve 3000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları.

A

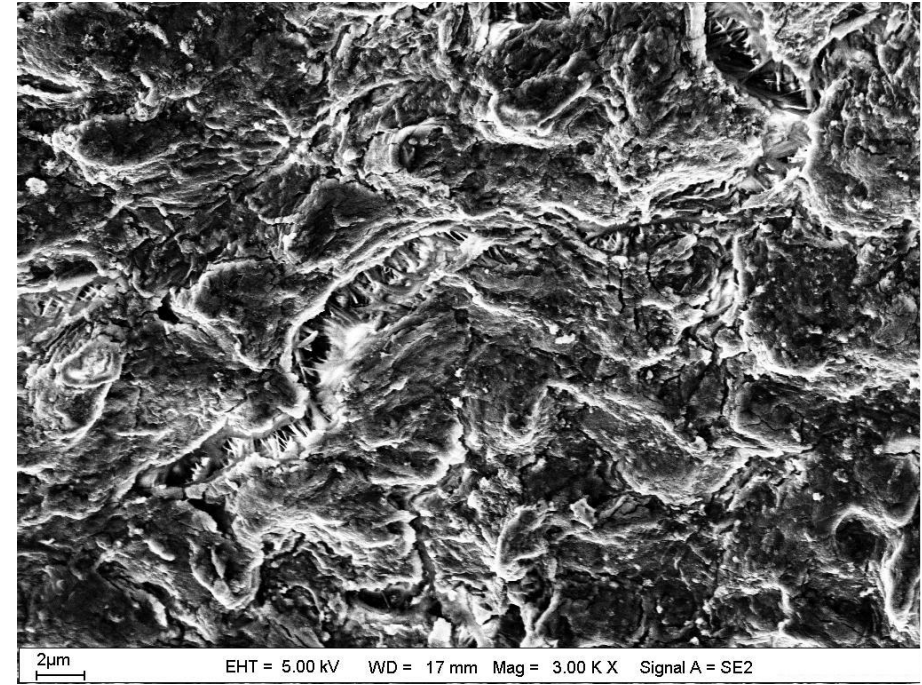
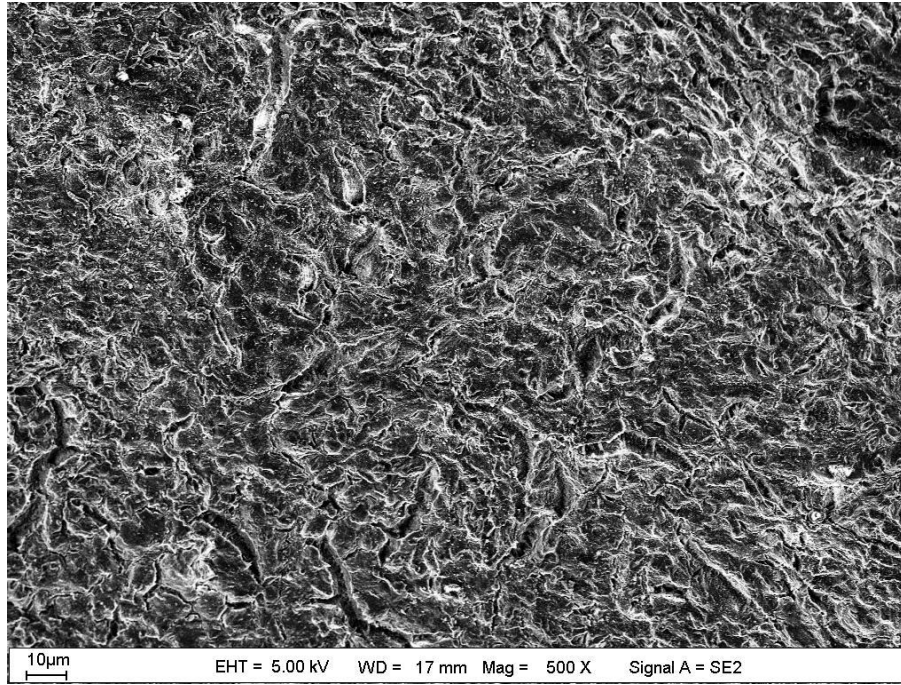
B



Şekil 4-12: Oravive materyali uygulanması sonucu elde edilen remineralize dokunun 5000x(A) ve 10000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. Pürüzlülüğü az bir remineralize yapı ve yüzeyde yoğun bir şekilde yer alan boşluklar görülmektedir.

A

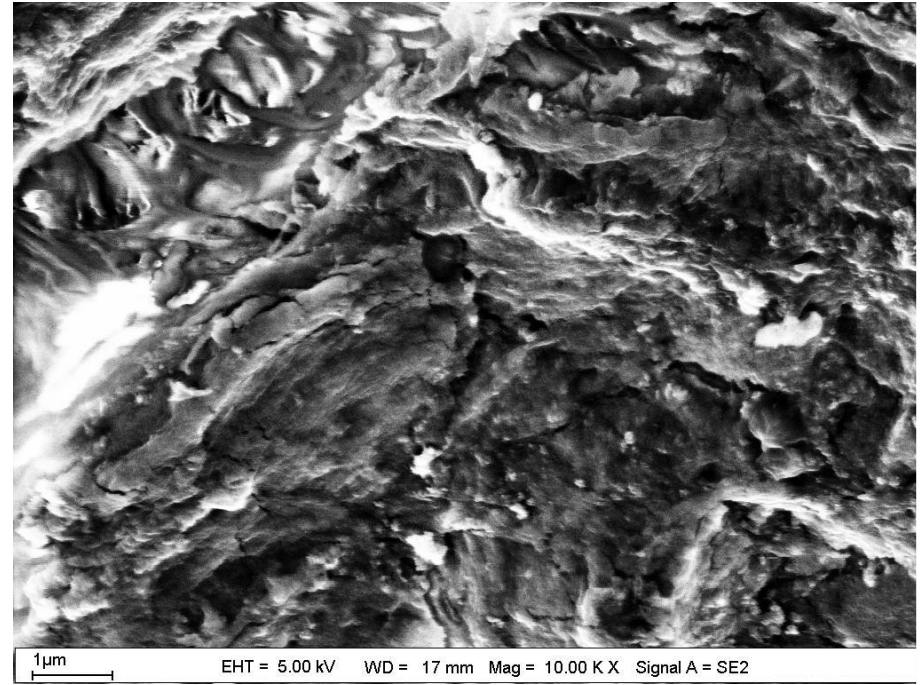
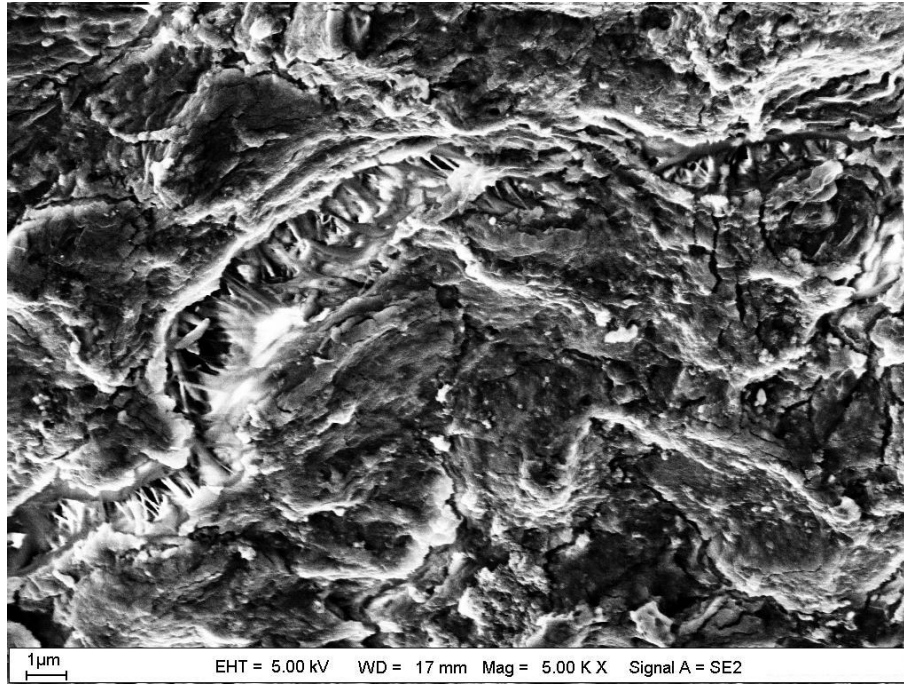
B



Şekil 4-13: Elmex materyali uygulanması sonucu elde edilen remineralize dokunun 500x(A) ve 3000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları. Yoğun pürüzlü remineralizasyon alanları ile farklılaşmış bir mine yüzey görüntüsü gözlenmektedir.

A

B



Şekil 4-14: Elmex materyali ile remineralizasyon oluşturulan demineralize mine yüzeyinin pürüzlü yapısına ilişkin 5000x(A) ve 10000x(B) büyütmedeki SEM fotoğrafları.

5. TARTIŞMA

Diş çürüğü, diş sert dokularının mikroorganizmalarca oluşturulan patolojik lokal yıkımı şeklinde tanımlanabilir. İlk çürüklere prehistorik çağda yaşamış sürüngenlerde, dinozorlarda ve erken dönem memelilerinde rastlanmıştır. Paleolitik dönemde diş çürüğü ilk insanın atası olan Homo-Sapiens'te rastlanmıştır ve çürük sıklığında da neolitik dönemde artış olduğu saptanmıştır (22).

Günümüzde, dişhekimliği pratiğindeki birçok kavram, modern teknolojinin sağladığı olanakları kullanarak yeniden tanımlanmaktadır. Dişlerin tedavisi amacı ile kullanılan materyal ve yöntemlerde görülen gelişmelere paralel olarak, dişlerin çürükten korunması ya da yeni başlamakta olan çürüklerin kavitasyon oluşumu öncesi tespitine yönelik modern tanı araçlarının geliştirilmesi ve erken tanısı yapılan başlangıç çürük lezyonlarının tekrar iyileştirilmesi ile diş sert dokularının eski sağlığına kavuşturulabilmesi, koruyucu dişhekimliğinde son yıllarda üzerinde hassasiyetle durulan ve yeni gelişmelerin görüldüğü önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada da modern tanı yöntemleri kullanılarak, mevcut ve deneysel aşamadaki remineralizasyon materyallerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi ile koruyucu dişhekimliğine katkıda bulunmak amaç edinilmiştir.

Yapay çürük oluşturularak remineralizasyon etkinliğinin incelendiği birçok in-vitro çalışmada deney grupları için 3. büyük azı dişi seçimi ve herbir deney grubu için en az 5 ve en fazla 10 dişin kullanıldığı görülmektedir (23,43,50,60,88,109,127). Bu in-vitro çalışmada da herbir grupta 10'ar adet olmak üzere ortodontik amaç ile çekilmiş ve gömük olmayan toplam 40 adet insan 3. büyük azı dişi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan deney objelerinin insan dişi olması nedeni ile mine yapısındaki mineral içeriklerinin farklılıklar gösterebileceği düşünülerek deney obje sayısı gereğinden biraz daha fazla tutularak istatistiksel bulguların güvenilirliğinin artırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, günümüzde önemi daha da artan koruyucu diş hekimliğinin en önemli çalışma alanlarından birisi olan remineralizasyon kavramı için önem taşıyan yeni materyaller ve modern tanı yöntemlerinin etkinliklerinin araştırılmasıdır. Bu amaç için deney örneklerinde in-vitro koşullarda 2x3 mm boyutlarında yapay çürük oluşturularak remineralizasyon miktarı belirlenmiştir. Yapay çürük oluşturulması için pH siklus modeli kullanılmıştır. Özellikle mine ile sınırlı

bölgelerde ‘*subsurface*’ lezyonu olarak adlandırılan başlangıç mine çürüğü özellikleri sergileyen yapay çürük oluşturulması amacı ile pH siklus modeli, gerek yapay çürük oluşturulması için gerekli sürenin kısa olması gerekse oluşturulan yapay çürüğe ait özelliklerin orjinal mine başlangıç çürüklerinin histolojik yapısına benzerlik göstermesi nedeni ile birçok benzeri bilimsel çalışmada tercih edilmektedir (40,44,67,107,127). Schemehorn ve ark. ağız gargaraları ve diş macunları içerisinde bulunan floridin remineralizasyon açısından etkinliklerinin değerlendirilmesi amacı ile planladıkları çalışmalarında yapay çürük oluşturulması için pH siklus modelini kullanmışlar ve yöntemin benzeri çalışmalar için diğer yapay çürük oluşturma tekniklerine göre avantajlı olduğunu belirtmişlerdir (100). Schafer, diş minesinin çürüğe karşı direncinin artırılması için kullanılan farklı florid preparatlarının etkinliğinin araştırılmasında; Gonzales ve ark. florid salan restoratif materyallerin, Young, modern optik tanı yöntemlerinin etkinliklerinin değerlendirdikleri çalışmalarında pH siklus modeli ile mine yüzeyinde hazırladıkları pencerelerde yapay çürük oluşturmuşlardır (47,99,138).

Ağız içerisinde diş sert dokuları ile tükürük arasında fizyolojik bir olay olarak sürekli bir iyon alışverişi olmaktadır. Ortamın asite kayması sonucunda, diş sert dokularındaki kalsiyum tuzları iyonize olup diştten uzaklaşır. Ortam tekrar alkale duruma gelirse diştten çözülmüş olan iyonlar sert dokulara çökelerek tuz kompleksleri oluştururlar. Diş sert dokularındaki Ca^{++} tuzlarının iyonize olması ‘deminerlizasyon’ , ortamın alkalene kayıp diş sert dokularına tekrar tuz kompleksleri oluşturarak çökmesi ise ‘remineralizasyon’ olarak tanımlanır. Ağız içerisinde bu olay belli bir denge içindedir. Ancak deminerlizasyon olayının öne çıkması durumunda ‘çürük başlangıcı’ diye nitelendirilen bir yıkım ortaya çıkmaktadır (35,36).

Bu çalışmada, koruyucu dişhekimliğinde büyük önemi olan remineralizasyon mekanizması için günümüzde yeni geliştirilmiş olan nano-hidroksiapatit esaslı solüsyon, nano-hidroksiapatit ve sodyumfluorid içeren Theramed isimli diş macunu, iyonik kalsiyum içeren Oravive isimli diş macunu , amin florid içeren Elmex isimli diş macununun yapay çürükler üzerindeki remineralizasyon etkinlikleri araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Nano-hidroksiapatit solüsyonu henüz deneysel aşamada bir madde olması, Theramed nano-hidroksiapatit partikülleri ve sodyum florid içeren diş macunu olması, Oravive iyonik kalsiyum ve daha başka yeni katkı maddeleri içeren diş macunu olması nedenleri ile çalışma kapsamına alınmıştır. Aminfluorid içeren Elmex adlı diş macunu ise uzun yıllardır birçok bilimsel çalışmada etkinliği kanıtlanmış olması nedeni

ile kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Materyaller dişlere 4 hafta süresince 12 saat aralar ile 2`şer dakika diş fırçası ile fırçalanarak ağız ortamına benzer bir şekilde uygulanmıştır.

Üçok-Aytepe, Elmex aminfluorid ile kalayfluorid içerikli diş macunlarının başlangıç mine çürükleri üzerine etkilerini değerlendirmiş ve Elmex aminfluoridin başlangıç mine çürüğü tedavisinde daha avantajlı sonuç verdiğini bildirmiştir (126).

Arnold ve ark, içerisinde farklı florid içeriklerinin bulunduğu dört farklı diş macununun remineralizasyon etkinliğini yapay olarak hazırlanmış başlangıç mine çürüklerinde incelemişler ve aminfluorid içeren Elmex isimli diş macununun mine remineralizasyonu üzerine etkinliğinin sodyumfluorid, sodyum monofluorofosfat içeren diğer materyallerden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (11).

Schafer, florid içeren diş macunlarının remineralizasyon potansiyellerini örneklerin mikroradyografilerini görüntü analiz programı ile değerlendirmiş ve diş macunlarının florid yoğunluğu ve remineralizasyon etkinliği arasında bir korelasyon olduğunu bildirmiştir (99).

Gladwell ve ark. karbamid peroksit preparatlarına florid eklenerek yapılan uygulamalar sonucu dişlerin çürüğe karşı dirençlerinin artırıldığını, başlangıç mine lezyonlarının remineralizasyonlarının sağlandığını bildirmişler ve materyalin beyazlatma etkisinin bu uygulama ile etkilenmediğini belirtmişlerdir (45).

Charig ve ark. diş macunları içerisine kalsiyum içeren bikarbonat gruplarının eklenmesi ile mine yüzeyindeki çizik, çatlak ya da demineralize bölgelere mineral birikimi olduğunu bildirmişlerdir (23).

Borggreven ve ark. mine çürüklerinin remineralizasyonu amacı ile yüzey aktif fosfat gruplarının etkinliklerini, ilave ettikleri florid preparatları ile karşılaştırmışlar ancak florid preparatlarına ilave edilen yüzey aktif fosfat gruplarının florid preparatlarına remineralizasyon açısından bir avantaj sağlamadığını bildirmişlerdir (16).

Koruyucu dişhekimliği uygulamalarında başlangıç aşamasındaki mine çürüklerinin remineralizasyonu için florid preparatlarından başka kalsiyum ve fosfat içeren diş macunu şeklindeki preparatlar, kazeinfosfopeptid ve amorf kalsiyum fosfat içeren preparatlar, kazeinglikopeptid içeren preparatlar, klorheksidin, sorbitol ve ksilitol içeren preparatlar, tetrasiklin ve vankomisin gibi antimikrobiyal katkılı preparatlar birçok bilimsel çalışmada deneysel olarak araştırılmış ve koruyucu

dişhekimliğinde kullanılabilecekleri bildirilmiştir (18,37,61,84,100,102,114,119,131,137).

Çürük lezyonlarının erken dönemde tanısının yapılabilmesi remineralizasyon açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle çürük tanısında kullanılan optik yöntemlerde son zamanlarda büyük gelişmeler görülmüştür. Modern optik tanı yöntemleri içerisinde QLF ve DI-FOTI in-vivo ve in-vitro çürük araştırmalarında başvurulan güvenilir yöntemler arasında değerlendirilmektedir (52,78,139).

QLF tekniğinin temel prensibi, diş minesinin belirli ışık şartları altında belirli oranda floresan bir özelliğe sahip olduğu esasına ve demineralize minenin bu floresan özelliğinin de sağlam mine dokusuna oranla daha az olmasına dayanmaktadır. QLF incelemesi sırasında çürük ya da demineralize mine dokusu sağlam dokuya oranla daha koyu bir şekilde görülür. Demineralize minenin özelliği olan floresan kaybı analitik bilgisayar programları kullanarak sağlam mine dokusunun floresans miktarı ile sayısal olarak karşılaştırılabilmektedir. QLF tekniği sonuçlarının sayılar ile ifade edilebilmesi, in-vivo ve in-vitro çalışmalarda kullanılmasının yaygınlaşmasına neden olmuştur (79,92).

Higham ve ark. yapay mine çürük lezyonlarının remineralizasyonunu inceledikleri çalışmalarında QLF tekniği ile Transverse Mikro Radyografi (TMR) tekniğini karşılaştırmışlar; TMR tekniğinde bir takım kısıtlamaların olmasına rağmen, QLF tekniğinin zaman, klinik çalışmalarda uzun dönemli kayıtların tutulmasına olanak sağlaması, maliyetlerin düşürülmesi ve en önemlisi de sonuçlarının güvenilirliği açısından avantajları olduğunu bildirmişlerdir (52).

Pretty ve ark. QLF tekniğini diş beyazlatılması çalışmalarında uygulama öncesi ve sonrası kayıtların alınarak beyazlatma miktarının değerlendirilmesi amacı ile kullanmışlar; elde edilen verileri görüntü analiz programı ile incelemişler ve sonuçları karşılaştırmalı olarak belirtmişlerdir (79).

Pretty, çürük tanısı için kullanılan görsel, optik, radyografik ve diğer bazı yöntemleri değerlendirdiği çalışmasında QLF ve elektrik resistansı esasına dayanan yöntemlerin kendilerine özgü avantajları olmakla birlikte özellikle başlangıç mine demineralizasyonlarının tanısında güvenilir ve doğru sonuçlar sağladıklarını bildirmiştir (78).

Gmur ve ark. QLF ve TMR yöntemlerini karşılaştırmışlar ve hassas, güvenilir sonuçlar veren QLF yöntemi ile TMR arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. QLF yönteminin, mine mineral yapısındaki değişikliklerin deney örneğinde herhangi bir bozulmaya neden olmaksızın belirlenebilmesine olanak sağladığını bildirmişlerdir (46).

Shi ve ark. QLF ve DIAGNOdent yöntemini düz yüzey çürüklerinin sayısal ifade edilebilirliği açısından karşılaştırmışlar, iki yöntemin birbirlerine yakın sonuçlar ortaya koymalarına rağmen QLF tekniğinin mineral içerikteki değişikliklerin saptanması açısından bilimsel çalışmalar için daha uygun bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (103).

Diş minesini üzerine gelen kuvvetli ışığın bir miktarı uygulandığı taraftan doğrudan dişin karşı tarafına geçer, bir miktarı emilime uğrar ve bir miktarı da geriye yansır. Çürük içeren mine dokusu, çevresindeki sağlam mine dokusuna oranla içerisinden geçen ışığı daha fazla miktarda absorbe eder ve daha fazla oranda geri yansır, bu neden ile çürük içerisinden geçen ışık miktarı sağlam mine yapısına oranla daha az olur. Diş yüzeyinin bir tarafından kuvvetli ışığın verilmesi ve diş içerisinden geçen ışığın diğer taraftaki bir kamera ile kaydedilmesi esasına dayanan modern çürük tanı yöntemi DI-FOTI olarak tanımlanmıştır. Kamera tarafından elde edilen görüntüler bilgisayar ortamına taşınarak uygulama ile eş zamanlı çürük tanısı gerçekleştirilir. Elde edilen veriler görüntü analizi programları kullanarak sayılarla ifade edilir ve araştırmalarda kantitatif değerler ile karşılaştırmalı çalışmalara olanak sağlar (78,101,139).

Schneiderman ve ark. DI-FOTI yöntemini çürük tanısı açısından değerlendirmişler, ara yüz, okluzal ve düz yüzey çürüklerinin tanısında DI-FOTI tekniğinin radyografi tekniğine göre daha hassas ve güvenilir sonuçlar ortaya koyduğunu bildirmişlerdir (101).

Young ve Featherstone, başlangıç arayüz çürüklerinin erken tanısı amacı ile DI-FOTI tekniği ve F-speed radyografik tanı yöntemini karşılaştırmışlar, F-speed radyografilerin arayüz çürüklerinin derinlikleri konusunda doğru sonuçlar verdiğini, başlangıç dönemindeki demineralizasyonun mine yüzeyinde yaptığı değişikliğin DI-FOTI tekniği ile saptanmasının mümkün olduğunu bildirmişlerdir (139).

Yang ve Dutra, radyografi, DIAGNOdent ve DI-FOTI tekniğini çürük tanısı açısından değerlendirmişler ve çalışmalarında kullandıkları optik tanı yöntemlerinin klinik kullanım için uygun teknikler olduğunu belirtmişlerdir (136).

Keem ve Elbaum, DI-FOTI tekniğini inceledikleri çalışmalarında tekniğin radyografik tanı metoduna göre, iyonize radyasyon içermemesi, film ihtiyacının olmaması, uygulama ile eş zamanlı sonuç alınması, radyografide görülmesi mümkün olmayan başlangıç lezyonlarının tanısına olanak sağlaması gibi avantajları olduğunu bildirmişlerdir (58).

Bu çalışmada da, yapay çürük oluşturulması ve deney materyallerinin uygulanması süresince her hafta remineralizasyon miktarının belirlenebilmesi amacı ile modern optik çürük tanı metodlarından QLF ve DI-FOTI teknikleri kullanılmış ve elde edilen sonuçlar analitik bilgisayar programları ile kantitatif bir şekilde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Günümüze kadar yapılan bilimsel çalışmalar içerisinde QLF ve DI-FOTI tekniğinin karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır.

Özellikle in-vitro trabeküler kemik ve çürük araştırmaları için yeni geliştirilmiş olan Mikro Bilgisayarlı Tomografi (μ CT) metodu ile elde edilen görüntülerde materyallerin mineral içeriklerinin üç boyutta sayısal analizlerle ifadesine olanak tanınması, tıp ve dişhekimliği araştırmaları için yeni ufuklar açmaktadır. Cihaz içerisinde spiral tarama yapan tomografi ünitesi, X-ışını tüpü ve görüntülerin kaydedilmesini sağlayan bir kamera sistemi yer almaktadır. İncelenecek örnekler cihaz içerisine yerleştirilmekte, radyografik görüntüleri örneklerin 360 derece dönmesi ile alınmakta ve bilgisayar programı ile bu görüntüler üç boyutta incelenebilmektedir (24,95).

Clementino-Luedemann ve Kunzelmann, μ CT sistemi kullanarak farklı metodolojiler ile diş sert dokularının mineral içeriklerini belirlemişler ve elde ettikleri sonuçları literatür bilgileri ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda μ CT sisteminin diş sert dokularının mineral içeriklerinin araştırılması için uygun bir yöntem olmakla birlikte kullandıkları μ CT 20 cihazının teknik olarak 6 mm ve daha büyük deney objelerinin değerlendirilmesinde sınırlı voltaj hızı nedeni ile yetersiz kaldığını belirtmişlerdir (24).

μ CT sisteminin dişhekimliği araştırmalarında kullanılmasına ilişkin ilk ve tek çalışma Clementino-Luedemann ve Kunzelmann tarafından yayınlanmış olmak ile birlikte Lee ve ark. μ CT yöntemini kemik mineral yoğunluğu ölçümleri için kullanmışlar ve tekniğin güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (62).

Hildebrand ve Ruegsegger, kemik mikroyapısının sayısal olarak ifadesine olanak sağlaması açısından μ CT yönteminin başarılı bir tanı yöntemi olduğunu, Ruegsegger ve ark. kemik yapısı ve mineralizasyon özelliklerinin araştırılmasında μ CT metodunun doğru sonuçlar ortaya koyarak yeni araştırma alanları ortaya çıkardığını belirtmişlerdir (53,94,95,96).

Bu çalışmada da remineralizasyon öncesi ve sonrasında haftalık μ CT ölçümleri yapılarak oluşturulan yapay çürük görüntüsü üç boyutlu olarak ortaya konulmuş ve deney süresince yapılan ölçümler ile demineralize dokunun kalınlığındaki değişim sayılar ile ifade edilerek istatistiksel olarak deney grupları arasında karşılaştırılmıştır.

Farklı remineralizasyon materyallerinin etkilerinin QLF, DI-FOTI, μ CT gibi farklı tanı yöntemleri ile incelenmesi nedeni ile bu doktora çalışması değerlendirmesi ve karşılaştırılması gerekli birçok veri içermektedir. Bu verilerin irdelenmesi, birbirleri ve literatür verileri ile karşılaştırılması, sonuçların yorumlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Çalışmada kullanılan farklı remineralizasyon materyallerinin etkilerinin DI-FOTI ile incelenmesi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, tüm deney materyallerinin farklı oranlarda remineralizasyon kabiliyetlerinin olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4-3).

Yapay çürük lezyonu ve remineralizasyonun dördüncü haftası sonucunda elde edilen değerler arasındaki fark Δ_{DIFOTI} olarak ifade edildiği durumda materyaller arasındaki sayısal sıralama aşağıdaki şekilde ortaya çıkmıştır (Tablo 4-4);

$$\Delta_{DIFOTI} = 7,28 \text{ (Nano-HAP)} > 6,26 \text{ (Elmex)} > 3,28 \text{ (Theramed)} > 2,74 \text{ (Oravive)}$$

DI-FOTI ile yapılan değerlendirmeler sonucu sayısal olarak en yüksek mineralizasyon miktarının Hidroksiapatit solüsyonu uygulanması sonucu elde edildiği görülmektedir. Kalsiyum hidroksit ve sentetik hidroksiapatit preparatlarının pulpa

kuafajında kullanıldığı ve başarılı sonuçlar alındığı birçok çalışma bulunmasına rağmen, çalışmada kullanılan nano-hidroksiapatit materyalinin henüz deneysel aşamada bir materyal olması nedeni ile literatürde benzeri bir çalışmaya rastlanmamıştır (33,55,66).

Yamagishi ve ark. sentetik hidroksiapatit esaslı materyallerin erken dönemli mine demineralizasyonlarının tedavisinde kullanılabileceğini ve uygulanan hidroksiapatit esaslı bileşiğin kristal büyümesine neden olarak mine üzerindeki defektin tamirinde etkin rol oynadığını çalışmalarında vurgulamışlardır. Ancak, Yamagishi ve ark. tarafından yapılan çalışmada kullanılan sentetik hidroksiapatit esaslı materyal ile bu doktora çalışmasında kullanılan nano-hidroksiapatit yapısı arasında, partikül büyüklükleri ve kimyasal formülasyonda fark olmasına rağmen etkinlik ve uygulama açısından benzerlikler olduğu görülmektedir (135).

Çalışmada kullanılan tüm materyallerin DI-FOTI ile elde edilen birinci haftaya ilişkin değerleri başlangıç yapay çürük değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde remineralizasyon oluştuğu görülmektedir (Tablo 4-4). Bu sonuç, uygulanan tüm materyallerin uygulama sonrası ilk hafta içerisinde hızlı bir şekilde etki gösterdiklerine ilişkin önemli bir veridir.

Elde edilen bulgular nano-hidroksiapatit, Theramed ve Oravive gruplarında birinci haftaya ilişkin DI-FOTI değerleri ile ikinci, üçüncü ve dördüncü haftaya ilişkin remineralizasyon değerleri arasında anlamlı farklılıklar olduğunu, Elmex grubunda ise üçüncü ve dördüncü hafta remineralizasyon değerleri arasında anlamlı değişiklikler olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan farklı remineralizasyon materyallerinin etkilerinin QLF ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, tüm deney materyallerinin farklı oranlarda remineralizasyon kabiliyetlerinin olduğu görülmektedir (Tablo 4-1).

Materyaller yapay çürük lezyonu ve remineralizasyonun dördüncü haftası sonucunda elde edilen değerler arasındaki farka (Δ_{QLF}) göre değerlendirildiğinde, materyallerin remineralizasyon etkinliğine ilişkin sıralama aşağıdaki şekilde saptanmıştır (Tablo 4-2);

$$\Delta_{QLF} = 10,27 \text{ (Elmex)} > 6,78 \text{ (Nano-hidroksiapatit)} > 4,48 \text{ (Oravive)} > 4,18 \text{ (Theramed)}$$

QLF değerlendirmesi ile Elmex materyalinin diğer araştırma materyalleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmasında da anlamlı derecede yüksek bir remineralizasyon oluşturduğu belirlenmiştir. Δ_{QLF} % değerleri dikkate alındığında Elmex materyalinin %41.31 oranında remineralizasyon oluşturduğu, Nano-Hidroksiapatit, Theramed ve Oravive materyallerine ilişkin mineralizasyon yzdzelerinin ise daha az olduğu saptanmıştır.

Tüm materyallerin uygulama sonrası birinci hafta QLF değerleri ve başlangıç yapay çürük QLF bulguları karşılaştırıldığında materyallerin istatistiksel olarak anlamlı derecede remineralizasyon oluşturdukları belirlenmiştir. Bu durum tüm materyallerin hızlı bir şekilde remineralizasyon etkisi gösterdikleri şeklinde yorumlanabilir.

Elmex materyaline ilişkin QLF bulgularının her hafta istatistiksel olarak bir önceki haftanın bulgularına göre anlamlı farklılıklar oluşturduğu saptanmıştır. Ancak bu bulgunun diğer araştırma materyallerinde aynı şekilde gözlenmemesi remineralizasyon materyallerinin etki hızı ve etki mekanizması ağıısından farklılıklar oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle dördüncü haftaya ilişkin QLF bulguların değerlendirilmesinde Nano-Hidroksiapatit, Theramed ve Oravive materyallerinin benzer remineralizasyon değerleri oluşturdukları görölmektedir.

Çalışmada DI-FOTI ve QLF optik çürük tanı yöntemleri ile remineralizasyon etkinliğinin sayısal olarak incelenmesinin yanısıra yapay çürük bölgelerinin herbir değerlendirme dönemi sonrası remineralizasyon durumları μ CT ile üç boyutta değerlendirilerek remineralizasyon kalınlığındaki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen μ CT verileri yapay çürük lezyonuna uygulanan materyallere bağlı olarak remineralizasyonun değişik oranlarda sağlandığını ve yapay çürük kalınlığında azalmanın da farklı oranlarda oluştuğunu göstermektedir (Tablo 4-5).

Yapay çürük lezyonunun kalınlığı ve remineralizasyonun dördüncü haftasındaki çürük lezyonu kalınlığı arasındaki farklılığa (Δ_{μ CT) göre değerlendirildiğinde materyallerin remineralizasyon etkinliğine ilişkin sıralama aşağıdaki şekilde saptanmıştır (Tablo 4-6);

$$\Delta_{\mu$$
CT} = 2.42 (Elmex) > 1.88 (Nano-Hidroksiapatit) > 1.32 (Oravive) > 1.18 (Theramed)

$\Delta_{\mu\text{CT}}$ % değerleri incelendiğinde, Elmex grubunda %25.26, nano-hidroksiapatit grubunda %21.19 oranında çürük lezyonu kalınlığında azalma olduğu; bu iki materyalin remineralizasyon etkinliği açısından anlamlı farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir. Theramed ve Oravive materyallerinin ise Elmex ve Nano-hidroksiapatit materyallerine göre daha az remineralizasyon oluşturdukları gözlenmiştir.

Materyal uygulaması sonrası birinci hafta μCT değerleri incelendiğinde, çürük kalınlığındaki azalmanın tüm materyal gruplarında paralellik göstermediği, Elmex ve Nano-hidroksiapatit grubunda yapay çürük kalınlığı ile birinci hafta elde edilen çürük kalınlığı arasında anlamlı farklılıklar saptandığı gözlenmiştir. Bu sonuç Elmex ve Nano-Hidroksiapatit materyallerinin uygulama sonrası birinci hafta remineralizasyon etkilerinin yüksek olduğunu düşündürmektedir.

QLF, DI-FOTI ve μCT yöntemlerine ilişkin elde edilen bulgular bu yöntemlerle yapılmış başka bir mine remineralizasyon çalışması olmaması nedeni ile farklı çalışma sonuçları ile karşılaştırılamamış, bu durum da çalışmanın tartışma bölümüne sınırlama getirmiştir.

Bu çalışmada materyallerin mine mineralizasyonuna olan etkilerinin değerlendirilmesinin yanısıra araştırmada kullanılan modern tanı ve araştırma yöntemlerinden elde edilen bulgular arasındaki ilişkide irdelenmiş ve bu tekniklerin güvenilirlikleri değerlendirilmiştir. QLF, DI-FOTI, μCT yöntemleri arasında saptanan anlamlı derecede bir korelasyon varlığı çalışmada kullanılan bu yöntemlerin her birinin benzeri çalışmalarda da güvenle kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır. Özellikle QLF ve μCT değerleri arasında ileri derecede anlamlı korelasyon saptanması sonuçların değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Dişhekimliğinde organik içerikli materyallerin ultramikroskopik düzeyde incelemelerinde yüksek çözünürlükte ve düşük elektron voltajı kullanılarak morfolojik yüzey özelliklerinin net bir şekilde incelenebilmesine olanak tanınması nedeni ile FE-SEM kullanılmasının avantajları vurgulanmaktadır (97). Ancak, diş dokularına remineralizasyon ajanlarının uygulandığı ve SEM ile incelendiği araştırmaların da sınırlı sayıda olduğu dikkati çekmektedir.

Collys ve ark. florid ve lantan çözeltilerinin yumuşamış mine yüzeyine etkilerini incelemişler, florid-lantan içeren çözeltilerde bekletilen mine yüzeyinin normal mine yüzeyine göre tamamen farklılaşmış yüzey özellikleri gösterdiğini, florid

ile elde edilen remineralizasyonda mine yüzeyinin globüler, lantan solüsyonu ile elde edilen remineralizasyonda mine yüzeyinin sferoidan olarak gözleendiğini belirtmişlerdir (25).

Eisenburger ve ark. mine yüzeyinde farklı pH derecelerindeki sitrik asit ile oluşturdukları erosiv lezyonlu dişlerin florid içeren yapay tükürük ya da serum fizyolojik solüsyonu içinde bekletilmesinden sonra SEM ile incelemişler ve yapay tükürük içinde bekletilen örneklerin mine yüzeylerinde gözlenen karmaşık yapıyı remineralize mine yapısı olarak değerlendirmişlerdir (34). Robinson ve ark., mine çürük lezyonundaki hidroksiapatit yapısına bağlanma kabiliyeti olan albuminin çürük oluşumundaki rolünü SEM ile araştırmışlar, albuminin kalsiyum fosfat kristallerinin oluşum hızını yavaşlatması nedeni ile çürük oluşumunda rol oynadığını ve remineralize olmuş mine yüzeylerinin SEM ile incelenmesinde, mine yüzeyinin karakteristik olarak globüler görüntüler şeklinde gözleendiğini vurgulamışlardır (89).

Yılmaz sağlam mine dokusunu, demineralize dokuyu, %1'lik, %0.1'lik kazeinglikopeptid ve 500 ppm'lik florid solüsyonları ile remineralize edilmiş mine yüzeylerini SEM'de incelemiş, %1'lik kazeinglikopeptid ve 500 ppm'lik florid solüsyonları ile remineralize olan bölgelerin sağlam mine yapısına benzerlik gösterdiğini bildirmiştir (137).

Bu çalışmada da , yapay olarak hazırlanmış mine başlangıç çürük lezyonlarına farklı materyallerin uygulanması sonucu mine yüzey yapısında oluşan morfolojik değişiklikler ultra mikroskopik boyutta Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) ile incelenmiş, farklı materyal uygulamaları ile elde edilen yüzey karakteristik özellikleri birbirleri ve sağlam mine yüzey görüntüleri ile karşılaştırılmıştır. Ultramikroskopik incelemede, remineralize mine yüzey yapısının sağlam mine yüzey yapısı ile morfolojik olarak tamamen farklı özellikler taşıdığı ve her materyal grubunun değerlendirilmesinde farklı FE-SEM remineralizasyon görüntüleri saptandığı gözlenmiştir. Nanohidroksiapatit grubunda remineralizasyon alanların pürüzsüz ve homojen özellikte olduğu, Theramed grubunda ise düzensiz ve pürüzlü bir remineralizasyon yüzeyinin olduğu ve yer yer boşlukların gözleendiği saptanmıştır. Oravive grubunda remineralize mine dokusunda pürüzlülüğün az olduğu ve çok sayıda boşlukların yer aldığı gözlenmiştir. Elmex grubunda ise mine yüzeyinde yoğun remineralizasyon alanları saptanmış, boşlukların gözlenmediği belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan nano-hidroksiapatit solüsyonu, Theramed ve Oravive adlı remineralizasyon materyallerinin etkinliğinin SEM ile değerlendirildiği ve karşılaştırıldığı başka bir çalışmanın olmaması nedeni ile mine yüzeyinde saptanan ultramikroskopik değişiklikler diğer araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılamamıştır.

Üçok-Aytepe başlangıç mine çürüğünü, sağlam mine yapısını, amin florid içeren Elmex isimli diş macunu ve %4'lük kalayflorid ile remineralize olan mine alanlarını taramalı ve transmisyon elektron mikroskopları ile incelemiş, kalayflorid ve aminflorid uygulanmış çürük lezyonlarında büyük bir farklılık görülmediğini ancak aminflorid uygulanmış minede yoğun çökelmelerin olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da Elmex uygulanan mine yüzeylerinde remineralizasyonun yoğun çökelmeler şeklinde oluştuğu gözlenmiştir(126).

Yapay olarak hazırlanmış yüzeyaltı mine lezyonlarına farklı remineralizasyon materyalleri uygulanarak yapay çürüklerin remineralizasyonlarının sağlandığı, demineralize ve remineralize alanların QLF, DI-FOTI ve μ CT yöntemleri ile sayısal olarak değerlendirildiği , remineralize alanların ultramikroskopik düzeyde FE-SEM ile incelendiği bu doktora çalışmasında her materyale özgü remineralizasyon miktarı ve kabiliyeti saptanmış, henüz deneysel aşamada olan Nano-hidroksiapatit solüsyonunun ve geleneksel Elmex materyalinin daha avantajlı sonuçlar verdiği, tüm görüntüleme tanı yöntemlerinin her birinin diş çürüğü araştırmalarında güvenilirlikle kullanılabilecekleri belirlenmiştir.

SONUÇLAR

1. Mine yüzeyinde yapay olarak hazırlanan başlangıç mine çürük lezyonlarına dört hafta süre ile uygulanan tüm remineralizasyon materyalleri ile istatistiksel olarak anlamlı derecede remineralizasyon oluştuğu ve tüm remineralizasyon materyallerinin başlangıç mine çürüğü olgularında başarı ile kullanılabileceği saptanmıştır.
2. Tüm remineralizasyon materyallerinin uygulanma ve remineralizasyon oluşum miktarları arasında doğrusal bir orantı olduğu gözlenmiştir.
3. Materyallerin remineralizasyon etkinliklerinin QLF ile değerlendirilmesi sonucu remineralizasyonun 4.haftada en çok Elmex grubunda olmak üzere sırası ile Nano-hidroksiapatit, Oravive ve Theramed gruplarında elde edildiği saptanmıştır.
4. Materyallerin remineralizasyon etkinliklerinin DI-FOTI ile incelenmesi sonucu remineralizasyonun 4.haftada en çok Nano-hidroksiapatit grubunda olmak üzere sırası ile Elmex, Theramed ve Oravive gruplarında elde edildiği gözlenmiştir.
5. Materyallerin remineralizasyon etkinliklerinin μ CT ile değerlendirilmesi sonucu remineralizasyonun 4.haftada en çok Elmex grubunda olmak üzere sırası ile Nano-hidroksiapatit, Oravive ve Theramed gruplarında elde edildiği saptanmıştır.
6. QLF, DI-FOTI ve μ CT ile yapılan değerlendirmeler sonucunda Nanohidroksiapatit ve Elmex gruplarında remineralizasyonun Theramed ve Oravive gruplarına göre daha yüksek oranlarda oluştuğu belirlenmiştir.
7. Materyallerin remineralizasyon etkinliklerinin FE-SEM ile incelenmesi sonucu, materyallerin mine yüzeyinde farklı özellikte remineralizasyon görüntüleri sergiledikleri, remineralizasyonun Nano-hidroksiapatit ve Elmex gruplarında sırası ile daha homojen ve yoğun olarak gözlendiği, Theramed ve Oravive

gruplarında ise remineralizasyon alanları arasında yer yer boşluklar olduğu belirlenmiştir.

8. Günümüzde henüz deneysel aşamada olan ve bu çalışmada da etkinliği araştırılan Nano-hidroksiapatitin, remineralizasyon etkisi kanıtlanmış amin-fluorid içerikli Elmex materyaline benzer remineralizasyon özellikleri sergilemesi nedeni ile mine remineralizasyonunda başarı ile kullanılabilen yeni bir materyal grubu olacağı sonucuna varılmıştır.
9. DI-FOTI ve QLF yöntemlerinin başlangıç mine çürüklerinin klinik tanısında kullanılabilen güvenilir yöntemler olduğu belirlenmiştir.
10. Günümüzde sadece in-vitro olarak kullanılan μ CT yöntemi özellikle başlangıç mine çürüklerinin saptanması ve sayısal olarak ifade edilebilmesi, remineralizasyon sürecinde çürük yapısındaki değişimlerin üç boyutlu gözlenebilmesine olanak tanınması nedeni ile bu alandaki günümüz dişhekimliği araştırmaları için önemli bir yöntem olarak tanımlanmıştır.
11. DI-FOTI, QLF, μ CT yöntemleri arasında anlamlı bir korelasyon saptanmış ve bu modern tanı görüntüleme yöntemlerinin her birinin diş çürüğü tanısında güvenilirlikle kullanılabilceği belirlenmiştir

KAYNAKLAR

1. Akıncı T. Yerel florid uygulamalarında çeşitli yöntemler ve bu yöntemlerin klinik uygulamalar yönünden karşılaştırılması. İ.Ü. Diş Hek. Fak. Derg. 1995; 29: 223-226.
2. Akıncı T. Diş çürüklerinden korunmada çeşitli yerel florid uygulama yöntemlerinin karşılaştırılması. (Doktora Tezi) İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 1979.
3. Aktören O. Dişhekimiğinde florid. Dergi 2003; 89:30-31.
4. Al Khateeb S, Forsberg CM, de Josselin de Jong E, Angmar-Mansson B. A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesions in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998; 6(113): 595-602.
5. Al Khateeb S, ten Cate JM, Angmar-Mansson B, de Josselin de Jong E, Sundström G, Exterkate RAM, Oliveby A. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. Adv Dent Res 1997;11:502-506.
6. Anderson P, Elliott JC, Bose U, Jones SJ. A comparison of the mineral content of enamel and dentine in human premolars and enamel pearls measured by X-ray microtomography. Arch Oral Biol 1996; 3(41): 281-290.
7. Ando M, Der Veen MH, Schemehorn BR, Stookey GK. Comparative study to quantify demineralized enamel in deciduous and permanent teeth using laser- and light-induced fluorescence techniques. Caries Res 2001; 6(35): 464-470.
8. Angmar-Mansson BE, al Khateeb S, Tranaeus S. Caries diagnosis. J Dent Educ 1998; 10(62): 771-780.

9. Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ. Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 6(30): 298-307.
10. Arends J, Christoffersen J. The nature of early caries lesions in enamel. *J Dent Res* 1986; 1(65): 2-11.
11. Arnold WH, Dorow A, Langenhorst S, Gintner Z, Banoczy J, Gaengler P. Effect of fluoride toothpastes on enamel demineralization. *BMC Oral Health* 2006; (6): 8.
12. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J* 2001; 5(34): 390-398.
13. Bjelkhagen H, Sundstrom F, Angmar-Mansson B, Ryden H. Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swed Dent J* 1982; 1(6): 1-7.
14. Bonucci E. Ultrastructural organic-inorganic relationships in calcified tissues: cartilage and bone vs. enamel. *Connect Tissue Res* 1995; 1-3(33): 157-162.
15. Borczyk D, Piatowska D, Krzeminski Z. An in vitro study of affected dentin as a risk factor for the development of secondary caries. *Caries Res* 2006; 1(40): 47-51.
16. Borggreven JM, Lammers PC, Hoeks T, Zwanenburg B, Driessens FC. In vitro remineralization of caries lesions treated with surface-active phosphates. *Caries Res* 1991; 1(25): 34-38.
17. Bowen WH. Interpretation and use of microbiological findings in dental caries. *Oral Microbiol Immunol* 1986; 1(1): 82-86.

18. Bowen WH, Pearson SK. The effects of sucralose, xylitol, and sorbitol on remineralization of caries lesions in rats. *J Dent Res* 1992; 5(71): 1166-1168.
19. Brain EB. Rapid demineralisation for microscopy of tooth enamel and associated structures. *Br Dent J* 1967; 4(123): 177-181.
20. Buchalla W, Lennon AM, van der Veen MH, Stookey GK. Optimal camera and illumination angulations for detection of interproximal caries using quantitative light-induced fluorescence. *Caries Res* 2002; 5(36): 320-326.
21. Carlstroem D. Polarization Microscopy of dental enamel with reference to incipient carious lesions. *Adv Oral Biol* 1964; (42): 255-296.
22. Caufield PW. Dental caries: an infectious and transmissible disease where have we been and where are we going? *N Y State Dent J* 2005; 2(71): 23-27.
23. Charig A, Winston A, Flickinger M. Enamel mineralization by calcium-containing-bicarbonate toothpastes: assessment by various techniques. *Compend Contin Educ Dent* 2004; 9 Suppl 1(25): 14-24.
24. Clementino-Luedemann TN, Kunzelmann KH. Mineral concentration of natural human teeth by a commercial micro-CT. *Dent Mater J* 2006; 1(25): 113-119.
25. Collys K, Slop D, de Langhe L, Coomans D. A comparison of the influence of lanthanum and fluoride on de- and remineralization of bovine enamel in vitro. *J Dent Res* 1990; 2(69): 458-462.
26. Davis GR, Wong FS. X-ray microtomography of bones and teeth. *Physiol Meas* 1996; 3(17): 121-146.

27. de Josselin de Jong E, Sundstrom F, Westerling H, Tranaeus S, ten Bosch JJ, Angmar-Mansson B. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res* 1995; 1(29): 2-7.
28. de Long R, Douglas WH. An artificial oral environment for testing dental materials. *IEEE Trans Biomed Eng* 1991; 4(38): 339-345.
29. Dijkman GE, Arends J. Secondary caries in situ around fluoride-releasing light-curing composites: a quantitative model investigation on four materials with a fluoride content between 0 and 26 vol%. *Caries Res* 1992; 5(26): 351-357.
30. Donly KJ. Enamel and dentin demineralization inhibition of fluoride-releasing materials. *Am J Dent* 1994; 5(7): 275-278.
31. Dowker SE, Davis GR, Elliott JC. X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 4(83): 510-516.
32. Dumitrescu AL, Ionescu N. Study on the normal and pathologic structures of the hard dental tissues using the scanning electron microscope. *Rom J Morphol Embryol* 1996; 1-2(42): 123-130.
33. Eichmiller FC. Promising new dental materials on the horizon. *Compend Contin Educ Dent* 1997; 3(18): 254-6, 258, 260.
34. Eisenburger M, Hughes J, West NX, Shellis RP, Addy M. The use of ultrasonication to study remineralisation of eroded enamel. *Caries Res* 2001; 1(35): 61-66.
35. Elliott JC. Structure, crystal chemistry and density of enamel apatites. *Ciba Found Symp* 1997; (205): 54-67.

36. Erickson RL, Glasspoole EA. Model investigations of caries inhibition by fluoride-releasing dental materials. *Adv Dent Res* 1995; 3(9): 315-323.
37. Featherstone JD. Delivery challenges for fluoride, chlorhexidine and xylitol. *BMC Oral Health* 2006; (6 Suppl 1): S8.
38. Featherstone JD. Fluoride, remineralization and root caries. *Am J Dent* 1994; 5(7): 271-274.
39. Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *JADA* 2000; 131:887-899.
40. Featherstone JD, Glena R, Shariati M, Shields CP. Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res* 1990; (69 Spec No): 620-625.
41. Featherstone JD, Mellberg JR. Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. *Caries Res* 1981; 1(15): 109-114.
42. Featherstone JD, Rodgers BE. Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries Res* 1981; 5(15): 377-385.
43. Featherstone JD, Zero DT. An in situ model for simultaneous assessment of inhibition of demineralization and enhancement of remineralization. *J Dent Res* 1992; 71 : 804-810.
44. Gaffar A, Blake-Haskins JC, Sullivan R, Simone A, Schmidt R, Saunders F. Cariostatic effects of a xylitol/NaF dentifrice in vivo. *Int Dent J* 1998; 1(48): 32-39.
45. Gladwell J, Simmons D, Wright JT. Remineralization potential of a fluoridated carbamide peroxide whitening gel. *J Esthet Restor Dent* 2006; 4(18): 206-212.

46. Gmur R, Giertsen E, van d, V, de Josselin de JE, ten Cate JM, Guggenheim B. In vitro quantitative light-induced fluorescence to measure changes in enamel mineralization. *Clin Oral Investig* 2006; 3(10): 187-195.
47. Gonzalez EH, Yap AU, Hsu SC. Demineralization inhibition of direct tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 2004; 5(29): 578-585.
48. Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW, Jr., Balooch M. Mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale. *Arch Oral Biol* 2001; 2(46): 173-183.
49. Harper DS, Osborn JC, Clayton R, Hefferren JJ. Modification of food cariogenicity in rats by mineral-rich concentrates from milk. *J Dent Res* 1987; 1(66): 42-45.
50. Hartles RL, Leaver AG. The fluorescence of the teeth under ultraviolet irradiation. *Biochem J* 1953; (54): 632-633.
51. Heinrich-Weltzien R, Kuhnisch J, van d, V, de Josselin dJ, Stosser L. Quantitative light-induced fluorescence (QLF)-a potential method for the dental practitioner. *Quintessence Int* 2003; 3(34): 181-188.
52. Higham SM, Pretty IA, Edgar WM, Smith PW. The use of in situ models and QLF for the study of coronal caries. *J Dent* 2005; 3(33): 235-241.
53. Hildebrand T, Ruegsegger P. Quantification of Bone Microarchitecture with the Structure Model Index. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 1997; 1(1): 15-23.
54. Horowitz HS, İsmail Aİ. Topical fluorides in caries prevention. In: Fejerskow O, Ekstrand J, Burt BA. *Fluoride in dentistry* .2nd ed Munksgaard, Copenhagen, 1996:311-327.

55. Jaber L, Mascres C, Donohue WB. Reaction of the dental pulp to hydroxyapatite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 1(73): 92-98.
56. Jones RS, Darling CL, Featherstone JD, Fried D. Remineralization of in vitro dental caries assessed with polarization-sensitive optical coherence tomography. *J Biomed Opt* 2006; 1(11): 014-016.
57. Jones RS, Fried D. Remineralization of enamel caries can decrease optical reflectivity. *J Dent Res* 2006; 9(85): 804-808.
58. Keem S, Elbaum M. Wavelet representations for monitoring changes in teeth imaged with digital imaging fiber-optic transillumination. *IEEE Trans Med Imaging* 1997; 5(16): 653-663.
59. Koulourides T, Sims RM. Artificial caries studied with intermittent demineralizing and mineralizing treatments of teeth. *Ala J Med Sci* 1967; 3(4): 282-288.
60. Lagerweij MD, ten Cate JM. Remineralisation of enamel lesions with daily applications of a high-concentration fluoride gel and a fluoridated toothpaste: an in situ study. *Caries Res* 2002; 4(36): 270-274.
61. Lambrou DB, Tahos BS, Lambrou KD. In vitro studies of the phenomenon of tetracycline incorporation into enamel. *J Dent Res* 1977; 12(56): 1527-1532.
62. Lee WT, Cheung AY, Lau J, Lee SK, Qin L, Cheng JC. Bone densitometry: which skeletal sites are best predicted by bone mass determinants? *J Bone Miner Metab* 2004; 5(22): 447-455.
63. Lenz H. Electron microscopic investigations of the mineralization of dental enamel and of incipient enamel caries. *Arch Oral Biol* 1961; (4): 34-39.

64. Li C, Risnes S. SEM observations of Retzius lines and prism cross-striations in human dental enamel after different acid etching regimes. *Arch Oral Biol* 2004; 1(49): 45-52.
65. Lindblom K. On microtomography. *Acta Radiol* 1954; 6(42): 465-468.
66. liot-Licht B, Jean A, Gregoire M. Comparative effect of calcium hydroxide and hydroxyapatite on the cellular activity of human pulp fibroblasts in vitro. *Arch Oral Biol* 1994; 6(39): 481-489.
67. Lippert F, Parker DM, Jandt KD. In vitro demineralization/remineralization cycles at human tooth enamel surfaces investigated by AFM and nanoindentation. *J Colloid Interface Sci* 2004; 2(280): 442-448.
68. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for the detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 1999; 33(4):261-266.
69. Lynch RJ, Navada R, Walia R. Low-levels of fluoride in plaque and saliva and their effects on the demineralisation and remineralisation of enamel; role of fluoride toothpastes. *Int Dent J* 2004; 5 Suppl 1(54): 304-309.
70. Mannerberg F. The incipient carious lesion as observed in shadowed replicas ('en face pictures') and ground sections ('profile pictures') of the same teeth. *Acta Odontol Scand* 1964; (22): 343-363.
71. Marsh PD. The role of microbiology in models of dental caries. *Adv Dent Res* 1995; 3(9): 244-254.
72. Martens LC, Verbeeck RM. Mechanism of action of fluorides in local/topical application. *Rev Belge Med Dent* 1998; 1(53): 295-308.

73. Mc Comb D, Tam L. Diagnosis of occlusal caries:Part1. Conventional methods. J Can Dent Assoc 2001; 67: 454-457.
74. Meyer-Lueckel H, Tschoppe P, Kielbassa AM. Effect of various Ca(2+)/PO concentrations of linseed-based saliva substitutes on enamel in vitro. J Oral Rehabil 2006; 10(33): 760-766.
75. Oktay İ. Koruyucu uygulamaların ve tıbbi yaklaşımın dişhekimliği pratiğindeki yeri. TDBB 1998; 44:4-26.
76. O'Reilly MM, Featherstone JD. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987; 1(92): 33-40.
77. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. Int Endod J 2003; 2(36): 86-92.
78. Pretty IA. Caries detection and diagnosis: novel technologies. J Dent 2006; 10(34): 727-739.
79. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The use of QLF to quantify in vitro whitening in a product testing model. Br Dent J 2001; 10(191): 566-569.
80. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. Detection of in vitro demineralization of primary teeth using quantitative light-induced fluorescence (QLF). Int J Paediatr Dent 2002; 3(12): 158-167.
81. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The effect of ambient light on QLF analyses. J Oral Rehabil 2002; 4(29): 369-373.

82. Pretty IA, Hall AF, Smith PW, Edgar WM, Higham SM. The intra- and inter-examiner reliability of quantitative light-induced fluorescence (QLF) analyses. *Br Dent J* 2002; 2(193): 105-109.
83. Rainey JT. Air abrasion: an emerging standard of care in conservative dentistry. *Dent Clin North Am* 2002; 46:185-209.
84. Reynolds EC, Cain CJ, Webber FL, Black CL, Riley PF, Johnson IH, Perich JW. Anticariogenicity of calcium phosphate complexes of tryptic casein phosphopeptides in the rat. *J Dent Res* 1995; 6(74): 1272-1279.
85. Ringelberg ML, Tonascia JA. A regression model analysis of longitudinal dental caries data. *Community Dent Oral Epidemiol* 1976; 2(4): 70-76.
86. Risnes S. Growth tracks in dental enamel. *J Hum Evol* 1998; 4-5(35): 331-350.
87. Robinson C, Brookes SJ, Bonass WA, Shore RC, Kirkham J. Enamel maturation. *Ciba Found Symp* 1997; (205): 156-170.
88. Robinson C, Brookes SJ, Shore RC, Kirkham J. The developing enamel matrix: nature and function. *Eur J Oral Sci* 1998; (106 Suppl 1): 282-291.
89. Robinson C, Shore RC, Bonass WA, Brookes SJ, Boteva E, Kirkham J. Identification of human serum albumin in human caries lesions of enamel: the role of putative inhibitors of remineralisation. *Caries Res* 1998; 3(32): 193-199.
90. Rock WP, Kidd EA. The electronic detection of demineralisation in occlusal fissures. *Br Dent J* 1988; 8(164): 243-247.
91. Rodda JC, McGregor IG, McDowell JM. Remineralisation of artificial enamel lesions with a phosphate-fluoride solution. *N Z Dent J* 1979; 340(75): 80-86.

92. Romane D, Bendika Z, Senakola E, Davies RM, Ellwood RP, Pretty IA. The effect of video repositioning on the reliability of light-induced fluorescence imaging: an in vivo study. *Caries Res* 2005; 5(39): 397-402.
93. Roth KK, Struss N, Ahrens G. Histologic verification of the reliability of clinical caries diagnoses. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990; 12(45): 782-784.
94. Ruegsegger P, Elsasser U, Anliker M, Gnehm H, Kind H, Prader A. Quantification of bone mineralization using computed tomography. *Radiology* 1976; 1(121): 93-97.
95. Ruegsegger P, Koller B, Muller R. A microtomographic system for the nondestructive evaluation of bone architecture. *Calcif Tissue Int* 1996; 1(58): 24-29.
96. Ruegsegger P, Stebler B, Dambacher M. Quantitative computed tomography of bone. *Mayo Clin Proc* 1982; (57 Suppl): 96-103.
97. Sakoolnamarka R, Burrow MF, Kubo S, Tyas MJ. Morphological study of demineralized dentine after caries removal using two different methods. *Aust Dent J* 2002; 2(47): 116-122.
98. Sawyer KK, Donly KJ. Remineralization effects of a sodium fluoride bioerodible gel. *Am J Dent* 2004; 4(17): 245-248.
99. Schafer F. Evaluation of the anticaries benefit of fluoride toothpastes using an enamel insert model. *Caries Res* 1989; 2(23): 81-86.
100. Schemehorn BR, Orban JC, Wood GD, Fischer GM, Winston AE. Remineralization by fluoride enhanced with calcium and phosphate ingredients. *J Clin Dent* 1999; 1 Spec No(10): 13-16.

101. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res* 1997; 2(31): 103-110.
102. Schupbach P, Neeser JR, Golliard M, Rouvet M, Guggenheim B. Incorporation of caseinoglycomacropptide and caseinophosphopeptide into the salivary pellicle inhibits adherence of mutans streptococci. *J Dent Res* 1996; 10(75): 1779-1788.
103. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Mansson B. Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries Res* 2001; 1(35): 21-26.
104. Silverstone LM. Remineralization phenomena. *Caries Res* 1977; (11 Suppl 1): 59-84.
105. Simmelink JW, Abrigo SC. Crystal morphology and decalcification patterns compared in rat and human enamel and synthetic hydroxyapatite. *Adv Dent Res* 1989; 2(3): 241-248.
106. Simmer JP, Hu JC. Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *J Dent Educ* 2001; 9(65): 896-905.
107. Spitzer D, Bosch JT. The absorption and scattering of light in bovine and human dental enamel. *Calcif Tissue Res* 1975; 2(17): 129-137.
108. Staninec M, Giles WS, Saiku JM, Hattori M. Caries penetration and cement thickness of three luting agents. *Int J Prosthodont* 1988; 3(1): 259-263.
109. Stodt T, Attin T. Bitewing examinations as a part of preventive dentistry--a review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2004; 9(114): 882-889.

110. Stookey GK, Jackson RD, Ferreira Zandona AG, Analoi M. Dental caries diagnosis. *Dent Clin North Am.*1999;43:665-676.
111. Stookey GK, Warrick JM, Miller LL, Greene AL. Animal caries models for evaluating fluoride dentifrices. *Adv Dent Res* 1995; 3(9): 198-207.
112. Sundstrom B, Zelander T, Lobo R. Some observations on the morphology of in vitro decalcified incipient enamel caries. *Odontol Revy* 1972; 1(23): 1-7.
113. Svejda J, Bures H. Variation in the prismatic arrangement of dental enamel surfaces. *Z Mikrosk Anat Forsch* 1974; 4(88): 681-689.
114. Tanzer JM. Xylitol chewing gum and dental caries. *Int Dent J* 1995; 1 Suppl 1(45): 65-76.
115. ten Bosch JJ, van der Mei HC, Borsboom PC. Optical monitor of in vitro caries. A comparison with chemical and microradiographic determination of mineral loss in early lesions. *Caries Res* 1984; 6(18): 540-547.
116. ten Cate JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand* 1999; 6(57): 325-329.
117. ten Cate JM. In situ models, physico-chemical aspects. *Adv Dent Res* 1994; 2(8): 125-133.
118. ten Cate JM, Featherstone JD. Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *Crit Rev Oral Biol Med* 1991; 3(2): 283-296.
119. ten Cate JM, Marsh PD. Procedures for establishing efficacy of antimicrobial agents for chemotherapeutic caries prevention. *J Dent Res* 1994; 3(73): 695-703.

120. ten Cate JM, Shariati M, Featherstone JD. Enhancement of (salivary) remineralization by 'dipping' solutions. *Caries Res* 1985; 4(19): 335-341.
121. ten Cate JM, Timmer K, Shariati M, Featherstone JD. Effect of timing of fluoride treatment on enamel de- and remineralization in vitro: a pH-cycling study. *Caries Res* 1988; 1(22): 20-26.
122. Thylstrup A, Fejerskov O, Larsen MJ. Polarized light microscopy of enamel structure in incisors from newborn infants. *Scand J Dent Res* 1976; 5(84): 243-254.
123. Tranaeus S, Al Khateeb S, Bjorkman S, Twetman S, Angmar-Mansson B. Application of quantitative light-induced fluorescence to monitor incipient lesions in caries-active children. A comparative study of remineralisation by fluoride varnish and professional cleaning. *Eur J Oral Sci* 2001; 2(109): 71-75.
124. Tranaeus S, Shi XQ, Lindgren LE, Trollsas K, Angmar-Mansson B. In vivo repeatability and reproducibility of the quantitative light-induced fluorescence method. *Caries Res* 2002; 1(36): 3-9.
125. Tsanidis V, Koulourides T. An in vitro model for assessment of fluoride uptake from glass-ionomer cements by dentin and its effect on acid resistance. *J Dent Res* 1992; 1(71): 7-12.
126. Üçok-Aytepe Z. Başlangıç halindeki mine çürüğünün tedavisi. (Doktora Tezi) İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 1980.
127. Vaarkamp J, ten Bosch JJ, Verdonschot EH. Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Res* 1995; 1(29): 8-13.
128. van der Veen MH, ten Bosch JJ. Autofluorescence of bulk sound and in vitro demineralized human root dentin. *Eur J Oral Sci* 1995; 6(103): 375-381.

129. van der Veen MH,ten Bosch JJ. The influence of mineral loss on the auto-fluorescent behaviour of in vitro demineralised dentine. *Caries Res* 1996; 1(30): 93-99.
130. Wakabayashi K, Sohmura T, Nakamura T, Kojima T, Kinuta S, Takahashi J, Yatani H. New evaluation method by microfocus radiograph CT for 3D assessment of internal adaptation of all-ceramic crowns. *Dent Mater J* 2005; 3(24): 362-367.
131. Walker G, Cai F, Shen P, Reynolds C, Ward B, Fone C, Honda S, Koganei M, Oda M, Reynolds E. Increased remineralization of tooth enamel by milk containing added casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dairy Res* 2006; 1(73): 74-78.
132. Wefel JS. Effects of fluoride on caries development and progression using intra-oral models. *J Dent Res* 1990; (69 Spec No): 626-633.
133. Wenzel A, Larsen MJ, Fejerskov O. Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs, and digitized radiographs. *Caries Res* 1991; 5(25): 365-371.
134. White DJ. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. *Caries Res* 1987; 3(21): 228-242.
135. Yamagishi K, Onuma K, Suzuki T, Okada F, Tagami J, Otsuki M, Senawangse P. Materials chemistry: a synthetic enamel for rapid tooth repair. *Nature* 2005; 7028(433): 819.
136. Yang J,Dutra V. Utility of radiology, laser fluorescence, and transillumination. *Dent Clin North Am* 2005; 4(49): 739-752.

137. Yılmaz KS. Kazeinglikopeptid solüsyonlarının başlangıç çürükleri üzerindeki etkinliğinin araştırılması.(Doktora Tezi).İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 2003.
138. Young DA. New caries detection technologies and modern caries management: merging the strategies. Gen Dent 2002; 4(50): 320-331.
139. Young DA, Featherstone JD. Digital imaging fiber-optic trans-illumination, F-speed radiographic film and depth of approximal lesions. J Am Dent Assoc 2005; 12(136): 1682-1687.
140. Zero DT. In situ caries models. Adv Dent Res 1995; 3(9): 214-230.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

| | | | |
|-----------------|------------------------|------------------|-------------|
| Adı | SEDA | Soyadı | KINSUN |
| Doğ.Yeri | İSTANBUL | Doğ.Tar. | 19.09.1977 |
| Uyruğu | T.C. | TC Kim No | |
| Email | sedakinsun@hotmail.com | Tel | 05327911320 |

Eğitim Düzeyi

| | Mezun Olduğu Kurumun Adı | Mez. Yılı |
|-----------------|--|-----------|
| Doktora | | |
| Yük.Lis. | İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi | 2000 |
| Lisans | | |
| Lise | Özel Bilfen Lisesi | 1995 |

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

| | Görevi | Kurum | Süre (Yıl - Yıl) |
|----|------------------------------|-------------------------------|------------------|
| 1. | Araştırma Görevlisi | İ.Ü Dişhekimliği Fakültesi | 2001-2007 |
| 2. | Visiting Research Assisstant | Ludwig Maximilians University | 2004-2006 |
| 3. | | | - |

| Yabancı Dilleri | Okuduğunu Anlama* | Konuşma* | Yazma* | KPDS/ÜDS Puanı | (Diğer) Puanı |
|-----------------|-------------------|----------|--------|----------------|---------------|
| İngilizce | İyi | İyi | İyi | 87 | |
| Almanca | İyi | İyi | Orta | | |

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

| | Sayısal | Eşit Ağırlık | Sözel |
|----------------------|---------|--------------|-------|
| LES Puanı | 66 | 65 | 64 |
| (Diğer) Puanı | | | |

Bilgisayar Bilgisi

| Program | Kullanma becerisi |
|----------------------------|-------------------|
| Windows | iyi |
| Görüntü analiz programları | iyi |
| Microsoft Office | iyi |

Yayımları/Tebligleri Sertifikaları/Ödülleri

1. **Kinsun S**, Aktören O, Dabanoglu A. Comparison of μ TBS of different adhesive systems. J Dent Res 2004;83(Spec Iss B):261.
2. Bulut B, **Kinsun S**, Aktoren O. Prevalance of dental erosion in 7-12 year old children. J Dent Res 2004;83 (Spec Iss B):320.
3. **Kinsun S**, Dabanoğlu A, Aktoren O, Gençay K. Effects of thermocycling and occlusal loading on microleakage of fissure sealants. J Dent Res 2003,82(Spec Iss B):60.
4. **Kinsun S**, Aktoren O, Gençay K, Dabanoğlu A. Assessment of the penetration depth of anOrmocer based fissure sealant. Pan European Federation Meeting Abstracts, 2002;688.
5. Aktören O, **Kinsun S**, Seymen F, Kuru N. Assessment of dental caries and erosion in children with phenylketonuria. International Journal of Paediatric Dentistry 2005;15(Suppl.2) :40.
6. Aktören O, **Kinsun S**. Endodontide Laser Kullanımı. İ.Ü.Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2004; 38:59-67.
7. **Kinsun S**, Dabanoğlu A, Aktören O, Gençay K. Fissür örtücülerin mikrosızıntı analizinde termosiklus ve okluzal yüklemenin etkisi.Türk Pedodonti Derneği 13.Bilimsel Kongresi Özet Kitabı;2003:10.
8. **Kinsun S**, Aktören O, Seymen F. Fenilketonürlü çocukların çürük ve erozyon açısından incelenmesi. Türk Pedodonti Derneği 13.Bilimsel Kongresi Özet Kitabı;2003;3-3.
9. IADR-CED tarafından "Seyahat Bursu" (CED Travel Stipend) 2002. "Assessment of the penetration of an ormocer based fissure sealant" isimli poster ile.

Özel İlgi Alanları (Hobileri):

Seyahat etmek, kitap okumak, müzik dinlemek.