

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

REZİN İÇERİKLİ YAPIŞTIRICI SİMANLAR İLE DİŞ SERT DOKULARI
ARASINDA OLUŞABİLECEK FİZİKO-KİMYASAL BAĞLANMALAR VE
BUNLARIN ÇÜRÜK OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Programı

Doktora Tezi

Diş Hekimi
Elif FİLİZ YAŞA

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayşegül DEMİRBAŞ KAYA

İZMİR
2011

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

REZİN İÇERİKLİ YAPIŞTIRICI SİMANLAR İLE DİŞ SERT DOKULARI
ARASINDA OLUŞABİLECEK FİZİKO-KİMYASAL BAĞLANMALAR VE
BUNLARIN ÇÜRÜK OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Programı

Doktora Tezi

Diş Hekimi
Elif FİLİZ YAŞA

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayşegül DEMİRBAŞ KAYA

İZMİR
2011

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

(Adı Soyadı)

(İmza)

Başkan : Prof. Dr. Ayşegül DEMİRBAŞ KAYA
(Danışman)



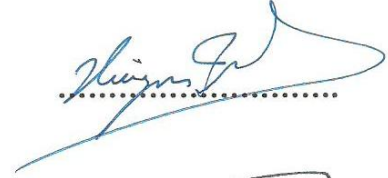
Üye : Prof. Dr. Ferit ÖZATA



Üye : Doç. Dr. Özlem SÖĞÜT



Üye : Prof. Dr. Hüseyin TEZEL



Üye : Prof.Dr. Hüma ÖMÜRLÜ



Doktora Tezinin Kabul Edildiği Tarih: 30/09/2011....

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca bana yol gösteren, bilgi, tecrübe ve desteğini benden esirgemeyen doktora tez danışmanım **Prof. Dr. Ayşegül DEMİRBAŞ KAYA'** ya;

Doktora Tez İzleme Komitesinde yer alan tezimin tüm aşamalarında olumlu katkı ve eleştiriler yapan Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Prof. Dr. Ferit ÖZATA'** ya ve Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Doç. Dr. Özlem SÖĞÜT'** e;

İhtiyacım olduğu her an bilgi ve düşüncelerine başvurduğum, her konuda yanımda olduğunu hissettiğim Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Prof. Dr. Hüseyin TEZEL'** e;

Doktora eğitimim boyunca bana her türlü desteği veren Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda görev yapan **tüm öğretim üyelerine**;

Tezimin flor salımı çalışmasında gerekli laboratuvar ortamı ve cihazlarını kullanmam için yardımlarını esirgemeyen Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim Üyesi **Doç. Dr. Zekerya DURSUN'** a ve Öğretim Görevlisi **Şükriye ULUBAY'** a;

Tez çalışmamın SEM-WDS analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Uzmanı **İhsan AKŞİT'** e;

İstatistik analizlerinin yapılmasında ve değerlendirilmesinde katkılarından dolayı Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Yard. Doç. Dr. Timur KÖSE'** ye;

Doktora eğitimim süresince destek ve anlayışlarını esirgemeyen **tüm çalışma arkadaşlarıma**;

Hayatım boyunca hep yanımda olan ve bana her türlü desteği gösteren sevgili annem ve babam, **Nermin ve Turhan FİLİZ'** e;

Doktora eğitimine beraber başladığım, bana olan sevgisi ve güveniyle her zaman yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim **Dr. Bilal YAŞA'** ya

TEŞEKKÜR EDERİM.

İzmir - 2011

Dt. Elif FİLİZ YAŞA

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vi
RESİMLER DİZİNİ.....	vii
GRAFİKLER DİZİNİ	viii

1. BÖLÜM

GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	3
1.1. Konservatif Tedavide İndirekt Adeziv Restorasyonlar	3
1.1.1. İndirekt Restoratif Materyaller	4
1.1.1.1. Seramik Restorasyonlar	4
1.1.1.2. İndirekt Kompozit Restorasyonlar	7
1.2. Yapıştırma Simanları.....	9
1.2.1. Cam İyonomer Simanlar	10
1.2.2. Resin Modifiye Cam İyonomer Simanlar.....	12
1.2.3. Poliasit Modifiye Kompozit Resin Simanlar (Kompomerler).....	12
1.2.4. Resin İçerikli Yapıştırıcı Simanlar	13
1.2.4.1. Organik Matris (Organik Faz).....	15
1.2.4.2. İnorganik Doldurucular (İnorganik Faz).....	16
1.2.4.3. Ara Faz	17
1.2.4.4. Resin İçerikli Yapıştırıcı Simanların Avantajları	17
1.2.4.5. Resin İçerikli Yapıştırıcı Simanların Dezavantajları	18
1.2.4.6. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Resin Simanlar.....	19
1.2.4.7. Işık ile Polimerize Olan Resin Simanlar	19
1.2.4.8. Kimyasal ve Işıkla Polimerize Olan Resin Simanlar	20
1.3. Diş Çürüğü	22

1.3.1. Yüzey Zonu.....	24
1.3.2. Lezyon Gövdesi	24
1.3.3. Koyu Zon	25
1.3.4. Yarı Saydam (Transludent) Zon.....	25
1.3.5. Sekonder Çürük	26
1.3.6. Yapay Çürük Oluşturma Yöntemleri	27
1.3.6.1. In-vitro Kimyasal Yöntemler	28
1.3.6.2. In-vitro Bakteriyolojik Yöntemler	29
1.4. Diş Sert Dokuları.....	30
1.4.1. Mine	30
1.4.1.1. Minenin Histolojik Yapısı.....	30
1.4.1.2. Minenin Biyokimyasal Yapısı.....	32
1.4.1.2.1. Minenin İnorganik Yapısı	32
1.4.1.2.1.1. Minenin Major İnorganik Bileşenleri	32
1.4.1.2.1.2. Minenin Minor İnorganik Bileşenleri	34
1.4.1.2.2. Minenin Organik Yapısı	35
1.4.1.2.3. Minenin Organo-İnorganik Yapısı	36
1.4.1. Dentin.....	36
1.4.1.1. Dentinin Histolojik Yapısı	36
1.4.1.2. Dentinin Biyokimyasal Yapısı	37
1.4.1.2.1. Dentinin İnorganik Yapısı	37
1.4.1.2.1.1. Dentinin Major İnorganik Bileşenleri.....	37
1.4.1.2.1.2. Dentinin Minör İnorganik Bileşenleri	37
1.5. Florür	38
1.5.1. Plakta ve Çevre Dokulardaki Florür	39
1.5.1.1. Tükürükteki Florür	39
1.5.1.2. Bakteriyel Plaktaki Florür	40

1.5.2. Diş Sert Dokularında Florür	41
1.5.2.1. Mine Dokusunda Florür	41
1.5.2.2. Dentin Dokusunda Florür.....	43
1.5.3. Florürün Çürük Önleyici Mekanizması	44
1.5.3.1. Florürün Demineralizasyon ve Remineralizasyon Üzerine Etkisi	45
1.5.3.2. Florürün Bakteri Plağına Etkisi.....	47
1.5.4. Diş Sert Dokularındaki Florür Konsantrasyonunun Ölçülmesi.....	47
1.5.4.1. Flor Elektrodu	49
1.5.4.2. Elektron Prob Mikroanalizi (EPMA).....	50

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM	52
2.1. Dişlerin Hazırlanması.....	52
2.2. Porselen Blokların Hazırlanması.....	54
2.3. Porselen Blokların Simantasyonu	55
2.3.1. Panavia F 2.0 Simantasyonu.....	56
2.3.2. Variolink II Simantasyonu.....	57
2.3.3. Clearfil Esthetic Cement Simantasyonu	59
2.4. Flor Geçiş ve Kalsiyum Kaybı Analizi İçin Örneklerin Hazırlanması	61
2.5. Diş Dokularına Geçen Florür Miktarının Saptanması.....	63
2.6. Kalsiyum Kaybı Analizi	66
3.7. Flor Salımı.....	67
3.8. İstatistiksel Analizler	70

3. BÖLÜM

BULGULAR.....	71
3.1 Rezin Simanlardan Mine ve Dentin Dokularına Geçen Florür Miktarına Ait Bulgular	71
3.1.1. Mine Dokusuna Geçen Florür Miktarına Ait Bulgular.....	71
3.1.2. Dentin Dokusuna Geçen Florür Miktarına Ait Bulgular	73
3.2. Dişlerde Yapay Çürük Oluşturularak Belirlenen Kalsiyum Kayıplarına Ait Bulgular	75
3.3. Rezin Simanlardan Yapay Tükürük Ortamına Salınan Flor Miktarına Ait bulgular.....	81

4. BÖLÜM

TARTIŞMA	88
----------------	----

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	107
---------------------------	-----

6. BÖLÜM

ÖZET	109
ABSTRACT.....	111

7. BÖLÜM

KAYNAKLAR	113
ÖZGEÇMİŞ	138

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Minede demineralizasyon ve remineralizasyon.....	23
Şekil 1.2 Hidroksil apatitin altıgen yapısı	33
Şekil 1.3 Kristalografik birim hücre	33
Şekil 1.4 Minedeki florür oranları.....	43
Şekil 1.5 Dentin dokusunda florür	44
Şekil 2.1 Mine ve dentinde ölçüm yaptığımız alanlar.....	65

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1 Minenin major ve minor inorganik bileşenleri	35
Tablo 1.2 Dentinin major ve minor inorganik bileşenleri.....	38
Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan rezin simanlar ve içerikleri.....	55
Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan yapay tükürüğün formülü.....	61
Tablo 3.1 Mine dokusuna geçen florür miktarları	72
Tablo 3.2 Dentin dokusuna geçen florür miktarları	74
Tablo 3.3 Dişlerde meydana gelen kalsiyum kayıpları	75
Tablo 3.4 Kalsiyum kayıplarının günler içerisindeki p değerler.....	79
Tablo 3.5 Kümülatif kalsiyum kayıpları	80
Tablo 3.6 Simanlardan salınan flor miktarları	82
Tablo 3.7 Variolink II' deki günlerin ikili karşılaştırmaları sonucu ortaya çıkan farklar	86
Tablo 3.8 Panavia F' teki günlerin ikili karşılaştırmaları sonucu ortaya çıkan farklar	87

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1.1 Minenin balık pulu görünümü	31
Resim 2.1 Akrile gömülü diş örneği	53
Resim 2.2 Dişlerin ikiye bölünmüş hali	53
Resim 2.3 Dişlerin ikiye bölünmesi	53
Resim 2.4 Dörde bölünmüş diş parçaları	53
Resim 2.5 Çalışmada kullanılacak olan dişlerin görüntüsü	54
Resim 2.6 Porselen bloklar	54
Resim 2.7 Blokların ultrasonik banyoda temizlenmesi	54
Resim 2.8 a,b,c Porselen yüzeyinin hazırlanması (Panavia F)	56
Resim 2.9 a,b Diş yüzeyinin hazırlanması (Panavia F)	57
Resim 2.10 Porselen yüzeyinin hazırlanması (Variolink II)	58
Resim 2.11 a,b,c,d Diş yüzeyinin hazırlanması (Variolink II)	58
Resim 2.12 a,b Porselen yüzeyinin hazırlanması (Esthetic Cement)	59
Resim 2.13 a,b Diş yüzeyinin hazırlanması (Esthetic Cement)	60
Resim 2.14 a,b,c Örneklerin simantasyonu	60
Resim 2.15 Örneklerin 90 gün sonunda tekrardan akrile yerleştirilmiş hali	62
Resim 2.16 Örneklerin isometre dişin uzun aksına paralel bölünmesi	62
Resim 2.17 Örneklerin bölünmüş görüntüsü	63
Resim 2.18 Flor analizinin yapıldığı SEM-WDS cihazı	65
Resim 2.19 a,b Örneklerin karbonla kaplandığı cihaz	64
Resim 2.20 Mumla kapladığımız dişlere örnekler	66
Resim 2.21 Flor salımlarını ölçtüğümüz iyon analizatörü	68

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 2.1 Oluşturduğumuz kalibrasyon grafiğine örnek	69
Grafik 3.1 Mine dokusuna geçen florür miktarları	72
Grafik 3.2 Dentin dokusuna geçen florür miktarları	74
Grafik 3.3 Panavia F grubuna ait kalsiyum kayıpları	76
Grafik 3.4 Variolink II grubuna ait kalsiyum kayıpları	76
Grafik 3.5 Esthetic Cement grubuna ait kalsiyum kayıpları	77
Grafik 3.6 Kontrol grubuna ait kalsiyum kayıpları	77
Grafik 3.7 Günlerdeki kalsiyum kayıplarının karşılaştırılması	79
Grafik 3.8 Gruplardaki toplam kalsiyum kayıpları	80
Grafik 3.9 Kümülatif kalsiyum kayıpları	81
Grafik 3.10 Materyallerden salınan günlük flor miktarları	83
Grafik 3.11 Variolink II ve Esthetic Cement' ten salınan flor oranları	84

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzde estetik beklentilerin artmasıyla lamina vener ve indirekt inley-onley restorasyonların klinikte uygulama alanları artmıştır. Tam seramik sistemlerinin gelişimine paralel olarak da geleneksel simanlara oranla daha az mikrosızıntı ve daha uzun klinik ömre sahip olan rezin içerikli yapıştırma simanlarında büyük gelişmeler kaydedilmiştir (27,132,180,216).

Cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, poliasit modifiye kompozit rezin ve kompozit rezinler gibi çeşitli restoratif materyallerin florür içerdikleri ve flor salımı yaptıkları bilinmektedir. Aynı şekilde rezin içerikli yapıştırma simanlarının da içeriğinde florür bulunduğu ve flor salımı yaptıkları bildirilmiştir (83).

Genel olarak tüm restorasyonların başarısızlık nedenlerinin başında sekonder çürük oluşumu gelmektedir (44,159) . Restorasyonun marjinde veya dışın aksiyel duvarındaki diş sert dokularında meydana gelen demineralizasyon sonucu sekonder çürük gelişebilmektedir. Demineralizasyonun durdurulabildiği ve remineralizasyonun sağlanabildiği durumlarda sekonder çürük oluşumunun da azaldığı gösterilmektedir (32).

Yapıştırma simanlarının sertleşme reaksiyonu sırasında oluşan büzülme yönündeki boyutsal değişimler sonucu, marjinal bölgede mikroçatlaklar oluşabilir ve

bu bölgeden mikrosızıntı gelişebilir. Restorasyonların marjinal aralığında siman-diş arayüzeyi boyunca geçiş yapabilecek mikroorganizmaların demineralizasyona neden olduğu, ancak yapıştırma simanlarından serbestleşen florun diş sert dokularına geçerek demineralizasyonu durdurduğu ve remineralizasyonu sağladığı belirtilmiştir (32,195).

Flor içeren rezin yapıştırma simanlarından diş sert dokularına geçtiği bildirilen ve ortama salınan florun sekonder çürüğün önlenmesi yada azaltılabilmesinde yararlı olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızın amacı, florür içeren simanlardan mine ve dentin dokularına geçişin gerçekleşip gerçekleşmediğinin; materyallerden ortama salınan flor miktarının; diş dokularına geçtiği bildirilen ve ortama salınan florun çürük oluşumu üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Konservatif Tedavide İndirekt Adeziv Restorasyonlar

Günümüz konservatif tedavi kliniğinde lamina vener ve indirekt inley/onley adeziv uygulamalar, restoratif tedaviler arasında geniş ve önemli bir yer tutmaktadır. Bu restorasyonlar arasında, hastaların giderek artan estetik talepleri nedeniyle kompozit ve seramik inley/onley restorasyonlar metal restorasyonlara göre daha çok tercih edilmektedir (40). Polimerizasyon büzülmesini ağız ortamı dışında tamamlayan kompozit ve polimerizasyon büzülmesinin çok ince bir tabaka rezin siman ile sınırlı olduğu seramik restorasyonlar, direkt kompozit restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesinden kaynaklanan olumsuz etkilerin minimuma indiği ve aproksimal kontakt, okluzal anatomi ve kenar uyumu açısından mükemmele yakın bir sonucun elde edilebileceği restorasyonlardır (120,155,202).

Kompozit ve seramik restorasyonların klinik başarısı,

1. Materyallerin (seramik ve kompozit) özelliklerine,
2. Bağlanma sağlanacak diş sert dokusu ile lezyonun/preparasyonun genişliği ve sınırlarına,
3. Kompozit, seramik materyalleri ile diş sert dokusu arasındaki adezyona,
4. Uygulanan yöntemin teknik hassasiyeti gibi parametrelere bağlıdır (116).

1.1.1. İndirekt Restoratif Materyaller

1.1.1.1. Seramik Restorasyonlar

Seramik materyali estetik, aşınmaya direnç (137,149), biyouyumluluk (175), termal genleşme katsayısı ve ısı iletkenliği gibi fiziksel özelliklerinin diş sert dokusuna yakın olması (20), radyolusent olması, ağızda galvanik akıma neden olmaması ve basma kuvvetlerine dayanımının yüksek olması gibi avantajlarının yanı sıra kırılma dezavantajına da sahiptir (205). Seramiklerin estetik özelliklerini arttıran içeriğindeki cam oranı, dayanıklılığını arttıran ise içeriğindeki kristalin miktardır. Seramikler içeriklerine göre:

- Cam seramikler (feldspatik seramikler ya da alüminasilikat cam)
- Partikül doldurulmuş cam seramikler
- Polikristalin seramikler olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır.

Cam seramiklerin cam içeriği yüksek olduğundan estetik özellikleri mevcuttur; ancak atomların dizilişi düzgün olmadığından kırılma oldukları bilinmektedir (140). Cam seramiklerin içine kristalin, alümina, lösit, mika, lityum disilikat maddeleri mekanik olarak ilave edildiğinde ‘partikül doldurulmuş cam seramikler’ adını almaktadırlar. Bu gruptaki Dicor’un içeriğinde % 55 mika kristalleri, Empress’in içeriğinde %17- 25 lösit, Empress II nin içeriğinde %70 lityum disilikat, In-ceram-Vita’nın içeriğinde ise alümina vardır. Kristalin cam seramiklerin mekanik özelliklerini geliştirmektedir, işlenebilirliğini arttırmaktadır. Alümina katılmış cam seramiklerin esneklik dayanımı diğer cam seramiklerden 4 kat daha fazladır ve bu sebepten ötürü kor yapımında da kullanılmaktadırlar (73). Polikristalin seramikler ise

cam içermezler, atomlar düzenli ve yoğun dizildiğinden dayanıklı ve dirençlidir. Bu materyalin içinde kırık ya da çatlak güçlkle ilerleyebilmektedir (98). Estetik özellikleri opak olmalarından dolayı zayıf olarak kabul edilmektedir. Genelde cam seramiklerin alt yapısı, sinterlenmemiş bloklardan, yarı sinterlenmiş bloklardan ve tam sinterlenmiş bloklardan üretilmektedir.

Seramik restorasyonlardaki başarıyı etkileyen faktörler, seramik restorasyonların mekanik özellikleri, preparasyonun şekli ve simantasyonda kullanılan sistemin hem restorasyona hem de diş iyi ve uzun süre bağlanmasıyla doğru orantılıdır (149,213). Seramik inley/onley restorasyonlarda aşınmaya ve okluzal kuvvetlere dirençli partikül doldurulmuş cam seramikler, estetiğin ön planda olduğu viner restorasyonlarda ise cam seramikler tercih edilmektedir. Seramikler diş yüzeyinde herhangi bir işlem gerektirmeden örneğin cam-iyonomer simanı ile diş sert dokusuna pasif olarak veya asitlemenin ardından adeziv sistem ve/veya rezin siman uygulaması ile aktif olarak bağlanabilmektedir (149).

Pasif simantasyonda cam iyonomer simanının yapısındaki zayıf polialkenoik asit ile diş sert dokusunun yüzeyi temizlenmektedir, kısmen elde edilen demineralizasyon ile mikroporöziteler oluşmaktadır ve rezidüel hidroksiapatit (hidroksiapatitin kalsiyumu) ile cam iyonomer kimyasal reaksiyona girmektedir (207). Cam iyonomer simanların içeriğindeki polikarboksil bazlı polimerlerin yüksek moleküler ağırlıkları sebebiyle dentine penetre olma potansiyeli sınırlı bulunmuştur (207). Cam iyonomer ile simante edilen seramiklerin flor salımı ile sekonder çürüğü önlediği öne sürülse de en büyük problemin, simanın ara yüzeyinde meydana gelen aşınma olduğu bilinmektedir (158). Cam iyonomer simanlar ile self-etch adeziv simanlar diş sert dokusunda benzer bağlanma değerleri göstermektedir (207).

1984 yılında Horn tarafından seramiklerin asitle pürüzlendirilebilmesinin ortaya atılması bu konuda yeni bir çıkış açmış ve silika bazlı feldspatik ile cam seramiklerin dış sert dokusuna aktif olarak bağlanabilmesi (adeziv simantasyon) sağlanmıştır (15,114). Hidroflorik asit uygulamasını takiben gerçekleştirilen silan uygulaması ise silanın içeriğindeki metakrilat grubun adezivin içeriğindeki metakrilat grup ile reaksiyona girmesi ile bir zincir oluşturmaktadır. Bu zincir daha sonra uygulanan adeziv sistem ve rezin simanın içeriğindeki metakrilat grupları ile polizincir meydana getirmektedir (98). Silan uygulamasının, rezin simanın asitlenmiş seramiğe bağlanmasını arttırdığı çalışmalarla desteklenmiştir (97). Son dönemlerde seramik primeri adı altında yeni bir ürün geliştirilmiştir. Bu seramik primerinin içinde γ -methacryloxypropyltrimethoxysilane (γ -MPS) ve katalizör görevi gören asidik monomer olduğu bilinmektedir (2,173). Çalışmalar özellikle alüminyum oksit içeren seramiklerin mekanik olarak pürüzlendirilmesine veya asitlenmesine gerek kalmadan bu primerin uygulanması ile bağlanma sağlanabildiğini bildirmektedir (66,100,173).

Adeziv simantasyon seramik restorasyonların kırılma ve okluzal kuvvetlere karşı direncini arttırmaktadır (39,177,186). Bu yöntemde kompozit restorasyonların aksine polimerizasyon büzülmesi çok ince bir tabaka rezin siman ile sınırlıdır (120). Bağlanmanın iyi ve uzun süreli olabilmesi için rezin siman kalınlığının olabildiğince ince olması istenir. Bu durum kenar uyumunun, dayanıklılığın ve estetiğinin artmasını sağlamaktadır. Rezin simanın polimerizasyon büzülmesinin fazla olması ve rezin simanın aşınması sonucunda kenar uyumunun bozulması renklenmelere, mikrosızıntıya, sekonder çürüğe ve seramikte ya da dişte kırılmaya sebep olmaktadır (72).

Seramik restorasyonların aşınmaya karşı yüksek dirence sahip olması, estetik özellikleri ve biyouyumlulukları kompozit restorasyonlar ile karşılaştırıldıklarında en büyük avantajlarıdır. Ancak kırılmalarının önlenmesi için diş ile uyumlarının çok iyi olması gerekmektedir. Seramik restorasyonlarda en sık karşılaşılan komplikasyon vital dişlere aktif simantasyonları sırasında, diş uyumsuzluk riskinden ötürü kullanılan adeziv sistemin polimerize edilmemesi sonucu oluşabilen postoperatif hassasiyet olduğu bilinmektedir (68,80).

1.1.1.2. İndirekt Kompozit Restorasyonlar

İndirekt kompozit restorasyonlar, direkt kompozit restorasyonlara göre polimerizasyon büzülmesinin ve artık monomer miktarının minimuma indirilmiş olması, materyalin manipülasyonunun kolay olması, diş rengine çok yakın bir estetik elde edilebilmesi, okluzal uyumunun daha kolay sağlanması, içbükey bölgelere daha iyi adaptasyon, karşı dişte aşınmaya sebep olmaması, dişle eşdeğer aşınmaya sahip olması, gerektiğinde de simantasyonunun kolay olması, tamir edilebilmesi, cilalama ve bitirme işlemlerinin klinikte yapılabilir olması ve seramik restorasyonlara göre daha ekonomik olması nedeniyle pratikte sıklıkla tercih edilen restorasyonlardır (55,92,201). Işıkla, özel bir fırında ısı ve basınçla veya özel bir fırında sadece ısı ile polimerizasyonun devam ettiği bu sistemler, daha sonra dual cure rezin simanlar ile simante edilmektedirler.

Geleneksel kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini arttırmaya yönelik çalışmalar 2. jenerasyon laboratuvar kompozitleri veya ‘polyglass’ olarak adlandırılan dental seromerlerin yani seramik polimerlerinin gelişmesini sağlamıştır (CERamic Optimized polyMERS). Seramik polimerler geleneksel kompozit

rezinlere göre yüksek aşınma direncine sahip, mikrocamlar içeren ışıkla polimerize olan materyallerdir. Bu sistemlerin temel yapıları kompozit ile aynı olmakla birlikte matriks yapıyı güçlendirmek amacıyla geleneksel direkt ve indirekt kompozitlere oranla daha yüksek oranda inorganik doldurucu içermesidir. Geleneksel kompozit rezinlerin organik yapısı bifonksiyonel BIS-GMA molekülleri içerirken, seromer teknolojisi polifonksiyonel gruplar içermektedir. Bu yapı yüksek oranda çapraz bağlanmalar ve çift bağ dönüşümü meydana getirerek materyalin direncini arttırmaktadır. Doldurucu olarak genellikle matriks ile güçlü kovalent bağlar oluşturabilmeleri için silanol grubu içeren silikondioksit (SiO_2) ve baryum alüminyum silikat camları kullanılmaktadır. İnorganik doldurucular ise bazı ürünlerde mikrocamlar, seramik partikülleri iken bazı ürünlerde fiber parçacıklarıdır (203). İlave edilen fiber parçacıkları; silika fiberler, cam fiberler, karbon fiberler, grafit fiberler, kuartz, fiberglass ve kevlar fiber materyallerinden oluşmaktadır. Materyalin inorganik kısmı estetik özelliğinden, abrazyon direncinden, yüksek stabilizasyondan sorumlu iken; organik kısmı yüksek cilalanabilirlik, rezin simanlarla etkin bağlanma, kırılmalıkta azalma, adaptasyon kolaylığı, tamir avantajı sağlamaktadır. Polimerizasyondan sonra feldspatik seramikten daha yüksek bükülme direncine ve mineye yakın bir aşınma direncine sahip oldukları bildirilmiştir (45). Estetik özelliklerinin yanı sıra geleneksel kompozitlerden farklı olarak su emiliminin az olması ve elastiklik modülünün dentine yakın olması dolayısıyla ağız içindeki stabilizasyonları iyi olmaktadır (49).

Rezin siman ile simantasyonu öncesinde indirekt kompozit restorasyonların yüzeyinin frezle veya kumlama ile pürüzlendirilmesi gerekmektedir. Pürüzlendirmeyi takiben silan ve adeziv uygulaması önerilmektedir (52). İndirekt restorasyonların simantasyonunda adezivin polimerize edilmesi bağlanma

dayanımını belirgin bir şekilde arttırmasından dolayı önerilmektedir. Film kalınlığı adezivın içeriğine göre 5.7 ile 14.8 µm kadar artmaktadır (171). Bu durum seramik restorasyonlarda yerleştirme problemine neden olabilirken, kompozit restorasyonlarda deneme yapabilmenin daha kolay olması (try-in) ve cila işlemlerinin klinikte yapılabilmesinden dolayı adezivın polimerize edilmesi önerilmektedir (69,122).

1.2. Yapıştırma Simanları

Dental simanlar, indirekt restorasyonların dişlere yapıştırılmasından ortodontik apareylerin dişlere bağlanmasına, dolguların altında kaide olarak kullanılmasından restoratif materyal olarak kullanılmasına kadar dişhekimliğinde birçok amaç için kullanılmaktadır (144).

1800' lü yılların sonlarına doğru silikat simanlar estetik restoratif madde olarak geliştirilmiştir. Bu siman, alumina-silika cam ve fosforik asit likitinden hazırlanmıştır. Ağız ortamında yüksek oranda çözünen silikat, hızlı bir şekilde bozunmasına rağmen 1950' lerin başlarına kadar kullanılmıştır. Bu simanlarda cam fazdan yavaşça flor salımı en büyük avantajdır. Çözünme, renklenme, translüsensi kaybı ve yeterli mekanik özelliklerin olmaması ise yeni siman arayışlarını gündeme getirmiştir (16,126,145).

Yirminci yüzyılın başlarında ise çinko oksit-fosforik asit ve çinko oksit öjenol simanlar geliştirilmiştir. Çinko fosfat, çinko oksit öjenol ve silikat simanlar, yeni simanların geliştirildiği 1970' lere kadar yaygın olarak kullanılmıştır (145). Bu simanların neden olduğu histopatolojiler, dentin-restorasyon arayüzeyine bakterilerin tutunmasına yol açan marjinal sızıntı ve bağlanmadaki zayıflıklar yeni klinik

teknikler ve materyallerin bulunmasına neden olmuştur. Pulpa histopatolojisi ile ilgili yeni bilgilerle beraber, dentin ara yüzeyine bakteri penetrasyonunu içeren marjinal sızıntılar ve restorasyonların tutuculuğu incelenmiştir (145).

İndirekt restorasyonların uzun dönemdeki klinik başarısı, yapıştırma simanı ve diş dokuları arasındaki bağlanmaya bağlıdır (50). Bu restorasyonların başarısızlıkla sonuçlanmasındaki en büyük faktör ise restorasyon marjinde veya dişin aksiyel duvarlarındaki diş sert dokularında meydana gelen demineralizasyonun sonucu olarak sekonder çürük gelişmesidir (32). Siman diş ara yüzeyindeki marjinal aralığın artmasıyla, bu ara yüzey boyunca geçiş yapabilecek mikroorganizmaların demineralizasyona neden olabileceği, ancak, yapıştırma simanından serbestlenen florürün diş sert dokularına geçerek demineralizasyonu durdurabildiği aynı zamanda remineralizasyon sağlayarak sekonder çürüğü engelleyebildiği bildirilmektedir (195).

Florür serbestleme özelliğine sahip yapıştırma simanları fiziko-kimyasal yapılarına göre dört ana grupta sınıflandırılmıştır (125).

1. Cam iyonomer simanlar
2. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar
3. Poliasit modifiye kompozit rezin simanlar
4. Kompozit rezin simanlar

1.2.1. Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer siman ilk olarak 1971 yılında Wilson ve Kent tarafından silikat siman ile poliakrilat simanın birleşimi sonucunda elde edilmiştir. Bu siman önceleri yalnızca restoratif amaçla kullanılırken, 1977 yılında Wilson tarafından yapıştırma ajanı olarak da tanıtılmış, 1980' lerde ise kullanıma sunulmuştur (124). Yapıştırma

ajanı olarak cam iyonmer simanlar kolay uygulama, bağlanma özellikleri, flor serbestleme kapasiteleri ve ağız ortamındaki düşük çözünürlükleri nedeniyle metal inley, kron veya köprülerin simantasyonunda dental yapıştırıcı simanlar arasında en çok kullanılanlarıdır (124).

Cam iyonmer simanlardan salınan florürün çevre mine ve dentin dokusunda birikerek aside bağlı demineralizasyona karşı direnç oluşturduğu, minenin çözünürlüğünü azalttığı ve böylelikle restorasyon çevresinde antikaryojenik etkiye neden olduğu belirtilmektedir (19,228).

Cam iyonmer simanın sertleşme reaksiyonu içeriğe göre farklılık gösterse de, temel olarak cam ile poliasit arasında gerçekleşen bir asit baz reaksiyonudur. Reaksiyonun ilk aşamasında, cam partiküllerinden kopan kalsiyum ve alüminyum iyonları poliasit zinciri ile çapraz bağlar kurarak bir ağ tabakası oluştururlar. İlk 24 saat içerisinde ve sonrasında çapraz bağlar artar ve siman daha dayanıklı ve neme karşı daha dirençli hale gelir. Zamana bağlı olarak simanın yapısının dayanıklılığının artmasının nedeni devam eden alüminyum çapraz bağlarıdır. Sertleşme sona erdiğinde mine ve dentin dokusuna bağlanan sert, şeffaf ve nemden etkilenmeyen bir siman tabakası oluşur (124).

Cam iyonmer simanlardan salınan florürün kaynağı, kalsiyum florür (CaF_2), stronsiyum florür (SrF_2), lantanyum florür (LaF_3), sodyum hekzafloroalüminat (Na_3AlF_6) ve alüminyum triflorüdüdür (AlF_3)(32).

Simanın kimyasal içeriğinin ve karıştırma biçiminin de flor serbestlemede önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Siman içerisinde karıştırma sonrası kalan hava boşluklarının yüzey alanını arttırmasına bağlı olarak flor salımında yükselme olduğu gösterilmiştir (32).

1.2.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanın, dişe adezyon, kullanım kolaylığı ve flor serbestleyebilme gibi avantajları korunurken; asit baz reaksiyonu sonrası neme karşı direncin ve erken dönem dayanıklılığın düşük olması gibi dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla içeriklerine hidrofilik monomer olarak % 10' luk 2-hidroksietilmetakrilat (HEMA) ve Bis-GMA gibi rezin katılarak rezin modifiye cam iyonomer simanlar elde edilmiştir. Bunun sonucunda, cam iyonomer simanlara oranla daha iyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahip, neme karşı daha dirençli; ancak daha az flor serbestleyebilen siman yapısı elde edilmektedir (124).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlardan salınan florürün genellikle sodyum florür olduğu, bu tuzun matriks yapısına direkt katılmadığı için florür salınımı sonrası materyalin dayanıklılığında azalma olmayacağı öne sürülmüştür (32).

1.2.3. Poliasit Modifiye Kompozit Rezin Simanlar (Kompomerler)

Cam iyonomer simanların yüksek flor salımı, kompozit rezin simanların da fiziko-kimyasal dayanıklılığı ve dişe yüksek bağlanma dayanımı gibi üstün özelliklerinden yararlanmak için geliştirilmiş bir siman türüdür (125). Kompomer adı verilen bu simanlar cam iyonomerlerin cam partikülleri ile polimerize olabilen asit yapıdaki monomerlerden oluşmuşlardır. Monomer kısmı hidrofilik grup ile, doldurucu kısmı ise asit ataklarına duyarlı kalsiyum alümina silikat içeriği ile modifiye edilmiştir (127). Kompomerler tükürükten su alarak modifiye asit grubu ile kalsiyum alümina florosilikat cam arasında asit-baz reaksiyonunu başlatır ve serbest radikal polimerizasyonu biçiminde sertleşme gerçekleşir. Rezin modifiye cam

iyonomer simanların florür salınım mekanizmaları geleneksel cam iyonomerlere benzerlik gösterirken; kompomerlerin göreceli olarak daha düşük ve sabit hızda flor serbestlediği gösterilmiştir (88).

1.2.4. Rezin İçerikli Yapıştırıcı Simanlar

Rezin simanlar içerik ve karakteristik özellik açısından restoratif kompozitlere benzemektedir (115). Rezin simanlar Bis-GMA rezin ve diğer metakrilatları içermektedirler. Farklı renk tonlarına, opasiteye sahiptir ve kimyaları birçok dental ürünle yapışmalarına izin verir (38).

Rezin simanların yapısı, diş dokularına kimyasal olarak bağlanmaya izin vermektedir. Rezin simanların mine ve dentine bağlantısı farklıdır. Rezinin mineye adezyonu, mikromekanik olarak hidroksiapatit kristallerinde ve asitlenmiş mine yüzeyinde oluşur. Dentine adezyonu biraz daha karmaşıktır. Adezyon, asitlenmiş dentinde ortaya çıkan demineralize apatit tabakanın üstünde yer alan kollojen tabakaya hidrofilik monomerlerin penetrasyonu ile oluşur (38).

Mine bağlayıcı ajanları, asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyini kolayca ıslatır. Girintilere kenetlenerek pürüzlü yüzeyi 1-5 µm kalınlığında kaplar ve polimerize olur. Bağlayıcı ajanın mine içerisine giren mikroskobik uzantılarına “rezin tag” adı verilir. Makro ve mikro taglar mikromekanik bağlanmadan sorumludur (36,166).

Dentin adezyonu, asitlenmiş dentine rezinin infiltrasyonu ile oluşur. Hibrit tabakasının altında bulunan demineralize dentinde mikromekanik olarak bir adezyon sağlanır (38,139). Rezinin dentine adezyonu birkaç aşamada gerçekleşir; smear tabakasının uzaklaştırılması için asitin uygulanması ile başlar, tübüllerin açılıp genişlemesi ve dentinin 2-5 µm arası demineralize olmasıyla devam eder. Asit,

dentinin matriksinde bulunan kollajen fibrilleri saran apatit minerallerini çözer, ortamdan uzaklaştırır ve kollojen fiberlerinin etrafında 20-30 nm' lik kanallar açar. Bu kanallar, hidrofilik adeziv monomerler için bir mekanik retansiyon alanları haline gelir (208). Onbeş saniye boyunca asidin uygulanması ile yaklaşık 2-5 µm arasındaki bir bölge elde edilebilir. Daha uzun süre asit uygulanmasıyla daha derin demineralize bölgeler oluşturulacağı ve sonraki aşamada rezin infiltrasyonuna engel olacağı bildirilmiştir (38,170). Eğer asit kollajen bölgelere etki etmezse, demineralize bölgelerin altında kalan kollajenler korumasız kalacak ve ileride hidrolize uğrayıp bozulacaktır. Demineralizasyondan sonra HEMA gibi bir ıslatma ajanı içeren primer uygulanır. Bu ajan çift fonksiyonludur; dentine bağlanmak için hidrofilik, adezive bağlanmak için ise hidrofobik bir özellik gösterir. Primer, dentini ıslatmak için birkaç tabaka halinde uygulanabilir. Böylelikle, nemli dentindeki su ile rezin monomerlerinin yer değiştirmesi ve adezivin dentin tübüllerine taşınması sağlanır (192). Kollajen yapılara zarar vermemek için primer dikkatlice kurutulur, böylece organik çözücüler ve su ortamdan uzaklaştırılıp rezin ve primerin doğrudan teması sağlanır. Daha sonra rezin, primer uygulanmış yüzeye uygulanır, bunun sonucunda demineralize dentin stabilize edilir ve dentin tübüllerine penetre olması sağlanır (38).

Kompozit rezinlerde olduğu gibi, kompozit rezin simanlar da organik matris, inorganik doldurucular ve ara faz olmak üzere üç temel yapıdan meydana gelmektedir.

1.2.4.1. Organik Matris (Organik Faz)

Bu faz Bisfenol A ile glisidil metakrilatın birleşmesi sonucu oluşan bisglisidil metakrilattan (Bis-GMA) oluşur. Üretan dimetakrilat (UDMA) son yıllarda daha iyi adezyon sağladığı ve renk değişimine daha dirençli olduğu için polimer matriks olarak kullanılmıştır (28). Ancak Bis-GMA ve UDMA aşırı derecede visköz olduğundan viskoziteyi azaltmak ve dentine bağlanmayı arttırmak için trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) veya etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) matrikse eklenmiştir (28).

Artık kimyasalların zamanla oluşturacağı kahverengi renklenmeleri önlemek için 2-hidroksi 4-metoksibenzofenon stabilizatör olarak organik fazın içine konur. Otopolimerizan kompozitlerde polimerizasyon başlatıcı olarak dibenzol peroksit, hızlandırıcı olarak ise dihidroksietilen para toluidin gibi bir tersiyer amin matriks içinde bulunur. Işıkla polimerize olan kompozit rezinlerde ise 450–500 nm dalga boyu aralığındaki ışığa duyarlı genelde α -diketon olan kamforokinon matriks içine başlatıcı olarak katılır. Resin materyallerin raf ömrünü uzatabilmek amacıyla matriks yapı içine 4-metoksifenol gibi fenol türevleri olan inhibitörler katılır (28). Polimer matriks yapısına metakriloflorid-metakrilat, akrilik amin HF asit tuzu, t-butilamino etil metakrilat hidrojen florür, morfolinoetilmetakrilat hidroflorür ve tetra bütik amonyum tetrafloroborat gibi organik florürlerin katılmasının da simanlardan çevre dış dokularına florür salımını arttırdığı öne sürülmüştür (91).

1.2.4.2. İnorganik Doldurucular (İnorganik Faz)

Matriks içinde dağılmış olarak çeşitli şekil ve büyüklükte kuartz (kristalin silika), borosilikat cam, stronsiyum, baryum, lityum alüminyum silikat, yitriyum, cam, çinko gibi doldurucu partiküller bulunur. İnorganik doldurucu miktarı ağırlık olarak % 20–75 arasında değiştiği bildirilmektedir (143).

Stronsiyum, baryum, zirkonyum, çinko ve ytterbiyum rezine radyoopasite sağlar. Doldurucu partiküllerin şekli, miktarı ve büyüklüğü, rezinlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini belirler. Partikül büyüklüğü arttıkça, genleşme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi, su emilimi azalır, organik matriks oranı düşer, dayanıklılık artar (167,231).

Silika partikülleri mekanik özellikleri arttırarak ışığı geçirir ve yayar. Doldurucular yüksek basma dayanımı ve gerilim direncine sahiptir. Böylece hibrit rezin ve cam iyonomer simanlara göre marjinal aşınma dirençleri yüksektir. Yüksek doldurucu içeriği akıcılığı azaltarak siman film kalınlığını arttırır (231).

Kompozit rezinlerin yapısına katılan inorganik florür ile simandan çevre dokulara flor salımı artar. Ancak bu simanlarda karşılaşılan dezavantaj, flor salımı sonrası matrikste oluşan boşluklardır. Kompozit rezinlerin flor salımı yapabilmeleri için yapılarına ya NaF veya flor alümina silikat gibi tuzlar yada YbF_3 gibi florür içeren doldurucular eklenir. YbF_3 eklenmesiyle flor salımı sırasında F ve OH iyonlarının yer değiştirmesine bağlı olarak simandan mine veya dentin dokusuna saptanabilir değerlerde flor geçişi olduğu belirtilmiştir (43).

1.2.4.3. Ara Faz

Organik silisyum bileşiği olan uzun moleküllü silanlardan oluşur. Kompozit rezinlerde matriks ile doldurucular arasındaki bağlanma ara faz ajanı ile sağlanır. Bir taraftan doldurucuların yüzeyindeki su ve hidroksil gruplarıyla ester bağları oluştururken bir yandan da organik matriksin metakrilat grubuyla kovalent bağ yaparak doldurucu partikülleri kimyasal olarak rezin matrikse bağlarlar. Silan bağlayıcı ajanlar matriksten doldurucuya stres iletimini sağlarlar ve doldurucu ara yüzü boyunca suyun geçişini önleyerek rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltırlar (167,231).

1.2.4.4. Rezin İçerikli Yapıştırıcı Simanların Avantajları

- 1- Fiziksel ve mekanik dayanıklılıkları fazladır.
- 2- Çözünürlükleri düşüktür.
- 3- Farklı maddelere bağlanabilme yeteneğine sahiptirler.
- 4- Pek çok renk ve opasite seçeneklerine sahiptirler.
- 5- Adezyonları iyi olduğu için daha konservatif preparasyon şekillerine müsaade ederler.
- 6- Preparasyonların optimal direnç ve retansiyonu sağlayamadığı durumlarda başarıyla kullanılabilirler.
- 7- Seramiklerin altında kullanıldıklarında seramiğin kırılma direncini arttıırırlar.
- 8- Bazı çeşitlerinin flor salma özellikleri vardır (30,38).

1.2.4.5. Rezin İçerikli Yapıştırıcı Simanların Dezavantajları

1- Mikrosızıntı ve pulpada hassasiyete neden olabilirler.

2- alısmada hassasiyet ve dikkat gerektirirler. İyi bir bağlantı sağlamak ve mikrosızıntıyı önlemek için diş yüzeyinin kontaminasyonuna engel olunmalıdır.

3- Siman sertleştikten sonra taşan kısmın temizlenmesi zordur. Simanın tamamen sertleştiği durumlarda, frez yardımı olmadan temizlenmesi hemen hemen imkansızdır. Bu yüzden restorasyon yerleştirildikten sonra taşan siman temizlenmeli ve hava ile temasını bloke eden ajanlar (propylene-glykol) marjinal bölgeye hemen uygulanmalıdır.

4- Oksijen varlığında polimerize olamazlar. Bu durum özellikle restorasyon kenarlarında çok önemlidir ve yapışkan, sertleşmemiş bir tabaka olarak göze çarpar. Simanın sertleşmeden temizlenmesi, restorasyon-diş arasında marjinal bölgede açıklık kalmasına, postoperatif hassasiyete ve devamında da çürük oluşmasına neden olabilir.

5- Film kalınlıkları geleneksel simanlara göre fazladır (146,166).

Rezin içerikli yapıştırma simanları polimerizasyon şekillerine göre üçe ayrılırlar:

1-Kimyasal olarak polimerize olanlar (chemical-cured)

2-Işık ile polimerize olanlar (light-cured)

3-Hem ışık hem de kimyasal (dual-cured) olarak polimerize olanlar

1.2.4.6. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Rezin Simanlar

Toz-likit sisteminde polimerizasyon iki komponentin karıştırılmasıyla kimyasal yol ile başlamaktadır. Tozu borosilikat veya silika cam, organik peroksit başlatıcı ve polimer tozdan; likiti ise BIS-GMA ve diğer dimetakrilat monomerden oluşmaktadır. Pat sisteminde ise benzol peroksit ve tersiyer amin bulunmaktadır. Çalışma süreleri kısa olduğundan sertleşme zamanının kontrolünün zor olduğu bildirilmiştir. İçerdikleri tersiyer aromatik aminlerin ağız ortamında kimyasal değişikliğe uğramasıyla amin renklenmesi görülmektedir (231).

Bu simanlarda sadece birkaç renk seçeneği bulunmaktadır. Restorasyonun kalınlığı kullanımlarını etkilemektedir. Metal desteksiz ve translüsent restorasyonlarda materyal ile diş kombinasyonunun simanla renginin değiştirilmesi gerektiğinde kullanımı uygun bulunmamıştır. Yüksek streslere maruz kalan bölgelerde, metal destekli restorasyonlarda, postlarda, adeziv köprülerde, ışık penetrasyonuna izin vermeyen yapıdaki veya koyu renkli seramik kuronların simantasyonunda kullanılabilir (231).

1.2.4.7. Işık ile Polimerize Olan Rezin Simanlar

Bu simanlarda ışık emici olarak kamforokinon, hızlandırıcı olarak ise alifatik amin bulunmaktadır. Polimerizasyonu başlatan görünür mavi ışık 420-450 nm dalga boyundadır. Çalışma süreleri kuronun yerleştirilmesi ve taşan simanın temizlenmesi için uygun bulunmuştur. Kimyasal ve dual olarak sertleşen bazı simanlar da zamanla oluşan renk değişimi bu simanlarda gözlenmemektedir. Farklı opasite ve renk

seçeneklerine sahip olduğundan estetik başarısı yüksek bulunmuştur. Bu simanlara dual sertleşen katalist ilave edilmesiyle dual olarak da polimerize olmaktadır. Kalınlığı 1,5- 2 mm’den az olan, görünür ışığın penetrasyonuna izin vermeyen kalınlıktaki translusent yapıdaki seramik veya kompozit laminaların simantasyonunda kullanılmaktadır (231).

Simana ulaşan ışık gücünde herhangi bir değişim, simanın bütün fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemektedir. ışık ile polimerizasyon; ışık kaynağının türü, ışık yoğunluğu ve ışık kaynağının kompozit rezin materyale uzaklığı gibi birden fazla faktöre bağlı olmaktadır (53).

1.2.4.8. Kimyasal ve ışıkla Polimerize Olan Rezin Simanlar

Toz-likit ya da iki pat şeklinde bulunurlar. Bu simanların yapısında polimerizasyon başlatıcı (kamforokinon) ve kimyasal aktivatör komponenti (peroksit amin) bulunur. Bu simanlar ışıkla polimerizasyonun tam olarak sağlanamayacağı kalınlıktaki yani 1,5–2 mm’ den kalın restorasyonlarda kullanılır. Alttaki diş dokusunun ya da evre dokularının rengini yansıtacak bukailemun etkiye sahiptir. Ağız ortamında düşük çözünürlük gösterirler ve optimal retansiyonun sağlanamadığı vakalarda başarıyla kullanılabilirler. Farklı renk ve opasite seçeneklerine sahiptir. Bu simanlar tam seramik kuronların, seramik inley ve onley restorasyonların simantasyonunda kullanılır (231).

Simantasyon sırasında ışık kaynağına yakın olan alan sertleşmeden en çok etkilenen kısımdır. Ancak simanın ışıktan uzakta kalan kısımları, özellikle de gingival tabanındaki kısımlar, polimerizasyonun daha çok kimyasal sertleşen komponentine bağlıdır (231).

Birçok rezin siman %50–70 oranında cam ve silika içerir. Bu doldurucular sayesinde düşük çözünürlük ve yüksek basma dayanımı sağlarlar. Klinik başarısızlık bakteri invazyonu, mikroçatlak oluşumu ve intraoral streslere bağlı olarak gelişir. Kompozit rezin simanlar oksijen varlığında polimerize olamazlar. Restorasyon yerleştirildikten sonra taşan siman temizlenerek hava ile teması kesen ajanlar marjinal bölgeye uygulanmalıdır (231).

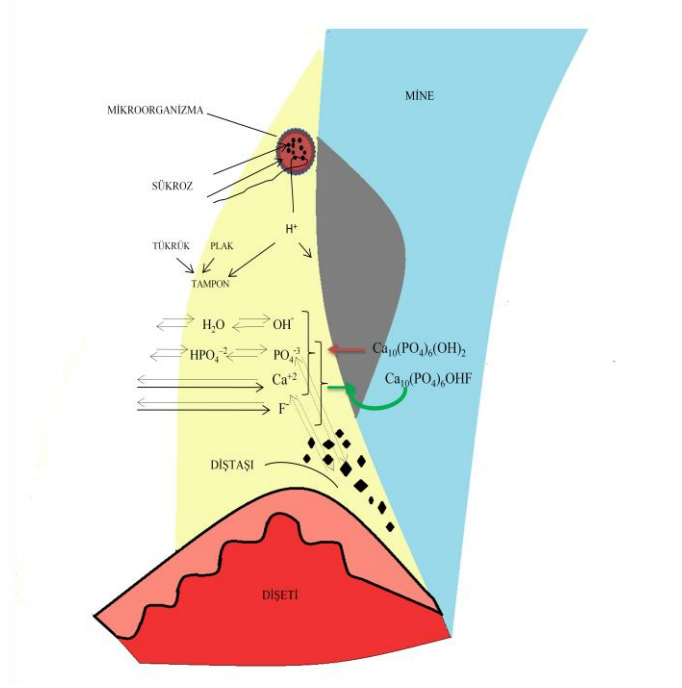
İdeal bir dental simanda aranılan özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Diş dokusu ve restorasyon arasında ideal ve sürekli bir bağlantı sağlamalı
- Yüksek baskı ve gerilme dayanıklılığına sahip olmalı
- Arayüz ya da koheziv başarısızlıklarda yerinden çıkmayı engelleyecek yeterli kırılma sertliğinde olmalı
- Diş ve restorasyon yüzeyini iyi ıslatabilir olmalı,
- Yeterli film kalınlığında ve yoğunluğunda olmalı,
- Ağız sıvılarında çözünmemeli,
- Doku uyumlu olmalı ve pulpayı korumalı,
- Yeterli çalışma ve sertleşme zamanı olmalı,
- Radyopak olmalı,
- Manipülasyonu kolay olmalı,
- Değişik renk ve viskozitelerde olmalı,
- Translüsantlığı fazla olmalı,
- Flor salımı yapabilmeli,
- Plak ve çürük oluşumunu engellemeli,
- Rengi stabil olmalı,

- Ağız ısısında çabuk sertleşmeli,
- Su ve asit ataklarına karşı dirençli olmalı,
- Plastik deformasyon direnci olmalı,
- Isısal ve galvanik izolasyon sağlayabilmeli (38,117,123,128,150,231).

1.3. Diş Çürüğü

Diş çürüğü kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesiyle sonuçlanan dişlerin mikrobiyolojik enfeksiyöz bir hastalığı olarak bilinmektedir. Mine dokusunda demineralizasyonun başlaması için gerekli olan kritik pH' ın 5,5, dentin dokusu için gerekli olan kritik pH' ın ise 6,4 olduğu bildirilmiştir (64). Demineralizasyon sürecinde, bakteriyel plaktaki karbonhidratların fermente edilmesiyle ortama H^+ iyonları salınmaktadır. Ortamdaki H^+ iyonlarının artması pH' ın düşmesine neden olmaktadır. pH' ın düşmesiyle diştten ayrılan OH^- ve PO_4^{-3} iyonları H^+ iyonlarıyla reaksiyona girerek H_2O ve HPO_4^{-2} bileşiklerini meydana getirmektedir. Ortamdaki bu iyonların sayısının azalmasıyla pH düşmeye devam ederek kritik değer olan 5,4' ün altına inmektedir. Bunun sonucunda, minenin florür içeriği az olan yüzey altı tabakalarından hidroksiapatit çözünmeye başlarken, mine dış yüzeyinde de florhidroksiapatit birikimi gerçekleşmektedir. Yüzeyde oluşan bu reaksiyonlar sonucunda, mine dış yüzeyindeki 20-50 μm 'lik alanda bulunan mineralize mine tabakası korunurken, bu yüzeyin altında kalan mine tabakasında porozitenin arttığı görülmektedir (Şekil 1.1) (64). Mine ile sınırlı kalan bu çürük lezyonu başlangıç çürüğü olarak adlandırılmaktadır (163).



Şekil 1.1 Minede demineralizasyon ve remineralizasyon

Minede oluşan çürük üzerine yapılmış histolojik çalışmalar, ilk ayrılan mineralin mine prizmalarının dış yüzeyinden olduğunu ortaya koymuştur (34). Çözünmenin başladığı yerin, kristal yüzeyinden mi yoksa ayrılmış mineral fazından mı olduğu bilinmemektedir (46,47). Ancak, büyük olasılıkla, bu alanda görülen zayıf kristal yapı, asit ve protonların doku içerisine ve minerallerin ise doku dışına çıkmasına kolaylık sağlamaktadır. Daha sonra, prizmalar arasındaki çapraz bağların çözünmesiyle, prizmaların gövdesinde de çözünme meydana gelmektedir (13,165).

Yeni başlamış bir mine çürüğünde gözlenebilen ilk makroskopik değişiklik, küçük, opak, beyaz bir noktanın belirmesidir. ‘Beyaz nokta lezyonu’ adını alan mine defektinin üzerini örten mine yüzeyi, parlak ve serttir. Sond ile incelendiğinde komşu sağlıklı mine yüzeyinden ayırt edilemez. Beyaz nokta lezyonu sigara gibi dış etkenlerle kahverengi olabilir ve kahverengi nokta lezyonu olarak da adlandırılır (22).

Mine çürüğünün mikroskopik incelenmesinde, birbirinden değişik dört adet poröziteye sahip alanların varlığı belirtilmiştir (13,22,33,34). Bunlar dıştan içeriye doğru şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Yüzey zonu
2. Lezyon gövdesi
3. Koyu zon
4. Yarı saydam (translusens) zon

1.3.1. Yüzey Zonu

Yeni başlamış mine çürüğünün en önemli özelliklerinden biri, yüzeyin hemen altında demineralize olmuş bir zonun üzerini örten karyojenik etkenin atağından nisbeten etkilenmemiş yüzeyel bir tabakanın varlığıdır. Kalınlığı ortalama 30 µm olarak hesaplanan ve sanki hiç bozulmamış gibi görünen bu zonda yaklaşık olarak % 1-2' lik bir porozite vardır. Radyoopasitesi ve yapısı sağlam mineye çok yakındır. Bu zonun oluşumunu açıklayan iki teori vardır. Birinci teoriye göre, yüzeyel mine tabakasının su ve karbonat içeriğinin azlığı, mineralizasyonun fazlalığı, bazı iz elementlerin (çinko, kurşun, klor ve flor) birikimi gibi yapısal özelliklerine bağlıdır. İkinci teoriye göre bu zon yüzey altı mineden çözülen minerallerin tekrar çökmesi ile oluşmaktadır (22,108,165).

1.3.2. Lezyon Gövdesi

Mine çürüğünde asit ataklarından nisbeten etkilenmemiş yüzey zonu ile koyu zon arasındaki tüm alanı kaplayan bu zon, lezyonun en büyük kısmını oluşturur

(13,22,108). Bu zonda yaklaşık olarak % 25–50 oranında poroziteye rastlanmaktadır (165). Bu bölgede çok rahat izlenebilen retzius çizgileri bu alandaki mineral çözülmesi ve oransal olarak daha büyük boşluklar bulunmasının bir nedeni ve belirtisidir (13,108). Mine yüzeyinde çürüklerin ilk başlangıç yaptığı bölge retzius çizgileri boyunca. 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 (106).

1.3.3. Koyu Zon

Sağlam mineden sapma gösteren ikinci bölge koyu zondur (22,108). Görülme sıklığı yarı saydam zona oranla daha fazladır. Daimi dişlerdeki mine lezyonlarında % 85–90, süt dişlerinde ise % 85 oranında gözlenir (13,22). Porözite alanlarına % 5-10 oranında rastlanılmaktadır (165). Bu karanlık alanda kristalit yapıda bozulmalar da görülmektedir ki demineralizasyon ve remineralizasyon süreci için çok önemli bir alandır. Karanlık tabakanın büyüklüğü remineralizasyon miktarı ve endikasyonu için büyük önem taşımaktadır (13,106,108).

1.3.4. Yarı Saydam (Transludent) Zon

Lezyonun dentin dokusuna doğru ilerleyen kısmında yer alan ve sağlam mineden sapma gösteren ilk zondur (13,108). Bu zonda yaklaşık olarak % 1–2' lik bir mineral kaybı bulunmaktadır (13,22). Burada diş minesinde gözeneklerin

büyümesi ya da oluşumu nedeniyle ilerleyen bir demineralizasyon gerçekleşmektedir (182).

1.3.5. Sekonder Çürük

Dişler restore edildikten sonra restorasyon kenarlarında tekrar gelişen çürüklere sekonder çürük denilmektedir. Restorasyonların başarısızlıkla sonuçlanmasındaki en büyük faktörün % 60' lık bir oranla sekonder çürüğe ait olduğu bilinmektedir (91,107,109,110). Sekonder çürük dolgu ile marjinal kenardaki aralıktan başlar ve bu alandaki mikrosızıntıdan kaynaklı daha derin dokulara doğru ilerler (13,44).

Yapıştırma simanı ile diş dokusu ara yüzeyinde de çoğunlukla mikrosızıntıdan kaynaklı çürük oluşmaktadır. Sekonder çürük mikroskop altında incelendiğinde iki lezyondan oluştuğu belirtilmiştir. Birincisi, asit ataklar sonucu restorasyona komşu yüzeyde meydana gelen dış yüzey lezyonu; ikincisi ise mikrosızıntı sonucu marjinal aralığı takip eden mine dentin dokusuna ilerleyen iç yüzey lezyonu şeklinde adlandırılmaktadır (91, 151).

Yapıştırma simanı ile diş ara yüzeyinde oluşan sekonder çürük şu sebeplerden kaynaklanmaktadır;

- Diş ile siman arasında bulunan küçük çatlaklar, ağızdaki mikroorganizmalar için uygun barınma yerleri oluşturması ve bu bölgelerin temizlenmesinin çok zor olması,
- Basamak bölgesindeki siman aralığı ve restorasyon kenarlarının bakteriyel plak tutulumunu arttırması, bu plağın temizliğinin güç olmasından dolayı plak içerisindeki karyojenik bakterilerin artması,

- Yapıştırma simanının altında kalan diş dokusuna ağız ortamındaki mineralleri ve florürü taşıyacak plak sıvısının bu bölgeye ulaşmasının zorluğundan dolayı remineralizasyon sürecinin eksik kalmasıdır (31).

Minenin kendi yapısında bulunan florür miktarının çürük oluşumunu önlemede doğrudan etkili olmadığı, ortamdaki florür konsantrasyonunun da önemli olduğu belirtilmektedir (5).

Flor salımı yaptığı bilinen materyallerin siman-diş ara yüzeyinde meydana gelebilecek lezyonları engellediği çeşitli araştırmalarla gösterilmiştir (31,91).

1.3.6. Yapay Çürük Oluşturma Yöntemleri

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 komplikasyonlardan diş sert dokularını korumak amacıyla kullanılması olmuştur. Tıp ve dişhekimliği bilimlerinde özellikle materyaller ve uygulama süreçleri konusunda geniş fikirler edinebilmek amacıyla birçok simülasyon modelleri kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde de birçok restoratif dişhekimliği materyallerinin özellikle sekonder çürük oluşumu, flor salımı, remineralizasyon kabiliyetleri ve antibakteriyel özelliklerinin test edilmesi amacı ile yapay çürük modelleri kullanılmaktadır (56,176).

1.3.6.1. In-vitro Kimyasal Yöntemler

Kimyasal yöntemler; asit tamponlarının kullanıldığı demineralizasyon modeli ile pH siklus değişimi ile demineralizasyon- remineralizasyon modeli olmak üzere iki çeşittir.

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 doğal lezyonlara benzer özellikler sergileyebilmektedir (60,194).

Bu solüsyonlarda önemli olan içerdikleri kalsiyum, fosfat ve florür 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 (61). Ancak sitrik ve hidroklorik gibi asitler çürük oluşumu 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. Genellikle solüsyonların pH' ı 4,5 ile 5 arasında olduğu bildirilmektedir (106).

Dental materyalin ya da ürünün içerisindeki florür 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 (185). Bu yöntemin demineralizasyon fazında 4,3 gibi düşük pH derecesinde asetik asit, kalsiyum ve fosfat içeren asit tamponları kullanılmaktadır. Florür seviyesinin düşük olması, remineralizasyon solüsyonu içerisinde yer alan kalsiyum ve fosfat iyonlarının ise doğal tükürüğün içeriği ile aynı seviyede tutulması gerektiği bildirilmiştir. Demineralizasyon solüsyonları içerisine daldırılan örnekler, çalışmanın amaçları ve planlaması doğrultusunda belirli bir süre ile burada tutulmakta, belirli zamanlarda solüsyonlar yenilenmekte ve farklı iki solüsyon arasında belirli aralıklar ile daldırma işlemi tekrarlanmaktadır. 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 içerisine çalışmaya dahil edilmiş olsalar da içerdikleri florür 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 belirtilmiştir (59,63,198,199,200).

1.3.6.2. In-vitro Bakteriyolojik Yöntemler

Bakteriyolojik tekniklerin esası demineralizasyon için gerekli asitin sistemdeki bakteriler tarafından üretilmesidir (102). Kimyasal sistemlerde olduğu gibi, bir pencere açıkta kalacak şekilde hazırlanan dişlerin diğer kısımları asite dayanıklı verniklerle kaplanır. Birçok çalışmada dişlerin kullanılmadan önce sterilize edildiği belirtilmiştir. Daha sonra dişler çeşitli şekillerde hazırlanan bakteriyel demineralizasyon sistemlerine maruz bırakılırlar. Bu sistemlerde genelde çeşitli

bakteri kültürleri ve besleyici ajanlar kullanılmaktadır. Streptokokkus Mutans' ın diğer mikroorganizma türlerine göre yüksek oranda asit oluşturma kapasitesinin, karyojenitesinde önemli bir faktör olduğu belirtildiğinden, genel olarak çalışmalarda Streptokokkus Mutans kullanılmaktadır (102). Bu yöntemde inkübasyon döneminde ısısal değişiklikler de uygulanabilir. Ortamdaki kalsiyum, fosfat ve flor iyonlarının kontrol altında olamaması ve pH değerinin yine kontrolsüz bir şekilde düşüşü bu yöntemin sakıncaları arasındadır (185).

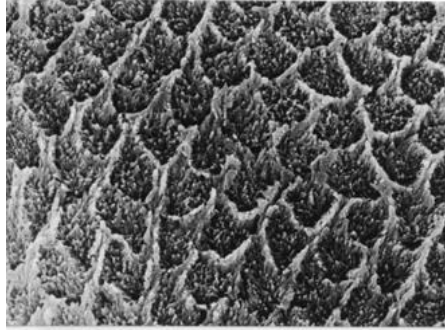
1.4. Diş Sert Dokuları

1.4.1. Mine

1.4.1.1. Minenin Histolojik Yapısı

Mine dokusu, ektoderm adı verilen embriyolojik tabakadan meydana gelir ve ameloblast hücreleri tarafından oluşturulur. Vücudun en sert kısmı olan mine, dişin anatomik kronunun tümünü ve klinik kronunun bir kısmını örten, kalınlığı koledde sıfırdan başlayıp tüberkül tepesinde 2,5 mm' ye kadar ulaşan bir dokudur (8,22,78,79,142,148). Minenin histolojik yapı elemanı, 4-6 µm çapında altıgen prizma şeklinde, mine-dentin sınırından mine dış yüzeyine kadar uzanan ve birbirine bir mikron aralıklarla sıralanmış mine prizmalarıdır. Minenin balık pulu görünümü de söz konusu prizmaların altıgen yapısından kaynaklanır (Resim 1.1). Prizmaların kesitinde, içinin tanecikli görünümü, prizma kını, interprizmatik aralık ve interprizmatik köprüler görülebilir. İnterprizmatik aralık da boş olmayıp

interprizmatik substans ile doludur. Mine prizmaları içindeki organik fibriller mine kesitlerinde tanecikli bir yapı gösterirler (8,22,79,148).



Resim 1.1 Minenin balık pulu görünümü

Mine prizmaları sık sık dalgalanmalar ve kıvrılmalar gösterirler ve böylece karanlık ve aydınlık alanların oluşmasına neden olurlar. Bu alanlara diyazon ve parazon denir. Enli çizgiler şeklinde görülen kıvrılma alanlarına ise Hunter Schraeger Çizgileri denir (8,22,78,79,148).

Mine prizmalarının incelendiği kesit üzerinde prizmalardan daha rahat gözlenebilen ve mine dış yüzeyi ile kesici kenarda 16^0 ve kolede 45^0 açı yapan çizgiler görülür. Retzius çizgileri adını alan bu çizgiler mine prizmalarının yüzünde embriyolojik hayattaki günlük oluşum duraksamaları çizgilerinin aynı doğrultuya gelmesi ile olur. Oluşumdaki bu duraksama çizgisinin mine dış yüzeyine ulaştığı yerde bir girinti meydana gelir ve perikimati olarak adlandırılır (8,22,78,79,148).

Mine bir alt tabakası olan dentinle özel bir şekilde bütünleşmiştir. Mine dentin sınırı dalgalı bir yapıya sahiptir. Bu sınırda düzenli aralarla dizilmiş mine tuğları bulunur. Mine tuğlarının matrisin kalkafen özelliğini kaybettiği alanlar olduğu sanılmaktadır. Mine-dentin sınırında ayrıca mine dış yüzeyine kadar uzanan

kireçlenmemiş alanlar, mine lamelleri bulunur. Mine-dentin sınırında bulunan mine pistonları ise mine içine girmiş dentin kanalcıklarıdır (8,22,78,79,148).

1.4.1.2. Minenin Biyokimyasal Yapısı

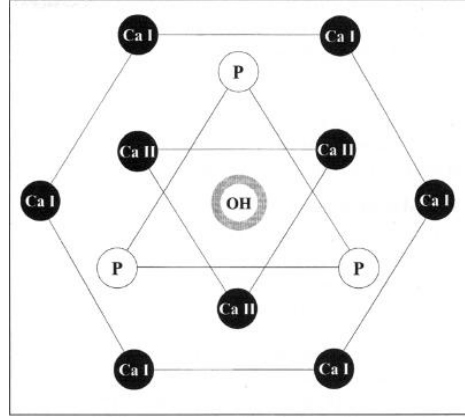
Mine ağırlık bakımından %95' i inorganik, %1' i organik ve geriye kalan %4' lük kısmı ise sudan oluşmaktadır. Hacim bakımından ise %87' si inorganik, %11' i su ve %2' si de organik materyalden oluşmaktadır. İnorganik maddeler apatit kristalleri şeklindedir. Hidroksil apatit inorganik fraksiyonun %90' ını meydana getirir (22,77,79,148,165).

1.4.1.2.1. Minenin İnorganik Yapısı

1.4.1.2.1.1. Minenin Major İnorganik Bileşenleri

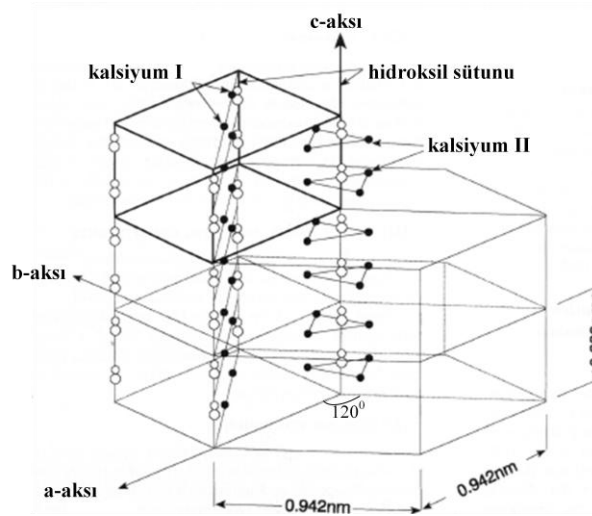
Olgun bir minenin majör inorganik bileşeni, yaklaşık 50 nm genişliğinde 25 nm kalınlığında, dentinden mine dış yüzeyine kadar uzanan hidroksiapatit kristalleridir. Yaklaşık olarak 1000 adet kristal mine prizmasını oluşturmaktadır (99,142). Kristaller altıgen yapıdadırlar ve bu yapının merkezinde hidroksil iyonunun olduğu bilinmektedir. Bu iyonun çevresinde kalsiyum II iyonlarının eşkenar üçgen olacak şekilde bağlanması ve aynı çerçevede 60°' lik bir kaymayla fosfat iyonlarının yine eşkenar üçgen oluşturacak şekilde yer almasıyla oluşan içyapıyı dıştan altıgen bir yapı oluşturarak kalsiyum I iyonları çevreler (Şekil 1.2) (164,165). İşte bu altıgen yapının en bilinen şekli $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (sitokiyometrik formül) olup ideal hidroksil apatit kristalini tanımlar (105, 164). Ancak minedeki ve diğer mineralize dokulardaki

apatit kristalleri kalsiyum ve hidroksil iyonlarının eksik olması gibi nedenlerden dolayı sitokiyometrik formülden farklılıklar göstermektedir (138,156,221,230). Örneğin, mine apatitlerinde yer alan hidroksil iyonları sitokiyometrik apatit ile karşılaştırıldığında %20 – 30 daha az bulunmuştur (165).



Şekil 1.2 Hidroksil apatitin altıgen yapısı

Kristal yapının, kristalografik simetriye sahip tüm elemanlarını içeren en küçük parçası olarak tanımlanan hegzagonal “birim hücre” nin boyutları birbiri ile 120 derecelik açı yapan üç yatay a ekseni ve bir dikey c ekseni ile tanımlanır (Şekil 1.3) (93).



Şekil 1.3 Kristalografik birim hücre

Bu kristal yapı kalsiyum, fosfat ve hidroksil iyonlarından başka karbonat, sodyum, magnezyum gibi iyonları da içerdği için karmaşık bir yapı halini alır. Hidroksil apatit kristalleri organik moleküller ile kimyasal şekilde bağlıdır (22,165).

1.4.1.2.1.2. Minenin Minor İnorganik Bileşenleri

Minenin minör inorganik bileşenleri eser element olarak tanımlanır ve diş gelişimde rol oynayan oral epitel ve mezenkimal hücrelerde depolanarak mineralizasyon sırasında apatit ağı içerisine girerler (172). Bu nedenle dişin eser element yapısı, dişin gelişim döneminde içinde bulunduğu biyolojik ortamla sürme sonrası içinde bulunduğu oral çevrenin bir yansıması olarak kabul edilir (165,172,169).

Minenin minor inorganik bileşenlerini demir, çinko, stronsiyum, florür, rubidyum, brom, vanadyum, bakır, mangan, altın, gümüş, krom, kobalt iyonları oluştururlar. Bunlardan bakır ve stronsiyum minenin her yerinde aynı oranda, florür, çinko, kurşun, demir ve kalay iyonları yüzeyde çok, derinde daha az olarak bulunurlar (22,165).

Minenin kimyasal kompozisyonu aynı ağız içerisindeki farklı dişler arasında, hatta aynı dişte minenin yüzeyel ve derin tabakaları arasında dahi farklılık gösterdiğinden minenin inorganik yapısını oluşturan elementler Tablo 1.1.'de minimum ve maksimum değerleri ile gösterilmiştir (196).

İYON	ANALİZ
Ca	33,6 – 39,4 % ağırlık
P	16,1 – 18,0 % ağırlık
CO ₃	2,7 – 5,0 % ağırlık
Na	4,500 – 23,600 µg/g (ppm)
Mg	1,300 – 5,700 µg/g (ppm)
Cl	2,500 – 15,000 µg/g (ppm)
K	60 – 1,000 µg/g (ppm)
Zn	9 – 1,500 µg/g (ppm)
Si	20 – 1,200 µg/g (ppm)
Sr	10 – 1,400 µg/g (ppm)
F	1000 – 3,000 µg/g (ppm)

Tablo 1.1 Minenin major ve minor inorganik bileşenleri

1.4.1.2.2. Minenin Organik Yapısı

Minenin organik kısmını çok küçük peptitler ve amino asitlerin oluşturmaktadır (138,215). Minede yapılan histokimyasal çalışmalar, organik kısmın keratin yapısında olduğunu ortaya koymuştur. Mine matrisinde 16 çeşit aminoasit saptanmıştır. Bütün aminoasit miktarının 1/4' ü prolin olmak üzere sıra ile metionin, histidin ve tyrosin bulunmaktadır. Minenin organik fraksiyonunda mukopolisakkaritler de mevcuttur (22).

1.4.1.2.3. Minenin Organo-İnorganik Yapısı

Minenin inorganik ve organik fraksiyonları mine yapısında basit bir karışım halinde bulunmazlar. Hidroksil apatit kristalleri organik moleküller ile kimyasal şekilde bağlıdır. Mine yapısında ne sadece organik ne de sadece inorganik moleküller vardır. Yapı, organo-inorganik moleküllerden meydana gelmiştir. Bunun içindir ki, pH' ı 5,5' den yukarı olan asitler mineyi etkileyememektedir. Çünkü minenin organo-inorganik moleküllerinin izo elektrik noktası 5,5' dir (13,22).

1.4.1. Dentin

1.4.1.1. Dentinin Histolojik Yapısı

Dentin, sement ve kemik gibi mezodermal kaynaklı olup, dişte ilk mineralize olan bileşendir. Dentin, dişin uzun aksı boyunca seyreder ve diş yapısının hacimce en büyük kısmını oluşturmaktadır. Dış kısımdan, anatomik kuren bölgesinde mine, anatomik kök bölgesinde ise sement ile çevrelenmiştir. İç kısımdan ise pulpa kavitesini sarmakta olan duvarları meydana getirmektedir. Dentinin belli başlı histolojik yapı elemanı dentin kanalları ve dentin tübülleridir. Dentin tübüleri, odontoblast uzantıları ve dentin lenfi ile dolu olup normal şartlarda pulpa ile direkt olarak ilişki içerisinde. Dentin tübüleri intertübüler dentine göre daha iyi mineralize olmuş peritübüler yani intratübüler dentin ile çevrilidir. Tübüller arası mesafeyi de dentinin en fazla kısmını oluşturan intertübüler dentin doldurur (8,22,78,79,148).

1.4.1.2. Dentinin Biyokimyasal Yapısı

Dentin ağırlık olarak değerlendirildiğinde, %75-78 inorganik materyal, %18 organik materyal ve %4-7 su içermektedir. Dentin de mine gibi organo-inorganik materyallerden oluşmaktadır. Dentinin ekstrasellüler bölümü polimerize olmuş üç ana substans içermektedir. Bunlar; organik kısmı oluşturan kollagen ve substantia fundamentalis ve inorganik kısmı oluşturan hidroksilapatittir. Ayrıca dentinin yapısına lipidler, sitratlar ve fluoresan maddeler de az miktarda girerler (22,77,79,142,148).

1.4.1.2.1. Dentinin İnorganik Yapısı

1.4.1.2.1.1. Dentinin Major İnorganik Bileşenleri

Dentini oluşturan mineraller karbonattan zengin, kalsiyum içeriği az hidroksilapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) formundadır. Bu kristallerin boyutları minedekine oranla 10 kat daha küçüktür. Bunun dışında dentinde karbonat, magnezyum, potasyum, demir, çinko, stronsiyum ve kurşun da bulunmaktadır (22,148).

1.4.1.2.1.2. Dentinin Minör İnorganik Bileşenleri

Dentinin minör inorganik bileşenleri sırasıyla flor, brom, tungsten, selenyum, bakır, manganez, altın, kobalt, krom ve gümüşdür. Dentindeki florür miktarı, vücuda birim zamanda giren florür miktarına ve kişinin yaşına bağlı olarak değişmektedir (22,164). Dentinin minor ve major inorganik bileşenleri Tablo 1.2' de verilmiştir.

İYON	ANALİZ
Ca	23,7 – 28,5 % ağırlık
Cl	0,102 – 0,114% ağırlık
Mg	500 – 600 µg/g (ppm)
Mn	0,27 – 0,78% ağırlık
Na	0,58 – 0,74% ağırlık
Sr	126 – 222 µg/g (ppm)
Zn	91 – 147 µg/g (ppm)

Tablo 1.2 Dentinin major ve minor inorganik bileşenleri (169)

1.5. Florür

Atom numarası 9 ve simgesi ‘F’ olan flor iyonu halojenler grubunda yer almaktadır. İyonik yapının küçük olması nedeniyle, kimyasal reaksiyonlara kolayca girebilmektedir. Bu sebepten dolayı elektronegativitesi en yüksek elementtir. Bilinen tüm elementlerle florür bileşikleri oluşturabilir ve tüm organik ve inorganik maddelerle de reaksiyona girebilir (71,136).

Flor ile başka bir elementin birleşmesinden meydana gelen kimyasal yapıya florür denilmektedir ve bu terim dental terminolojide kullanılmaktadır. Flor iyonu insan vücudunda, çoğunlukla kalsiyum içeriği yüksek olan, kemiklerde ve dişlerde florapatit şeklinde bulunmaktadır (129). Bunun nedeni, iskelet sisteminin %99’ unu oluşturan apatitlerin florürlere karşı yüksek afiniteleri ve flor iyonlarını kendi kristal yapılarına dahil edebilmeleridir. Mineralize dokulardaki flor iyonlarının konsantrasyonları farklılık gösterebilmektedir. Bunların nedenleri olarak;

- Florür alım seviyeleri
- Florüre maruz kalma süresi
- Birbiriyle ilişkili faktörler, doku gelişim hızı, vaskülarizasyon, mineral kristallerinin yüzey alanı ve reaktivitesi, porozite ve mineralizasyon seviyesi gibi durumlar gösterilmektedir (164).

1.5.1. Plakta ve Çevre Dokulardaki Florür

1.5.1.1. Tükürükteki Florür

Çürüğün önlenmesinde tükürüğün önemli bir yeri olduğu bildirilmektedir. Tükürükteki florür seviyesi yükseldiğinde çürük oluşumunun azaldığı bilinmektedir. Bu nedenle tükürükteki florür seviyesi ile çürük sıklığı arasında ters bir orantı mevcuttur (18,71).

Florür içeren bir ajanın oral yoldan alınmasıyla tükürükteki flor konsantrasyonunda hızlı bir artış meydana gelmektedir. Ancak flor miktarında gözlenen bu artış dış kaynaklı bir materyalden geldiğinde, tükürük salgısı ile birleşerek hızlı bir şekilde düşmektedir. Bu olay florun tükürük klirensi olarak bilinmektedir ve birim zamanda tükürükten atılan flor miktarını tanımlamaktadır ve ml/dk olarak ifade edilmektedir (54).

Florürün emilim hızının kandaki florür düzeyindeki artış hızıyla orantılı olduğu, florürün plazmada maksimum konsantrasyona ulaşmasının, oral yolla alındıktan 30-60 dk sonra gerçekleştiği gösterilmiştir. Ancak hızlı bir artıştan sonra

florürün, birkaç saat içerisinde azalarak yaklaşık 24 saatte normal seviyeye indiği de bildirilmiştir (7).

Düzenli olarak kullanılan florür içeren ürünlerle birlikte tükürükte ortaya çıkan 0,03 ppm ve daha yüksek florür seviyesinin, belirgin şekilde çürük oluşumunu engelleyebileceği belirtilmiştir (62). Ancak bu şekilde evde kullanılan ürünlerdeki en büyük problem, bireyin ürünleri her gün düzenli olarak kullanıp kullanmadığıdır. Bu nedenle son yıllarda tükürük içerisindeki florür miktarının nasıl yükseltilebileceği üzerinde durulmaktadır. Dolayısıyla florür salınımı yapan dental materyaller de önem kazanmaktadır (71).

1.5.1.2. Bakteriyel Plaktaki Florür

Flor, çürük gelişimini plaktaki mikroorganizmaların asit üretimini inhibe ederek engelleyebilmektedir (35). Asit oluşturan bakterilerin etkisinin azalması hem ortamdaki florun artmasına hem de asidojenitelerinin önlenmesine bağlıdır (54).

Plak, florürü organik matriks, mineraller ve bakteriler yoluyla olmak üzere üç şekilde bağlayabilir. Florür, iyonik yani serbest florür, iyonize olabilir florür ve sıkı bağlı florür olmak üzere üç şekilde gözlenebilir. Florürün karyostatik etkisini, iyonik yani serbest florür bölümü sağlamaktadır (71).

Plak içinde florür bağlayan tek inorganik iyonun muhtemelen kalsiyum olduğu ve kalsiyum-florürlü diş macunları ve diğer preparatların kullanımı sonucu olduğu kabul edilmektedir. Florürün plak içindeki diğer bir bulunuş şekli de florapatittir. Dental plak içindeki minerallerin incelendiği bir çalışmada florapatitin rezervuar olarak rol alabileceğini, pH düştüğünde ve mineralden bir parça çözülduğünde daha ileri asit üretimini engellemek için flor salımı yapacağı öne sürülmüştür (154). Bu

sebeple plakta artan florür konsantrasyonlarının çürük aktivitesi ile ters orantılı olduğu kabul edilmektedir (104). Mine lezyonlarının remineralizasyonu plak, yapay tükürük veya kalsifiye edici sıvılarda 0,03 ppm' lik florür ile başlayabildiği, optimal remineralizasyon için ise 0,08 ppm' lik bir florür konsantrasyonunun yeterli olabildiği bildirilmiştir. Buna ilave olarak plaktaki florürün artması bakterilerin hidroksilapatite tutulumunu ve dolayısıyla da plak oluşumunun azalması ile sonuçlanmaktadır (11,62).

Florür içeren materyallerin bakterilerin gelişimini inhibe edici etkileri yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ancak bu etkinin materyalin flor salım süresiyle sınırlı olabileceğine de dikkat çekilmiştir (179).

1.5.2. Diş Sert Dokularında Florür

1.5.2.1. Mine Dokusunda Florür

Florür, mine dokusunun hem sağlıklı gelişimi hem de asitlere karşı daha dirençli olan florapatit kristallerinin oluşumu açısından önemlidir. Florürün mineyi hem sürme öncesi hem de sürme sonrası dönemde etkilediği bildirilmektedir (76,135,209).

Florürün sürme öncesi etkisi amelogenezis sırasında ve amelogenezis tamamlandıktan sonra sürme başlangıcına kadar olan dönemde gerçekleşmektedir. Amelogenezisin sıvı fazında, ortamda bulunan flor iyonlarının apatitlerin gelişimini hızlandırdıkları belirtilmiştir (160).

Florürün sürme sonrası etkisi ise çeşitli topikal ve sistemik uygulamalar aracılığıyla olmaktadır (204). Plak içindeki pH değişimleri sırasında flor iyonları,

apatit yapı içine girmektedir. Flor iyonu hidroksiapatit kristalindeki OH⁻ iyonunun yerini aldığında, OH⁻ iyonununa göre kalsiyum atomlarına daha fazla yaklaşır ve bunun sonucu da daha kuvvetli bir elektrostatik bağ oluşmasıyla birlikte apatit kristali daha stabil bir hal aldığı bildirilmektedir. Böylece çözünmeye karşı da daha dirençli olan florapatit (Ca₁₀(PO₄)₆F₂) yapısına dönüştüğü gösterilmiştir (4,51,86,131).

Florür minede,

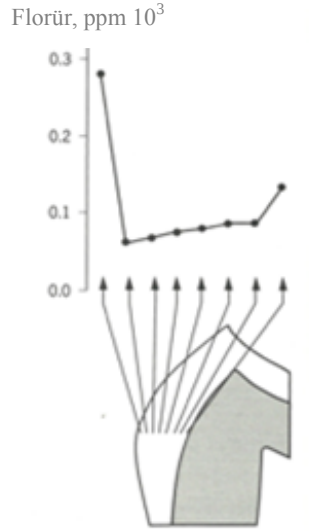
- Apatit kristallerinin içerisinde
- Kristal yüzeyine sıkıca bağlanmış durumda
- Kristal yüzeyine gevşek bağlanmış durumda
- Kristaller arası sıvı içerisinde serbest olarak
- Apatit kristal yüzeyinde gevşek bağlı CaF₂ formunda bulunabilmektedir (164).

Çürük sürecinde mine kristalleri arasında asit geçişi meydana gelirse, kristaller arası sıvıda bulunan florür asit ataklarını azaltabilir. Ancak bu olay, mine içine florürün difüze olabileceği kadar düşük konsantrasyonlarda ve sürekli uygulanmasıyla gerçekleşeceği düşünülmektedir (164).

Kristal yüzeyinde bulunan florür, asit atakları sırasında alt tabakadaki kalsiyum iyonları ile birleşerek ve aynı zamanda da kristal yüzeyindeki hidroksil grupları ile yer değiştirerek hidrojen iyonlarınca daha zor çözünebilen bir yüzey oluşturduğu belirtilmiştir (164).

Düşük konsantrasyonlardaki kristaller arası sıvıda bulunan florürün, asit atakları sonrasında pH tekrar yükseldiğinde, kısmen çözülmüş mine kristallerine kalsiyum fosfat gibi minerallerin depolanmasını hızlandığı belirtilmiştir (164).

Yapılan çalışmalarda minenin dentin ve sement dokularına göre daha az flor içerdiği tespit edilmiştir. Gelişimini tamamlamış mine dokusunda florür homojen dağılım göstermemektedir. Genel olarak mine tabakasının iç tarafından dış yüzeyine doğru florür seviyesinde artış gözlemlendiği bilinmektedir (Şekil 1.4) (164).

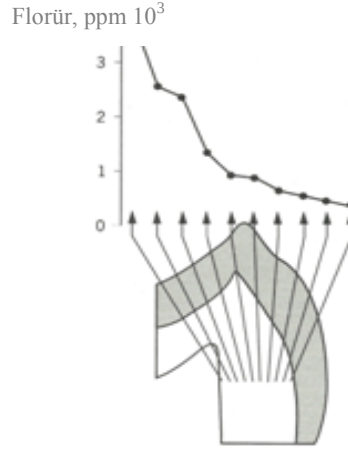


Şekil 1.4 Minedeki florür oranları

1.5.2.2. Dentin Dokusunda Florür

Mine dokusuyla karşılaştırıldığında dentin dokusuna daha fazla florür geçişinin olmasının nedenleri;

- Kristal yüzey alanının daha fazla olmasına,
- Tübüler yapının zengin olmasına,
- Su oranının yüksek olmasına bağlanmaktadır (Şekil 1.5) (83,84,85,164).



Şekil 1.5 Dentin dokusunda florür

Daimi dişlerde, dentindeki ortalama florür konsantrasyonu 40 yaşına kadar arttığı ve daha sonra ortamdaki florür konsantrasyonuna bağlı olarak aynı seviyede kaldığı gösterilmiştir (164). Dentin dokusunda, pulpal yüzeyde ve pulpal yüzeye yakın yerlerde florür konsantrasyonları daha fazladır (187). Bu pulpal bölgelerde alış-veriş en üst düzeydedir ve dentin oluşmaya devam ettiği için mineralizasyon sırasında büyümeyle beraber florür depolamaya devam etmektedir. Böylece florürün sürekli emilimiyle birlikte yaşam boyunca konsantrasyonu artmaktadır (164).

Yeni oluşmuş olan primer ve sekonder dentinde, florür ile temas süresinin kısa olması nedeniyle daha düşük florür konsantrasyonları gözlemlenmiştir. Bunun tersine, florürle uzun süre temas eden durağan dentin yüzeyi pasif bir şekilde çok yüksek miktarlarda florürü absorbe edip depolayabildiği bilinmektedir (164).

1.5.3. Florürün Çürük Önleyici Mekanizması

Florür içeren materyallerin çürük önleyici etkileri şu şekilde tanımlanmaktadır.

- Florun diş yapısına katılmasıyla florapatit oluşumu ve demineralizasyon hızının azaltılması
- Remineralizasyon hızının arttırılması
- Bakteri plağındaki enzim sistemlerini inhibe ederek bakteri gelişimini yavaşlatır.
- Ağız ortamındaki florür oranını arttırır
- Fizikokimyasal ve mekanik bağlanmaya yardımcı olur (31,87).

1.5.3.1. Florürün Demineralizasyon ve Remineralizasyon Üzerine Etkisi

Hidrojen iyonları, diş dokusundaki kalsiyum ve fosfat iyonlarının diş ortama difüzyonunu sağlayarak mineral yapının çözünmesine sebep olduğu bildirilmiştir. Demineralizasyon olayı, hidrojen iyonlarının plaktan çürüğün başladığı bölgeye taşınması ve çözünmüş mineral iyonlarının da çürüğün başladığı bölgeden plağa taşınmasıyla gerçekleşmektedir. Bir materyalin yapısında florür bulundurması asitler karşısındaki çözünürlüğünü değıştirmektedir. Ancak yapısında florür bulundurmanın yanı sıra ortam şartlarının etkisi de önemlidir (64).

Kimyasal olarak solüsyonların pH' ı düştükçe daha az doygun hale geldiklerinden, demineralizasyon veya remineralizasyonun hangi pH' larda gerçekleşeceği, tükürük ve plak sıvısındaki kalsiyum ve fosfat miktarlarına bağı olarak değışebilmektedir. Normal pH' ta, dişte bulunan iyonların plağa geçmesi gerçekleşmeyeceğı için plak bu iyonlar açısından doygun haldedir; ancak, pH düştüğünde doygunluk azalır ve mineden çözünme başlar. Plak sıvısı içindeki florür miktarı artırılabilirse, doygunluğun azalabilmesi için daha da düşük pH' lar gerekli

olacağından demineralizasyon daha zor gerekleŖecektir. Lezyonun sıvı fazındaki florür konsantrasyonu artırılabilirse demineralizasyonda da azalma sağlanabilir (örneğin; topikal uygulamalar sonucu yüzeyde oluŖan kalsiyum florür depozitleri) (71). Bu nedenle plakta artan florür konsantrasyonlarıyla çürük aktivitesi arasında ters bir orantı mevcuttur. Bunların sonucunda, demineralizasyonun oluŖması için gerekli olan kritik pH' ın doğgunluk derecesine göre değerinin 5,5'den 4,5'e azaldığı belirtilmektedir. Florür ve diğer çözünürlük ürünlerinin olmadığı bir ortamda pH 5,5 olduğuunda, kalsiyum ve fosfat iyonları kaybı varken, doğgunluk oluŖtuka bu iyonların kaybı yalnızca pH 4,5'e düŖtüđu zaman meydana gelebilecektir (71,75,188).

Florür, mine dokusunu güçlendirip çürüğe karŖı daha dirençli hale getirebildiği gibi çürük mine dokusunda da remineralizasyonu arttırabilir. Bütün bu karyojenik deđiŖimler sırasında, hem kristal yüzeyindeki hem de çözünmüş fazdaki florür konsantrasyonunun rolü büyüktür (12).

Florürün hidroksilapatitin çözünmesini engelleyerek, remineralizasyonda önemli bir yerinin olduğu, ağız ortamındaki kalsiyum, florür ve fosfat seviyelerinin yükselmesiyle karyojenik faaliyetin demineralizasyon fazının Ŗiddetinin azaltılabileceği ve atak sona erdiğinde remineralizasyonun arttırılabileceği savunulmaktadır. Dolayısıyla oral sıvılardaki düşük florür konsantrasyonunun devam ettirilmesinin, remineralizasyonun sağlanması için gerekli olduğu kabul edilmektedir (75).

1.5.3.2. Florürün Bakteri Plağına Etkisi

Diş yüzeyinde oluşan dental plaktaki mikroorganizmalar karbonhidratları fermente ederek asit oluşumuna sebep olurlar. Böylece bu asitler diş yüzeyindeki kalsiyum ve fosfat iyonlarının çözünmesini sağlayarak çürük olayının başlamasına neden olurlar (58,60,61).

Yapılan çalışmalarda, iyonik halde bulunan florun bakterilerin hücre duvarı ve membranını geçemediğı, ancak hidrojenle birleşerek hidrojen florür şeklinde molekül olarak karyojenik bakterilerinin hücre içerisine doğru hızla ilerleyebildikleri gösterilmiştir. Buna göre, bakteriler asit ürettikçe plak içerisindeki pH düşer ve plak sıvısı içerisinde bulunan flor hidrojen iyonlarıyla birleşerek hidrojen florür formunda bakteri hücresi içerisine difüze olur. Hidrojen florür hücre içerisine girdiğinde ayrışır, flor iyonlarını salarak bakteri içerisindeki enzim aktivitesini engeller. Bunun sonucunda, bakterilerin karbonhidratları metabolize etmeleri için gerekli olan enolaz enzimini inhibe eder (81,206,217).

1.5.4. Diş Sert Dokularındaki Florür Konsantrasyonunun Ölçülmesi

Biyolojik dokularda flor elementi iki şekilde bulunmaktadır.

1. **Organik florür:** Flor elementi organik moleküle kovalent bağlarla bağlanmaktadır. Bu durum, inorganik florürün organik moleküllere (proteinler) veya tükürükteki organik tortuya bağlanmasıyla karıştırılmamalıdır.

2. **Inorganik florür:** Biyolojik yapılarda iyonik veya iyonik olmayan florür şeklinde bulunur.

- İyonik florür: Çözeltiler içerisinde bileşik oluşturmamış şekilde bulunurlar.

Flor iyon elektroduyla belirlenemez.

• İyonik olmayan florür: Flor iyon elektroduyla belirlenebilmektedir. İyonik olmayan florür;

- Düşük pH' ta hidrojen florür gibi protonlara,
- Metal iyonlarına (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+3} , Al^{+3} gibi),
- Tükürükteki gibi minerallere veya organik yapılara,
- Dişlerde ve kemiklerde bulunan apatit yapısına apatitik florür şeklinde,
- Topikal uygulamalar sonrası diş yüzeyine kalsiyum florür (CaF_2) ve

buna benzer formlarda apatitik olmayan florür şeklinde bağlanabilmektedir (210).

Yukarıda anlatılan florür biçimleri uygun yöntemler kullanılarak ayrıştırılabilmekte ve analiz edilebilmektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Spektroskopik metod

- Alüminyum monoflorür moleküler absorpsiyon spektrometrisi (AIF MAS)

2. Elektroanalitik metod

- Flor elektrodu

3. Ayırma yöntemleri

- Gaz kromatografi

4. Diğer yöntemleri

➤ Mikroanaliz teknikleri

- Elektron prob mikroanalizi (EPMA)
- Proton prob mikroanalizi (PPMA)
- Sekonder iyon kütle spektrometrisi (SIMS)

- X ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS)(141,184,210)

1.5.4.1. Flor Elektrodu

Flor elektrodu ile sadece solüsyonlardaki flor konsantrasyonu ölçülebilmektedir. Sert doku örneklerindeki florür oranı, abraziv mikro örnek alma, abraziv biyopsi ve asitle pürüzlendirme gibi teknikler kullanılarak elde edilmektedir (48).

Flor seçici elektrod serbest flor iyonlarına cevap verirken, demir, alüminyum ve magnezyum gibi metal iyonlarıyla bileşik oluşturan flor iyonlarına cevap vermez. Flor elektroduyla sadece solüsyonlardaki flor miktarı ölçülebildiğinden, mineralize doku örneklerinin eritilerek çözünmesi, florun bağlı olduğu bileşiklerin ayrıştırılması ve konsantre edilmesi gerekmektedir. Bunun için de perklorik asit, nitrik asit ve hidroklorik asit gibi güçlü asitler kullanılmaktadır. Düşük pH' ta flor iyonize olmayan hidrojen florür şeklinde bulunur. Hidrojen florür zayıf bir asittir ve flor elektrodu bu yapıya cevap vermemektedir. pH 5' in üzerinde flor tam olarak iyonize edilebilmektedir. Ancak, hidroksit konsantrasyonu, flor konsantrasyonunun on katından fazla olduğu için, elektrot karışıklık yaratan hidroksit iyonlarına da cevap vermektedir. Bu durum, flor elektroduyla yapılacak ölçümlerde solüsyon pH' sının ideal olarak 5 – 6 arasında tutulması gerektiğini ortaya koymaktadır (210).

Flor iyonu aktivitesi ortamdaki iyonik konsantrasyona bağlı olarak değişmektedir. Örnekteki ve standart solüsyondaki iyonik gücün ve kompozisyonunda aynı olması gerekmektedir. Bu nedenle, standartlara ve örneklerle flor elektroduyla ölçüm öncesi total iyonik gücü ayarlama tamponunun (TISAB)

eklenmesi gerekmektedir. TISAB' ın içeriğinde florü kompleks yapığı metal iyonlarından ayıran ve uygun pH' ı sağılayan ayıraçlar bulunmaktadır (210).

1.5.4.2. Elektron Prob Mikroanalizi (EPMA)

Elektron prob mikroanaliz tekniğı, taramalı elektron mikroskobuna enerji dağılımsal x-ışını spektrometresi (EDS veya EDX) ya da dalgaboyu salınımsal x-ışını spektrometresi (WDS veya WDX) dedektörlerinin takılmasıyla birlikte uygulanmaktadır (74). İlk olarak ticari amaçla, 1956 yılında geliştirilen EPMA, dental araştırmalarda kullanılabileceğı 1961 yılında Boyde ve ark. (17) tarafından keşfedilmiştir. Çalışmaların büyük bir çoğunluğunda EPMA, hem mine hem de dentinin çürük lezyonlarındaki kalsiyum, fosfat ve iz elementlerin konsantrasyonunu ölçmek amacıyla kullanılmıştır (25,47,190,219). Bunu takiben, 1964 yılında kırınım kristalinin geniş düzlemler arasında olduğunun tanıtılmasıyla, EPMA, mine, dentin ve sement dokularında florür uygulamaları sonrasında florür konsantrasyonunun ölçülmesinde kullanılmaya başlanmıştır (24,25,29).

EPMA, hem inorganik hem de organik materyallerin analizinin yapıldığı bir cihazdır. Analiz yapılan yüzeye zarar vermediğinden ve örnek hazırlaması için gereken şartların minimal olmasından dolayı tercih edilen bir yöntemdir (141).

Uygun enerjiye sahip elektronlar örnek yüzeyine çarptığında, enerjisi ve miktarı örneğin bileşimine bağı olan x-ışını yayılımına neden olurlar. Karakteristik x-ışını analizi, hem kalitatif hem de kantitatif yapılabilir. Minimum belirleme sınırı en iyi durumlarda %0.1' in altındadır ve genel olarak %1' den azdır (141).

EDS atom numarası 11 ve yukarısındaki elementlerin analizi için, WDS ise atom numarası 11' in altında yer alan hafif elementlerin (flor, karbon, nitrojen, oksijen gibi) analizi için kullanılmaktadır (152,189). WDS ile bir anda sadece bir tane element analizi yapılırken, EDS ile bir anda birçok elementin analizi yapılabilmektedir (189). WDS' in element belirleme limiti %0.01'dir (100 ppm) (17,141).

EPMA' nın doğru yanıt vermesi şu sebeplere bağlıdır.

- Materyalin, bilinen içeriğinin uygun bir standardı olması gereklidir ve mikroskopik boyutta homojen olması gerekmektedir.
- Örnek yüzeyinin düz ve çok iyi polisajlı olması gerekmektedir.
- Mikroskalada, örneğin homojen olması gerekmektedir.
- Elektron bombardımanı altında örnek stabil olmalıdır.
- Vakum altında örnek stabil olmalıdır (141).

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

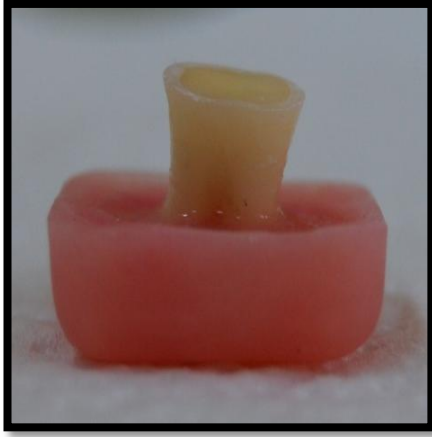
Çalışmamızda, florür içeren simanlardan mine ve dentin dokularına geçişin gerçekleşip gerçekleşmediğini araştırmak birinci amacımızdır. İkinci amacımız ise geçtiği iddia edilen ve ortama salınan florun çürük oluşumu üzerine etkisinin araştırılmasıdır. Materyallerden ortama salınan flor miktarının araştırılması da üçüncü amacımızdır.

2.1. Dişlerin Hazırlanması

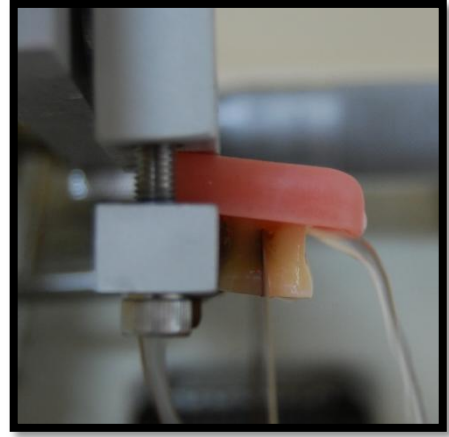
Çalışmamızda 10 adet kök gelişimini tamamlamış üçüncü büyük azı dişi kullanıldı. Çalışmaya dahil edilen dişlerde görünür çürük, çatlak, aşınma veya lekelenme olmamasına özen gösterildi. Dişler çekildikten sonra üzerlerindeki yumuşak doku artıkları ve eklentiler uzaklaştırıldı. Dişler deney başlangıcına kadar içine bakterisit olarak 1mg/L timol kristali ilave edilen distile su içerisinde saklandı.

Disk şeklindeki elmas frez (J.B.T., Belmar, İzmir, Türkiye) kullanılarak distile su soğutması altında dişlerin oklüzal yüzeyleri, düz bir yüzey oluşmasına dikkat edilerek, mine tamamen ortadan kaldırılincaya kadar aşındırıldı. Daha sonra dişler, kökleri otopolimerizan akrilin (Duracryl Self-Cure, Erk Dental, İzmir, Türkiye)

içerisinde kalacak ve oklüzal yüzeyleri yer düzlemine paralel olacak şekilde silikon kalıpların içerisine gömüldü (Resim 2.1). Otopolimerizan rezinin polimerizasyonu tamamlandıktan sonra örnekler, silikon kalıpların içerisinden çıkarılarak su soğutması altında düşük hızlı elmas testere (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) kullanılarak önce mezyo-distal daha sonra da vestibülo- lingual/palatinal yönde bölündü; böylece her bir diştten dört örnek elde edilmiş oldu (Resim 2.2-5).



Resim 2.1 Akrile gömülü diş örneği



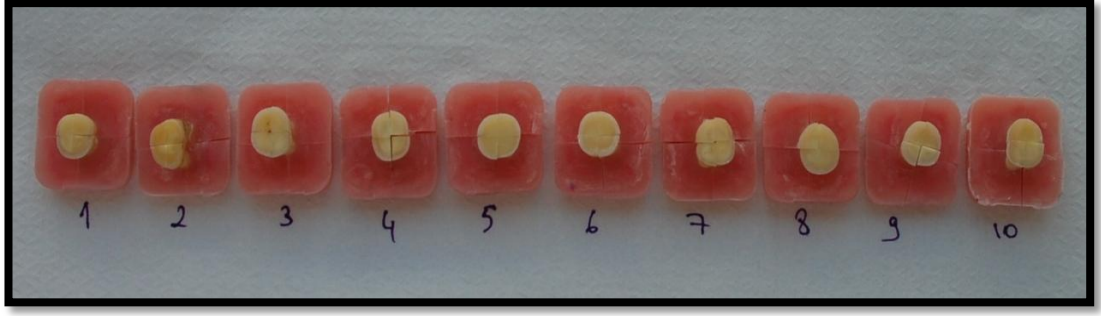
Resim 2.2 Dişlerin ikiye bölünmesi



Resim 2.3 Dişlerin ikiye bölünmüş hali



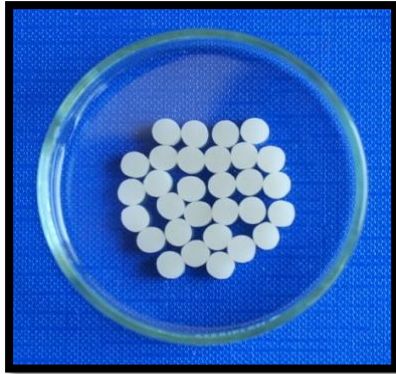
Resim 2.4 Dörde bölünmüş diş parçaları



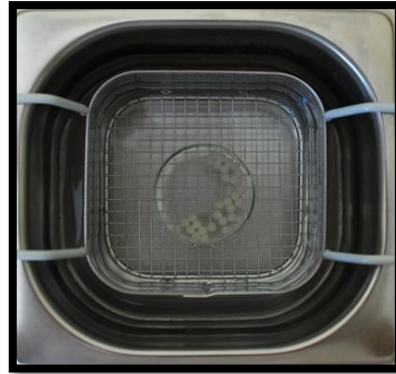
Resim 2.5 Çalışmada kullanılacak olan dişlerin görüntüsü

2.2. Porselen Blokların Hazırlanması

Dişlere yapıştırılmak üzere lösitle güçlendirilmiş tam seramik malzemeden (IPS Empress I, Schaan, Liechtenstein) 5mm çapında ve 3 mm yüksekliğinde 30 adet silindirik seramik blok hazırlandı (Resim 2.6). Porselen blokların kesim işlemi tamamlandıktan sonra üzerindeki artıkları temizlemek için 5 dak ultrasonik banyoda (Bandelin Sonorex Ultrasonik Banyo, Berlin, Almanya) bekletildi (Resim 2.7).



Resim 2.6 Porselen bloklar



Resim 2.7 Blokların ultrasonik banyoda temizlenmesi

2.3. Porselen Blokların Simantasyonu

Herbir dişin dörde bölünmüş olan parçalarından rastgele seçilen üç parçasına porselen bloklar Tablo 2.1’ de belirtilen rezin içerikli simanlar kullanılarak yapıştırıldı. Dişin bir parçası da kontrol grubu olarak ayrıldı.

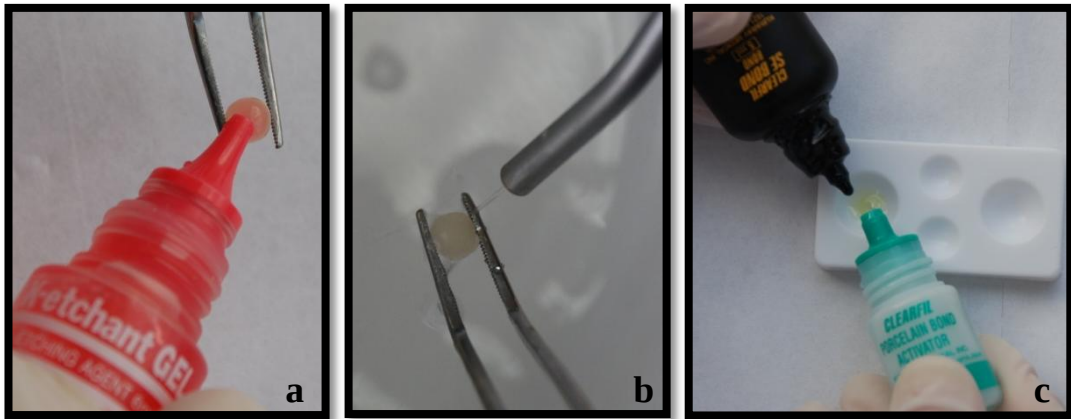
Gruplar	Rezin simanlar / Üretici firma	İçerikleri
1.GRUP (n = 10)	Panavia F 2.0 / Kuraray Medical Inc (Okayama, Japonya)	Sodyum aromatik sülfınat, <u>fonksiyonelleştirilmiş</u> <u>sodyum florür</u> , silanize baryum cam, silanize silika, MDP.
2.GRUP (n = 10)	Variolink II / Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein)	Bis-GMA,üretan dimetakrilat, trietilenglikol dimetakrilat, baryum cam doldurucu, <u>ytterbiyum</u> <u>triflorür doldurucu</u> , Ba-F- florosilikat cam filler
3.GRUP (n = 10)	Clearfil Esthetic Cement / Kuraray Medical Inc (Okayama, Japonya)	Bis-GMA, TEGDMA, Hidrofobik aromatik dimetakrilat, hidrofilik alifatik dimetakrilat, silanlanmış baryum cam, silanlanmış silika, kolloidal silika

Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan rezin simanlar ve içerikleri

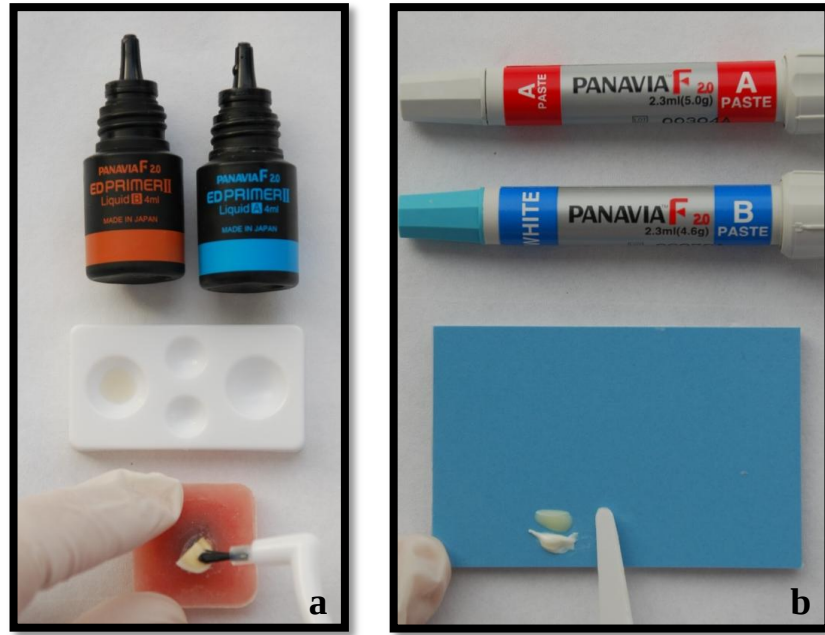
2.3.1. Panavia F 2.0 Simantasyonu

Porselen yüzeyinin hazırlanması: Yapıştırılacak olan porselenin yüzeyine, kumlama işlemi yapıldıktan sonra 5 sn süresince K - Etchant Gel (%40' lık fosforik asit) uygulandı ve yıkanıp kurutuldu. Yüzeyi silanlamak için, eşit miktarlarda Clerafil SE Bond ve Porcelain Bond Activator karıştırılarak porselenin yüzeyine uygulandı ve havayla kurutuldu (Resim 2.8 a,b,c).

Diş yüzeyinin hazırlanması: Eşit miktarlarda ED Primer II A & B karıştırılarak diş yüzeyine uygulandı ve 30 sn sonra yüzey hava ile kurutuldu. Yine eşit miktardaki Paste A & B 20 sn süresince karıştırıldıktan sonra porselenin ve dişin yüzeyine uygulandı. Simante edildikten sonra diş yüzeyine taşan fazlalıklar uzaklaştırıldı ve her yüzeyden 20 sn ışıkla polimerize edildi (Elipar S10, 3M Espe, St.Paul, ABD) (Resim 2.9).



Resim 2.8 a,b,c Porselen yüzeyinin hazırlanması (Panavia F)



Resim 2.9 a,b Diş yüzeyinin hazırlanması (Panavia F)

2.3.2. Variolink II Simantasyonu

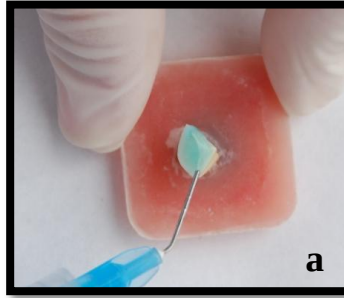
Porselen yüzeyinin hazırlanması: Porselenin yüzeyini pürüzlendirmek için %5' lik hidroflorik asit (IPS Ceramic Gel, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) 60 sn süresince uygulandı, su ile yıkandı ve kurutuldu. Monobond-S bir fırça yardımıyla porselenin yüzeyine sürüldü ve 60 sn bekledikten sonra havayla kurutuldu (Resim 2.10) .

Diş yüzeyinin hazırlanması: Prepare edilen diş yüzeyi 20 sn süre ile %35' lik fosforik asitle pürüzlendirildikten sonra yıkandı ve havayla hafifçe kurutuldu. Syntac Primer diş yüzeyine sürüldükten sonra 15 sn beklendi ve havayla iyice kurutuldu. Diş yüzeyine Syntac Adhesive uygulandı ve 10 sn sonunda havayla kurutuldu. Heliobond, hem diş yüzeyine hemde porselen yüzeyine kalınlık yapmaması için ince bir tabaka uygulandıktan sonra siman hazırlanıncaya kadar porselen ve diş ışık

geçirmez bir kap içinde saklandı. Variolink II Base & Catalyst eşit miktarlarda alınarak karıştırıldı; hem diş hemde porselen yüzeyine uygulandı. Simante edildikten sonra taşan fazlalıklar temizlendi ve her yüzeyden 20 sn ışıkla polimerize edildi (Elipar S10, 3M Espe, St. Paul, ABD) (Resim 2.11 a,b,c,d).



Resim 2.10 Porselen yüzeyinin hazırlaması (Variolink II)

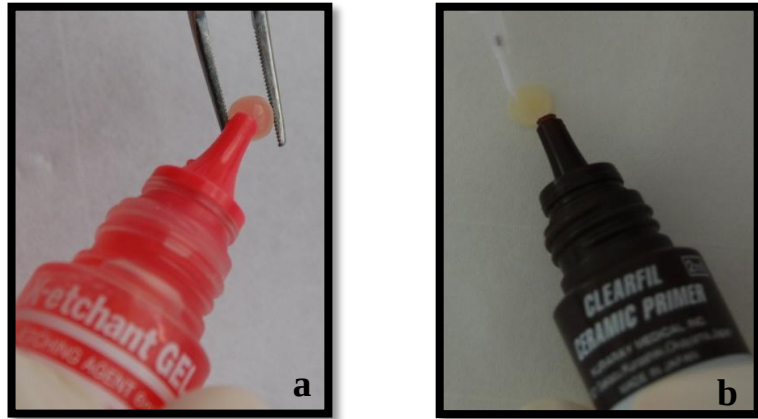


Resim 2.11 a,b,c,d Diş yüzeyinin hazırlanması (Variolink II)

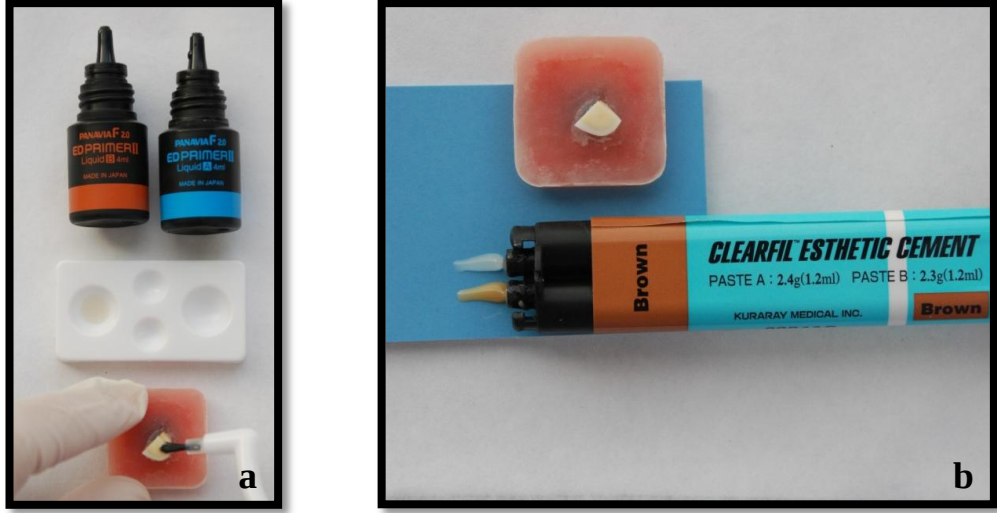
2.3.3. Clearfil Esthetic Cement Simantasyonu

Porselen yüzeyinin hazırlanması: Restorasyon yüzeyi, 30-50 µm boyuttaki alümina tozu kullanarak kumlandı ve yüzeyin temizlenmesi için ultrasonik banyoda bekletildi. Porselen yüzeyine K-Etchant Gel sürüldü ve 5 sn beklendikten sonra yıkanıp kurutuldu. Yüzeyin silanlanması için Clearfil Ceramic Primer uygulandı ve havayla kurutuldu (Resim 2.12 a,b).

Diş yüzeyinin hazırlanması: Eşit miktarlarda ED Primer II A & B karıştırılarak diş yüzeyine uygulandı ve 30 sn sonra yüzey havayla kurutuldu. Tek bir şırıngada bulunan PASTE A & B karıştırılarak hem restorasyon hem de diş yüzeyine uygulandı. Simante edildikten sonra diş yüzeyine taşan fazlalıklar uzaklaştırıldı ve her yüzeyden 20 sn ışıkla polimerize edildi (Elipar S10, 3M Espe, St.Paul, ABD) (Resim 2.13 a,b).

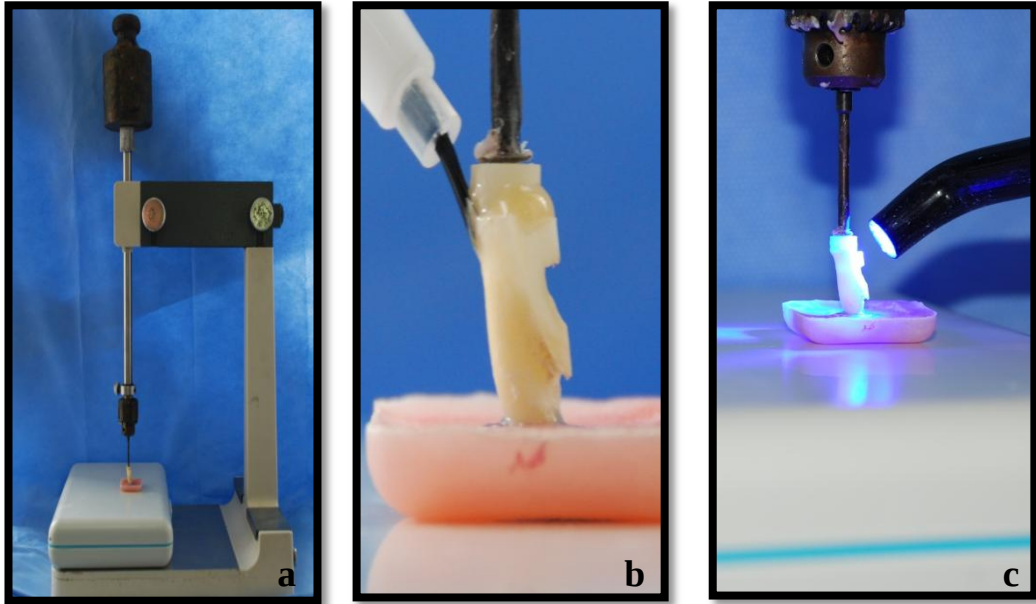


Resim 2.12 a,b Porselen yüzeyinin hazırlanması (Esthetic Cement)



Resim 2.13 a,b Diş yüzeyinin hazırlanması (Esthetic Cement)

Yukarıda belirtildiği gibi, tam seramik bloklar ve diş yüzeyleri üretici firmaların önerileri doğrultusunda hazırlandıktan sonra, bloklar dişe 1 kg'lık sabit yük uygulanarak simante edildi. Böylece her bir örneğe eşit yük uygulanarak eşit siman kalınlıkları ve hacimleri elde edildi (Resim 2.14 a,b,c)



Resim 2.14 a,b,c Örneklerin simantasyonu

2.4. Flor Geçişi ve Kalsiyum Kaybı Analizi İçin Örneklerin Hazırlanması

Örneklerin simantasyonu tamamlandıktan sonra dişler, diş sert dokularına flor geçişinin sağlanması amacıyla 90 gün süresince içerisinde pH' ı 7.1 olan yapay tükürük (Tablo 2.2) bulunan ayrı ayrı ağzı kapalı kaplarda 37⁰C' de etüvde (Nüve, Türkiye) bekletildi. Kontrol grubundaki örneklerde test gününe kadar aynı şekilde ayrı ayrı kaplarda saklandı.

İçerik	Konsantrasyon
CaCl ₂	0,7 mM/L
MgCl ₂ .6H ₂ O	0,2 mM/L
KH ₂ PO ₄	4,0 mM/L
KCl	30 mM/L
NaN ₃	0,3 mM/L
HEPES	20 mM/L

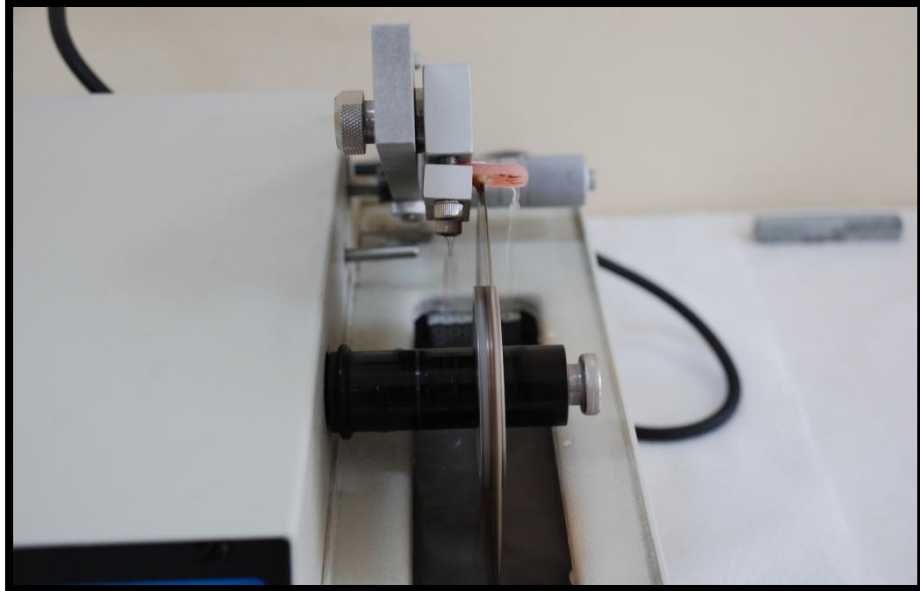
Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan yapay tükürüğün formülü (168)

90 gün sonrasında dişler yapay tükürük içerisinde çıkarılarak, mine dış yüzeyi üstte kalacak şekilde tekrar otopolimerizan akrilin (Duracryl Self-Cure, Erk Dental, İzmir, Türkiye) içerisine yerleştirildi (Resim 2.15).



Resim 2.15 Örneklerin 90 gün sonunda tekrardan akrile yerleştirilmiş halleri

Akrilin polimerizasyonu tamamlandıktan sonra, su soğutması altında düşük hızlı elmas testere (Isomet, Buehler, ABD) kullanılarak dişlerin uzun aksına paralel (longitudinal) bir şekilde ikiye bölündü (Resim 2.16, Resim 2.17).



Resim 2.16 Örneklerin Isomette dişin uzun akslarına paralel bölünmesi



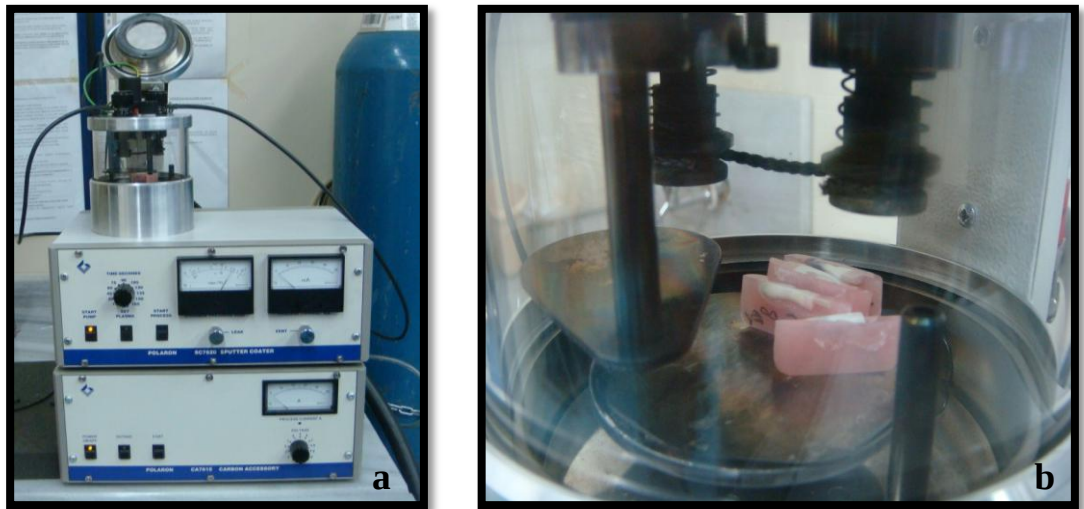
Resim 2.17 Örneklerin bölünmüş görüntüsü

İkiye bölünen parçalardan bir tanesi diş sert dokularına geçen florür analizi için, diğer parçası ise kalsiyum kaybı analizi için test gününe kadar nemli ortamda saklandı.

2.5. Diş Dokularına Geçen Florür Miktarının Saptanması

Yaptığımız ön çalışmada, önce Dokuz Eylül Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, sonra İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi' nde EDS yöntemiyle flor analizi yapıldı. Bu iki merkezdeki EDS analizindeki tutarsız sonuçlar, konusunda deneyimli uzman görüşleri ve literatür bilgileri dikkate alınarak hem Eskişehir Anadolu Üniversitesi hem de Erciyes Üniversitesi Araştırma Merkezi' nde WDS yöntemi ile flor analizi yapıldı. Kalibrasyonunun daha güvenilir sonuçlar verdiği Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi' nde çalışmamız tamamlandı. Analizler X-ışını

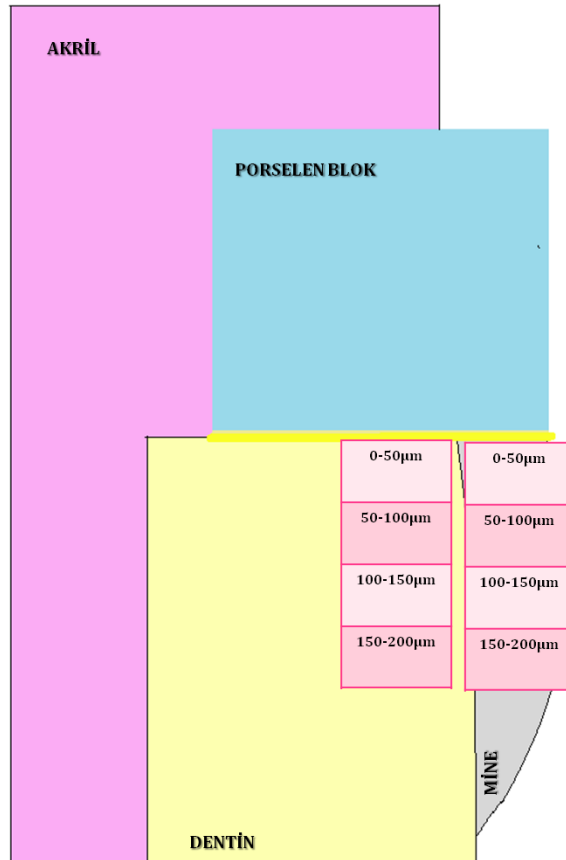
dedektör sisteminin bağılı olduğu (WDX 600i) taramalı elektron mikroskopunda yapıldı (Leica/Leo 440 computer controlled digital, Nussloch, Almanya) (Resim 2.18). WDS analizi için örnek yüzeyinin polisajlı olması gerektiğinden, örneklerin ara yüzeyleri polisaj cihazına takılan 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 1500 grit SiC kağıt aşındırma diskleri ve 15, 3 ve 1µm' lik elmas süspansiyonunun keçelere uygulanmasıyla 60' ar sn aşındırılarak polisajlandı (Mecapol P230, Presi, Tavernolles Brie-et-Angonnes, Fransa). Daha sonra yüzeyde kalan artıkların giderilmesi için örnekler ultrasonik banyoda bekletildi ve ardından 48 saat süreyle desikatörde kurumaya bırakıldı. Hazırlanan örnekler karbon (Polaron CC7650 SEM coating system, FL, ABD) ile kaplandıktan sonra SEM' e yerleştirildi (Resim 2.19a,b). Örneklerden, 584 kez büyütme altında 20 kV gerilim uygulanarak % olarak ağırlık ölçümleri yapıldı. Sayım zamanı olarak 20 sn süre kullanıldı. Bütün ölçümler için x-ışınları 50 µm × 500 µm boyutlarında dikdörtgen pencerelerden okunarak flor oranları saptandı. Her gruptan 5 adet örnek kullanılarak, hem mine hem de dentinden siman tabakasına bitişik sert dokudan başlanarak 200µm' lik bir alanda ölçüm yapıldı (Şekil 2.1).



Resim 2.18 a,b Örneklerin karbonla kaplandığı cihaz



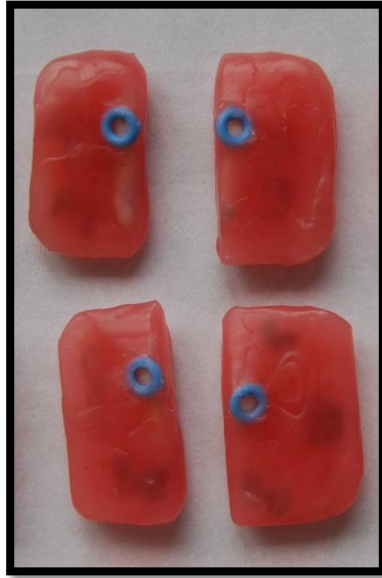
Resim 2.19 Flor analizinin yapıldığı SEM-WDS cihazı



Şekil 2.1 Mine ve dentinde ölçüm yaptığımız alanlar

2.6. Kalsiyum Kaybı Analizi

Bölünmüş olan dişlerin diğer parçaları (n=10) kalsiyum kaybı analizinde kullanıldı. Simana komşu mine yüzeyinde ortodontik olarak dişlerin separasyonunda kullanılan lastiklerle bir pencere oluşturuldu (4.29 mm^2) (Resim 2.20). Pencerenin iç kısmına mum gelmemesine özen gösterilerek, pencerenin dışında kalan tüm yüzeyler mumla kaplandı. 0.34 M sodyum asetatla tamponlanmış pH'ı 4 olan asetik asit demineralizasyon solüsyonu olarak kullanıldı (197). Solüsyonda $10 \text{ mmol L}^{-1} \text{ Ca}^{+2}$ ve $20 \text{ mmol L}^{-1} \text{ PO}_4^{-3}$ elde etmek için kalsiyum monohidrat tuzu $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)2\text{H}_2\text{O}]$ çözünmüştür. Her örnek içerisinde 25ml demineralizasyon solüsyonu bulunan kapaklı polietilen kapların içerisinde bekletildi. Örnekler her dört günde dört defa yeni demineralizasyon solüsyonuna atıldı. Sonuç olarak örnekler 16 gün süresince 4 günde bir yeni demineralizasyon solüsyonunda bekletildi.



Resim 2.20 Mumla kapladığımız örnekler

Solüsyona geçen kalsiyum miktarları, Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya Bölümünde atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak gerçekleştirildi. Kalsiyum analizi için, tampon solüsyonlarındaki kalsiyum konsantrasyonları çok yüksek olduğundan her solüsyondan 0.1 mL alınarak ve 4.9 mL distile su ile karıştırılarak dilüe edildi. Magnezyum ve fosfat iyonlarının girişimini engellemek için her tampon solüsyonunda %10 lantanklorür (LaCl_2) yer alacak şekilde 50000 mg (LaCl_2) eklendi. Aynı işlem kör ve standart kalsiyum solüsyonlarına da uygulandı. Örneklerdeki kalsiyum konsantrasyonları Varian Spectra-10 plus AA atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Varian, Victoria, Australia) ölçüldü (dalga boyu: 422.7nm; slit: 0.5nm).

3.7. Flor Salımı

Bu bölümde çalışmamızda, kullandığımız rezin içerikli yapıştırıcı simanlardan yapay tükürük ortamına salınan flor miktarları ölçüldü. Materyallerden flor salımı testi Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Analitik Kimya Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi. Hazırlanacak örneklerin standardizasyonunun sağlanması amacıyla her materyalden iç çapı 5.35 mm ve yüksekliği 1.68 mm olan eşit boyutlara sahip plastik kalıplar kullanıldı. Düz bir yüzey oluşturmak ve fazlalıkların taşması için iki cam arasında şeffaf bant konarak ve her yüzeyden 20 sn ışık tutularak silindir şeklinde diskler elde edildi. Her bir materyal için 7 adet olmak üzere, toplamda 2 örnek hazırlandı.

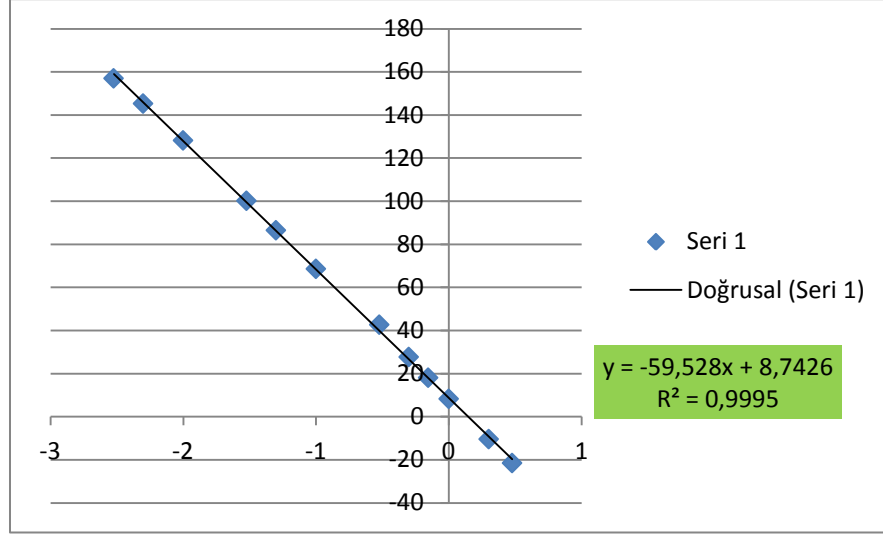
Her bir örnek içerisinde 5 ml yapay tükürük bulunan polietilen kaplar içerisine yerleştirildi ve ağızları kapatıldı. Örneklerin hazırlanmasından sonra 1., 2.,

3., 4., 5., 6., 7., 14., 30., 60. ve 90. günlerdeki flor salımlarına bakıldı. Örnekler yeni kaplara aktarılırken üzerinde kalan artıkların, 1ml bidistile su ile yıkanarak örneğin bekletildiği kaba dökülmesi sağlandı ve böylece kaptaki sıvı miktarı 6 ml' ye tamamlanmış oldu. Yeni kaplara aktarılan örnekler flor ölçüm zamanlarına kadar 37⁰C' de etüvde saklandı.

Örneklerden salınan flor miktarını, iyon analizatörüne (Orion 4-Star Plus Benchtop pH/ISE Meter, Thermo Scientific, Beverly, MA, ABD) bağlı bir flor elektrodu ile belirledik (9609 BN Florür elektrodu, Thermo Scientific, Beverly, MA, ABD) (Resim 2.21) . Her ölçüm gününde flor elektrodu 10 ppm ve 1 ppm' lik standart solüsyonlardan TISAB II solüsyonuna daha önceden hesapladığımız şekilde belirli oranlarda 0,003 ppm' den 3 ppm' e kadar katım yaparak kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Grafik 2.1).



Resim 2.21 Flor salımlarının ölçüldüğü iyon analizatörü



Grafik 2.1 Oluşturduğumuz kalibrasyon grafiğine ait bir örnek

Elde edilen çözeltiler içerisinde 2 ml alınarak 2ml TISAB II solüsyonuyla karıştırıldı. Flor ölçümleri ısıtılmamış bir manyetik karıştırıcı üzerinde plastik bir kap içerisinde karıştırma işlemi devam ederken gerçekleştirildi. Her bir örnekten 3 defa ölçüm yapılarak flor miktarları mV olarak kaydedildi. Her bir örneğin flor içeriği, oluşturulan kalibrasyon grafiğine göre ppm flor olarak hesaplandı. Daha sonra ppm değerleri örneklerin yüzey alanlarına bölünerek $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerleri elde edildi.

3.8. İstatistiksel Analizler

Çalışmamızın sonucunda elde ettiğimiz verilerin istatistiksel analizi Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda SPSS 15.0 for Windows paket programı ile gerçekleştirildi.

Rezin içerikli yapıştırma simanlarından mine ve dentin dokularına yüzeyden 0-50 µm, 50-100 µm, 100-150 µm ve 150-200 µm derinliğe kadar geçen florür oranlarının ve dişlerde oluşturduğumuz yapay çürüklerden, 4., 8., 12. ve 16. günlerde meydana gelen kalsiyum kayıplarının istatistiksel analizinde Tekrarlayan Ölçümler için Varyans Analizi kullanıldı. İkili karşılaştırmaları ise Bonferroni testi kullanılarak değerlendirildi.

Rezin içerikli simanlardan yapay tükürük ortamına 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 14., 30., 60. ve 90. günlerde salınan flor oranlarının istatistiksel analizinde Tekrarlayan Ölçümler için Varyans Analizi kullanıldı. Günler ile materyaller arasındaki farklılıklar anlamlı bulunduğundan ($p < 0,001$) günler ve materyaller ayrı ayrı incelendi. Her gün için materyallerden salınan flor oranları arasındaki farklılıklar tek yönlü Anova kullanılarak test edildi. Günler arasındaki homojenlik Levene testi ile incelendiğinde homojen olmadığı görülmüş ve ikili karşılaştırmaları Dunnet T3 testi kullanılarak yapıldı. Her materyalin kendi içinde günlük flor salım oranları ise tekrarlayan ölçümler için varyans analizi kullanılarak ölçüldü. İkili karşılaştırmaları ise Bonferroni testi kullanılarak değerlendirildi.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Çalışmamızda elde edilen bulgular,

1. Rezin simanlardan mine ve dentin dokularına geçen florür miktarı,
2. Dişlerde yapay çürük oluşturularak belirlenen kalsiyum kayıpları,
3. Rezin simanlardan ortama salınan flor miktarı olmak üzere üç başlık altında değerlendirildi

3.1 Rezin Simanlardan Mine ve Dentin Dokularına Geçen Florür Miktarına Ait Bulgular

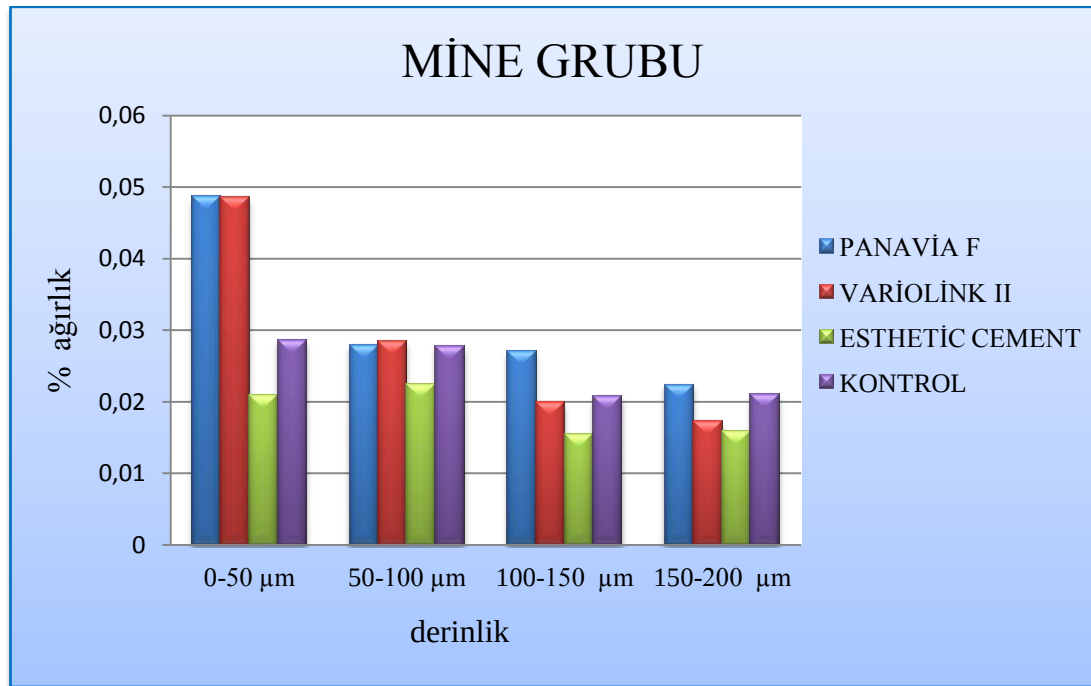
3.1.1. Mine Dokusuna Geçen Florür Miktarına Ait Bulgular

Mine ve dentin dokusuna geçen florür oranları % ağırlık şeklinde hesaplandı. Mine dokusuna geçen florür miktarları ve standart sapmaları Tablo 3.1’ de gösterilmiştir. Mine dokusuna geçen flor miktarı oranları tekrarlayan ölçümler için varyans analizi kullanılarak 0.05 anlam aralığında incelendi.

Derinlik	0-50 µm	50-100 µm	100-150 µm	150-200 µm
Materyal	Ortalama±SS (% ağırlık)	Ortalama±SS (% ağırlık)	Ortalama±SS (% ağırlık)	Ortalama±SS (% ağırlık)
PANAVIA F	0,04866±0,025	0,02790±0,013	0,02702±0,0162	0,02240±0,020
VARIOLINK II	0,04880±0,016	0,02844±0,024	0,01992±0,019	0,01724±0,016
ESTHETIC CEMENT	0,02090±0,005	0,02244±0,008	0,01540±0,016	0,01586±0,020
KONTROL	0,02858±0,009	0,02772±0,006	0,02072±0,011	0,02100±0,028

Tablo 3.1 Mine dokusuna geçen florür miktarları

Çalışmada kullanılan materyaller ile kontrol grubundaki florür miktarları incelendiğinde farkın anlamsız olduğu ortaya çıktı ($p > 0,05$) (Grafik 3.1).



Grafik 3.1 Mine dokusuna geçen florür miktarları

0 – 50 μm ' lik derinlikte Panavia F ve Variolink II gruplarındaki florür miktarının fazla olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p > 0,05$).

Derinlikler arasında herhangi bir etkileşimin bulunup bulunmadığı incelendiğinde; derinlikler arasındaki farklılığın anlamlı olduğu saptandı ($p < 0,05$). Derinlikler arasındaki farklılıkları ikiyeşerli gruplar halinde karşılaştırmak için Bonferroni testi kullanılmıştır. Bu ikili karşılaştırma testi bulguları sonucunda 0-50 μm ile 150-200 μm arasında anlamlı farklılık bulunurken ($p < 0.05$), diğer derinlikler arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmadı.

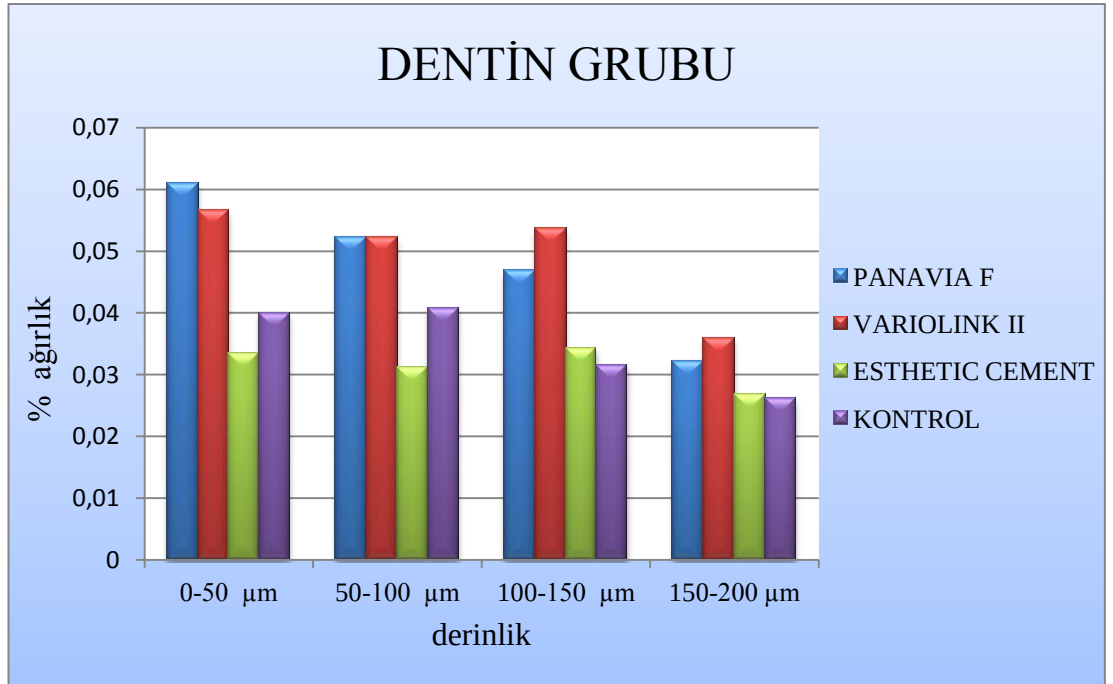
Materyallerden geçen florürün derinliklerle olan ilişkisi incelendiğinde ise herhangi bir etkileşimin olmadığı aralarındaki farklılığın anlamsız olduğu bulundu ($p > 0,05$).

3.1.2. Dentin Dokusuna Geçen Florür Miktarına Ait Bulgular

Dentin dokusuna geçen florür miktarları ve standart sapmaları Tablo 3.2' de ve Grafik 3.2' de gösterilmiştir. Dentin dokusuna geçen florür miktarı oranları da tekrarlayan ölçümler için varyans analizi kullanılarak 0.05 anlam aralığında incelendi. Yine aynı mine grubunda olduğu gibi dentin dokusuna geçen florür bulguları da materyaller arasındaki farklılıklar derinlikler arasındaki farklılıklar, hem materyal hemde derinlikler arasındaki farklılıklar şeklinde incelendi ve aralarındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulundu ($p > 0,05$).

Derinlik	0-50 μm	50-100 μm	100-150 μm	150-200 μm
Materyal	Ortalama $\pm$ SS (% ağırlık)	Ortalama $\pm$ SS (% ağırlık)	Ortalama $\pm$ SS (% ağırlık)	Ortalama $\pm$ SS (% ağırlık)
PANAVIA F	0,06100 $\pm$ 0,031	0,05226 $\pm$ 0,015	0,04684 $\pm$ 0,020	0,03214 $\pm$ 0,021
VARIOLINK II	0,05660 $\pm$ 0,036	0,05234 $\pm$ 0,024	0,05372 $\pm$ 0,027	0,03598 $\pm$ 0,012
ESTHETIC CEMENT	0,03344 $\pm$ 0,009	0,03118 $\pm$ 0,022	0,03426 $\pm$ 0,037	0,02674 $\pm$ 0,007
KONTROL	0,03998 $\pm$ 0,023	0,04084 $\pm$ 0,012	0,03158 $\pm$ 0,021	0,02612 $\pm$ 0,018

Tablo 3.2 Dentin dokusuna geçen florür miktarları



Grafik 3.2 Dentin dokusuna geçen florür miktarları

3.2. Dişlerde Yapay Çürük Oluşturularak Belirlenen Kalsiyum Kayıplarına Ait Bulgular

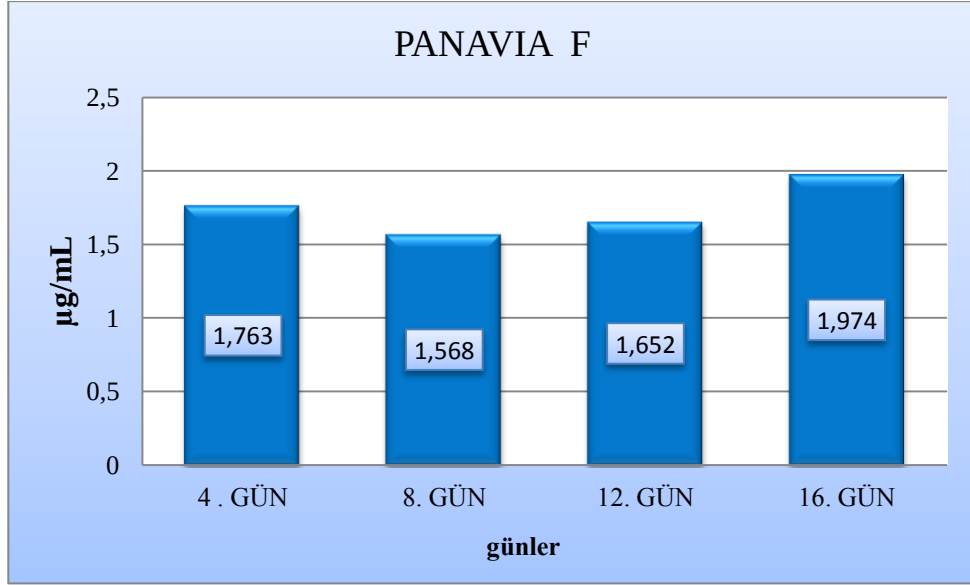
Dişlerde 4., 8., 12. ve 16. günlerde ve toplamda meydana gelen kalsiyum kayıplarını incelediğimiz testin istatistiksel analizi tekrarlayan ölçümler için varyans analizi kullanılarak 0,05 güven aralığında yapıldı. Dişlerde 4., 8., 12., 16. günlerde ve toplamda oluşan kalsiyum kaybı verileri ve standart sapmaları Tablo 3.3'te belirtilmiştir.

Günler	4.GÜN	8.GÜN	12.GÜN	16.GÜN	TOPLAM
Materyal	Ortalama±SS (µg/mL)	Ortalama±SS (µg/mL)	Ortalama±SS (µg/mL)	Ortalama±SS (µg/mL)	Ortalama±SS (µg/mL)
PANAVIA F	1,763±0,27	1,568±0,22	1,652±0,22	1,974±0,15	6,958±0,17
VARIOLINK II	2,119±0,20	1,430±0,23	1,585±0,57	1,672±0,10	6,809±0,29
ESTHETIC CEMENT	1,750±0,13	1,621±0,27	1,534±0,14	1,686±0,15	6,592±0,09
KONTROL	1,813±0,21	1,450±0,22	2,129±0,16	2,092±0,19	7,485±0,31

Tablo 3.3 Dişlerde meydana gelen kalsiyum kayıpları

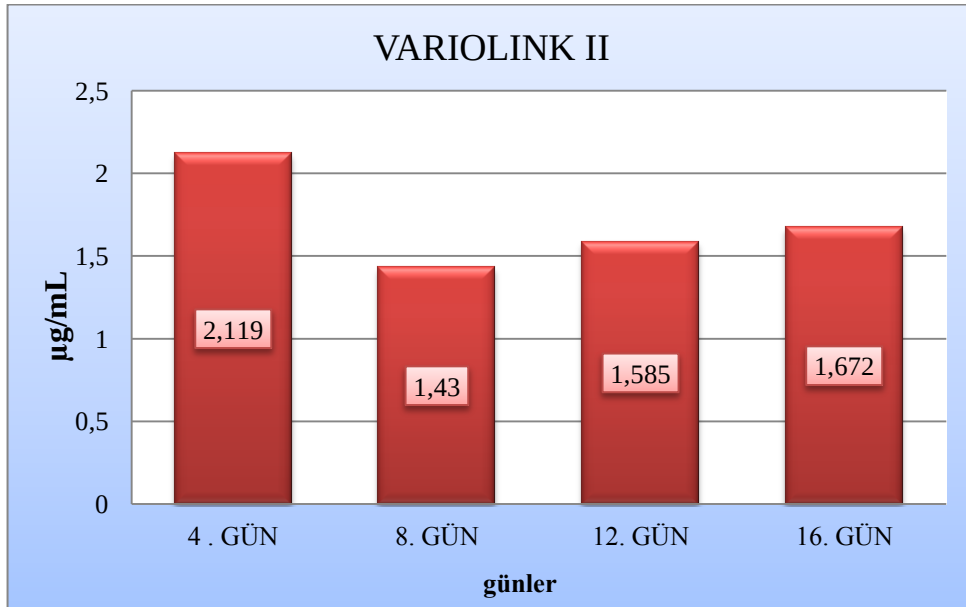
Yapılan istatistiksel analiz sonucunda materyaller ve günler arasında etkileşim olduğu tespit edildi ($p < 0,001$). Bu sebepten dolayı rezin simanlar ile günler ayrı ayrı değerlendirildi. Materyallerin ve günlerin ikili karşılaştırmaları ise Bonferroni testi kullanılarak gerçekleştirildi.

Panavia F' te günler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). 8. gün ile 16. gün ve 12. gün ile 16. gün arasındaki farklılıklar artış yönünde anlamlı bulundu. Panavia F grubuna ait veriler Grafik 3.3' te görülmektedir.



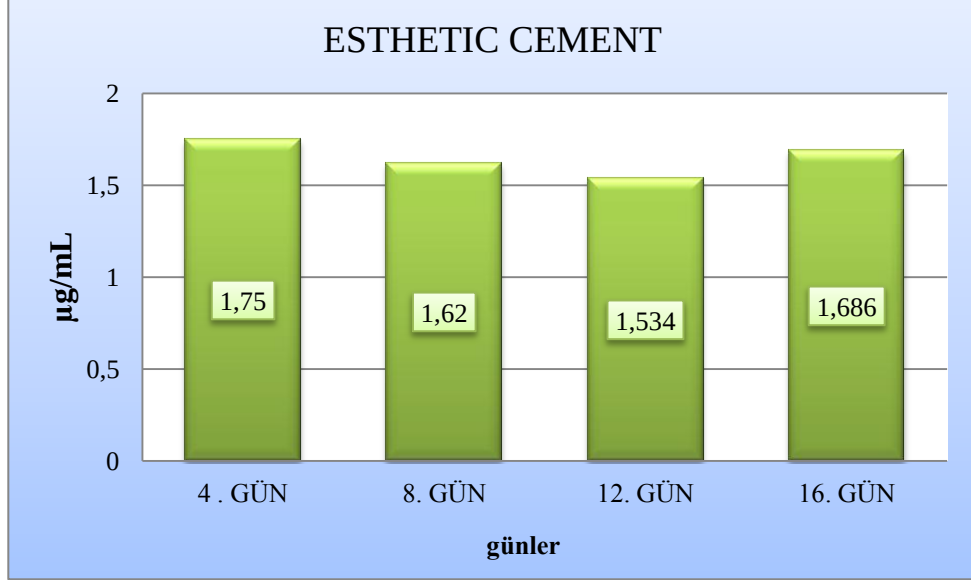
Grafik 3.3 Panavia F grubuna ait kalsiyum kayıpları

Variolink II grubunda, 4. gün ile 8. gün ve 4. gün ile 16. gün arasındaki farklılıklar azalma yönünde anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Variolink II grubuna ait veriler Grafik 3.4' te görülmektedir.



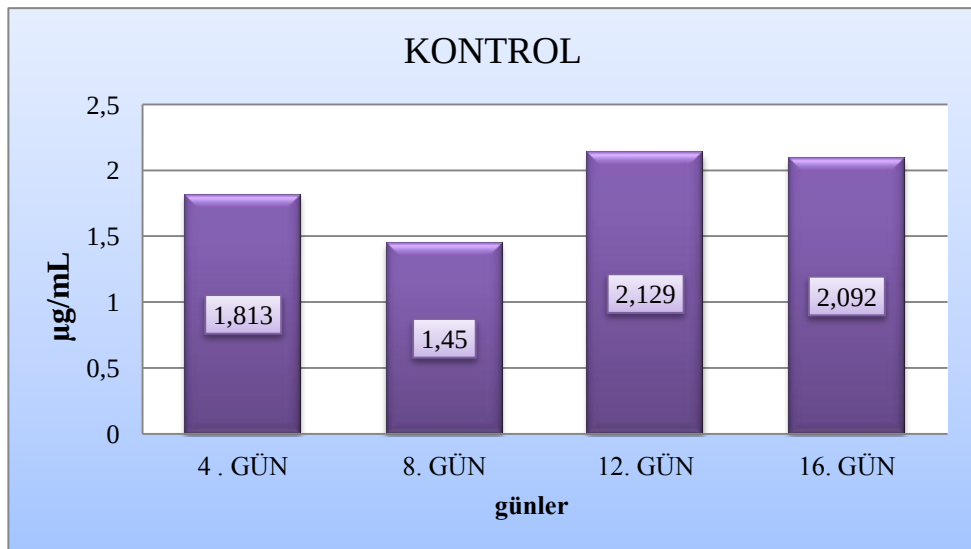
Grafik 3.4 Variolink II grubuna ait kalsiyum kayıpları

Esthetic Cement grubunda günler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamsız bulundu ($p > 0,05$). Esthetic Cement grubuna ait veriler Grafik 3.5’ te görülmektedir.



Grafik 3.5 Esthetic Cement grubuna ait kalsiyum kayıpları

Kontrol grubunda ise 4. gün ile 12. gün, 8. gün ile 12. gün ve 8. gün ile 16. gün arasındaki farklılıklar artış yönünde anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Kontrol grubuna ait veriler Grafik 3.6’ da görülmektedir.



Grafik 3.6 Kontrol grubuna ait kalsiyum kayıpları

Günler içerisindeki farklılara bakıldığında; 4. Günde Variolink ve Esthetic Cement arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). 4. günde en az kalsiyum kaybı Esthetic Cement'te, en fazla kalsiyum kaybı ise Variolink II' de gözlemlendi. 8. güne bakıldığında ise gruplar arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmadı ($p > 0,05$).

12. günde, Panavia F ile Kontrol grubu ve Esthetic Cement ile Kontrol grubu arasındaki farklılıklar artış yönünde anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). En fazla kalsiyum kaybı Kontrol grubunda, en az Esthetic Cement' te gözlemlendi.

16. günde, Panavia F ile Variolink II ve Panavia F ile Esthetic Cement arasında azalma yönünde, Variolink II ile Kontrol grubu ve Esthetic Cement ile Kontrol grubu arasında artış yönünde farklılık tespit edildi ($p < 0,05$).

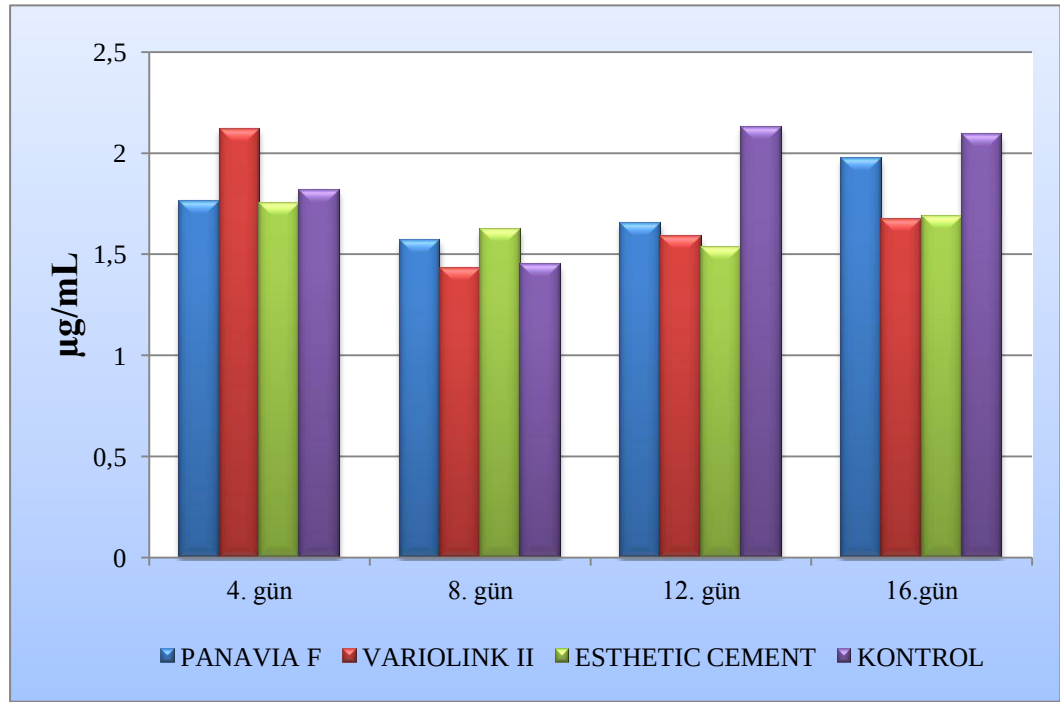
16. günün sonundaki toplam kalsiyum kayıplarına bakıldığında, gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Variolink II ile Kontrol grubu ve Esthetic Cement ile Kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$).

Günler içerisinde grupların istatistiksel farklılıkları Tablo 3.4' te verilmiştir

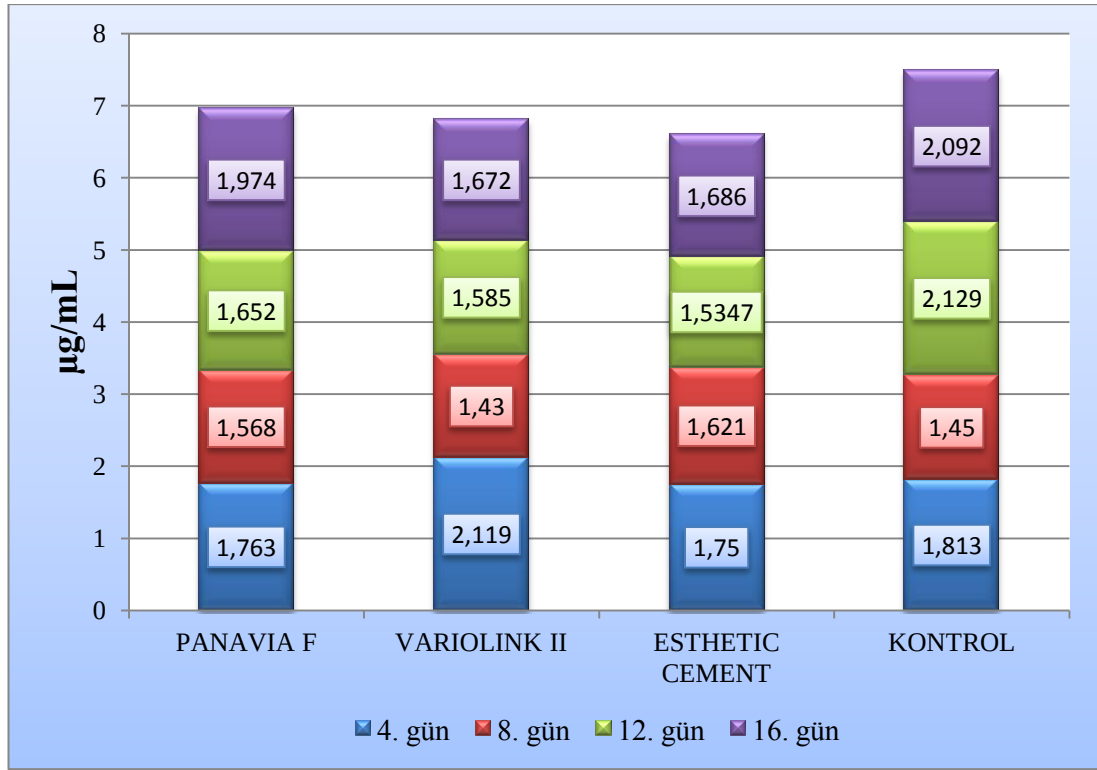
	1 – 4. gün	5 – 8. gün	9 – 12. gün	13 – 16. gün	Toplam
Pan – Var	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p > 0,05
Pan - Est	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p > 0,05
Pan - Kont	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05
Var - Est	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05
Var - Kont	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05
Est - Kont	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05

Tablo 3.4 Kalsiyum kayıplarının günler içerisindeki p değerler

Grafik 3.7’ de günlerdeki kalsiyum kayıpları karşılaştırmaları ve Grafik 3.8’ de ise gruplardaki toplam kalsiyum kayıpları görülmektedir.



Grafik 3.7 Günlerdeki kalsiyum kayıplarının karşılaştırılması

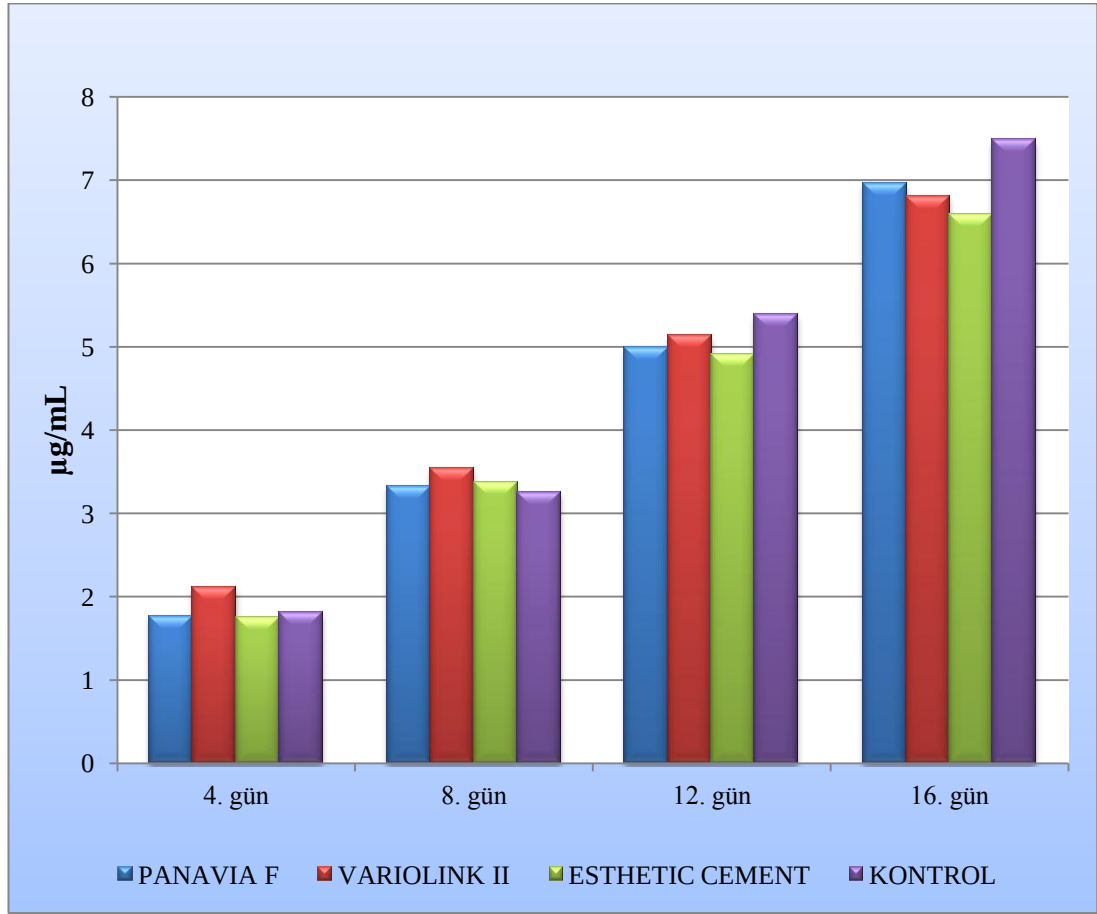


Grafik 3.8 Gruplardaki toplam kalsiyum kayıpları

Tablo 3.5' te ve Grafik 3.9' de kümülatif kalsiyum kayıpları görülmektedir.

	1 - 4 gün	5 – 8 gün	9 – 12 gün	13 – 16 gün
	Ortalama±SS (µg/mL)	Ortalama±SS (µg/mL)	Ortalama±SS (µg/mL)	Ortalama±SS (µg/mL)
PANA VIA F	1,763±0,27	3,3317±0,13	4,9837±0,09	6,9585±0,17
VARIOLINK II	2,119±0,20	3,5507±0,48	5,1366±0,36	6,8093±0,29
ESTHETIC CEMENT	1,750±0,13	3,3715±0,09	4,9062±0,10	6,5924±0,09
KONTROL	1,813±0,21	3,2638±0,25	5,3935±0,33	7,4857±0,31

Tablo 3.5 Kümülatif kalsiyum kayıpları



Grafik 3.9 Kümülatif kalsiyum kayıpları

3.3. Rezin Simanlardan Ortama Salınan Florür Miktarına Ait bulgular

Rezin simanlardan yapay tükürük ortamına salınan flor miktarları $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ şeklinde hesaplandı. Salınan flor miktarlarının ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 3.6' da görülmektedir. Flor salımının istatistiksel analizinde 0,05 anlam aralığında tekrarlayan ölçümler için varyans analizi kullanıldı. Günler ve materyaller karşılaştırıldığında aralarında etkileşim olduğu tespit edildi ($p < 0,001$).

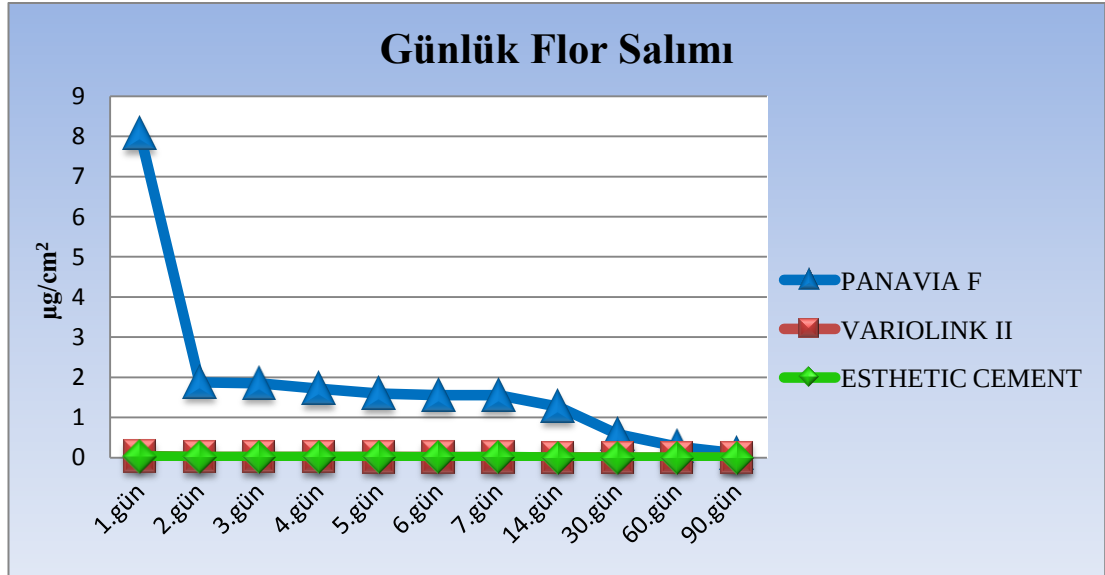
	PANAVIA F	VARIOLINK II	ESTHETIC CEMENT
	Ortalama±SS ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Ortalama±SS ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Ortalama±SS ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
1.gün	8,064±6,397	0,038±0,009	0,031±0,017
2.gün	1,878±1,209	0,018±0,004	0,015±0,006
3.gün	1,848±0,905	0,020±0,003	0,015±0,004
4.gün	1,718±0,650	0,019±0,002	0,018±0,005
5.gün	1,599±0,397	0,015±0,003	0,013±0,003
6.gün	1,553±0,325	0,014±0,001	0,011±0,002
7.gün	1,555±0,206	0,013±0,002	0,013±0,003
14.gün	8,903±0,578	0,043±0,012	0,015±0,003
30.gün	9,342±1,866	0,060±0,019	0,015±0,005
60.gün	8,142±3,254	0,145±0,044	0,017±0,005
90.gün	3,050±0,492	0,134±0,024	0,016±0,006
Toplam	47,657±15,385	0,522±0,114	0,182±0,048

Tablo 3.6 Simanlardan salınan flor miktarları

Günler içerisindeki materyallerden salınan flor miktarının analizinde tek yönlü ANOVA kullanıldı. Günler arasındaki homojenlik Levene testi ile incelendiğinde homojen olmadığı görüldü ve ikili karşılaştırmaları Dunnet T3 testi kullanılarak yapıldı. Günlük olarak rezin içerikli simanlardan yapay tükürük ortamına salınan flor oranları karşılaştırıldığında aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Materyallerden günlük flor salımı Grafik 3.10’ da görülmektedir.

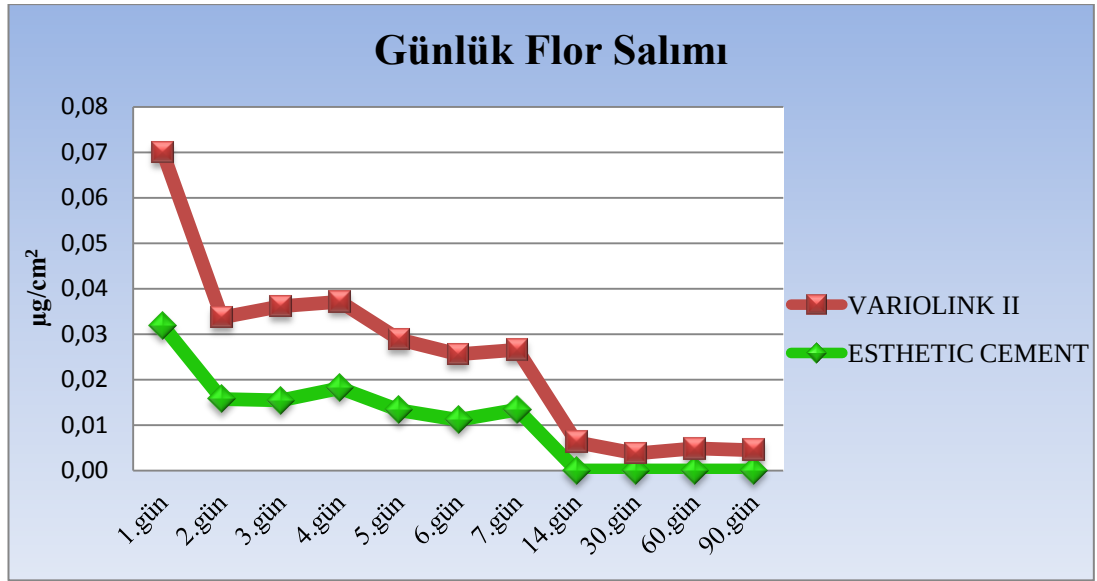
1., 2., 3., 4., 5., 6. ve 7. günlerde Panavia F, Variolink II ve Esthetic Cement’ ten istatistiksel olarak artış yönünde farklı bulundu ($p < 0.05$).

14., 30., 60. ve 90. günlere bakıldığında ise tüm rezin simanlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$).



Grafik 3.10 Materyallerden salınan günlük flor miktarları

Variolink II ve Esthetic Cement arasındaki farklılık Grafik 3.11’ de daha net bir biçimde görülmektedir.



Grafik 3.11 Variolink II ve Esthetic Cement’ ten salınan flor oranları

Her materyalin kendi içinde günlük flor salım oranları ise 0,05 anlam aralığında tekrarlayan ölçümler için varyans analizi kullanılarak ölçüldü. İkili karşılaştırmaları ise Bonferroni testi kullanılarak değerlendirildi. Rezın simanların kendi içerisindeki günlük salınımlarına bakıldığında tüm simanlarda istatistiksel olarak farklılıklar bulundu.

Esthetic Cement’ te günler içerisindeki değişimlere bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p > 0,05$).

Variolink II’ de ve Panavia F’ te günler arası farklılıklar anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Variolink II ve Panavia F’ teki günler arasındaki farklılıklar Tablo 3.7 ve Tablo 3.8’ de gösterilmiştir.

Variolink II’ deki günler arasındaki değişimlere baktığımızda 1. gün ile 2. gün karşılaştırıldığında flor salım oranında gerçekleşen düşüş anlamlıdır ($p < 0,05$). İlk yedi günlük flor salımlarını incelediğimizde en fazla salım 1. günde gerçekleşti.

Panavia F' teki günler arasındaki flor salım değişimlerine bakıldığında, ilk 7 günlük değişimler istatistiksel olarak anlamsız bulundu ($p > 0,05$). En fazla flor salımı birinci gün gerçekleşti. Hem Variolink II hem de Panavia F' nin flor salım modelinin zamanla azalan tarzda olduğu görüldü.

	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün	5.gün	6.gün	7.gün	14.gün	30.gün	60.gün	90.gün
1gün.		p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05
2.gün	p < 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
3.gün	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
4.gün	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
5.gün	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
6.gün	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
7.gün	p < 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
14.gün	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05		p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05
30.gün	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05		p < 0,05	p < 0,05
60.gün	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05		p > 0,05
90.gün	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	

Tablo 3.7 Variolink II' deki günlerin ikili karşılaştırmaları sonucu ortaya çıkan farklar

	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün	5.gün	6.gün	7.gün	14.gün	30.gün	60.gün	90.gün
1.gün.		p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05
2.gün	p > 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05
3.gün	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05
4.gün	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
5.gün	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p < 0,05
6.gün	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p < 0,05
7.gün	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p < 0,05
14.gün	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05		p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05
30.gün	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05		p > 0,05	p < 0,05
60.gün	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05		p > 0,05
90.gün	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p > 0,05	

Tablo 3.8 Panavia F' teki günlerin ikili karşılaştırmaları sonucu ortaya çıkan farklar

4. BÖLÜM

TARTIŞMA

Günümüzde, tam seramik restorasyon sistemlerinin gelişimine paralel olarak, rezin esaslı yapıştırma simanlarında da ilerlemeler kaydedilmiştir. Geleneksel simanlara oranla daha az mikrosızıntı ve daha uzun klinik ömre sahip olduğu bildirilen rezin simanlar, son yıllarda tam seramik lamina venerlerin, inley ve onleylerin, indirekt kompozit restorasyonların simantasyonunda sıklıkla kullanılmaktadır (27,132,180,216).

Seramik restorasyonlardaki başarıyı etkileyen faktörlerin, restorasyonların mekanik özellikleri, preparasyonun şekli ve simantasyonda kullanılan sistemin hem restorasyona hem de diş iyi ve uzun süre bağlanmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (149,213). Seramik restorasyonlar, diş yüzeyinde herhangi bir işlem gerektirmeden, örneğin cam iyonomer siman ile diş dokularına pasif olarak veya asitlemenin ardından, adeziv sistem ve/veya rezin siman uygulaması ile aktif olarak bağlanabilmektedir (149).

Restorasyonların başarısızlıkla sonuçlanmasındaki en büyük faktörün sekonder çürük olduğu ve restorasyonların değiştirilme nedenleri arasında yaklaşık olarak %60' lık bir paya sahip olduğu bilinmektedir (91,107,109,110). Restorasyon marjinde veya dişin aksiyel duvarlarındaki diş sert dokularında meydana gelen demineralizasyonun sonucu olarak sekonder çürük gelişebilmektedir.

Demineralizasyonun durdurulabildiği ve remineralizasyonun sağlanabildiği durumlarda sekonder çürük oluşumunun da azaldığı görülmektedir (67,94,220). Florür salımı yapan restoratif materyallerin, restorasyon dış ara yüzeyinde sekonder çürük gelişimini ve çürük sürecinin başlamasını engelledikleri bildirilmektedir (183).

Tam seramik restorasyonların uzun dönemdeki klinik başarısı seramik, yapıştırma simanı ve diş yapıları arasındaki bağlanmaya bağlıdır (50). Bu nedenle, marjinal açıklıkları daha iyi kapatmaları, tutuculuklarının daha fazla olması ve restorasyonun kırılma direncini arttırmaları gibi avantajlarından dolayı rezin içerikli yapıştırma simanları tercih edilmektedir. Cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, poliasit modifiye kompozit rezin ve kompozit rezinler gibi çeşitli restoratif materyallerin florür içerdikleri ve florür salımı yaptıkları bilinmektedir (1,85,101,118,133,181,224,229). Ayrıca rezin içerikli yapıştırma simanlarının da içeriğinde florür bulunduğu ve florür salımı yaptıkları bilinmektedir (83,218).

Rezin içerikli yapıştırma simanlarının sertleşme reaksiyonu sırasında oluşan polimerizasyon büzülmesi sonucu restorasyonun marjinal bölgesinde mikroçatlakların oluştuğu ve bu bölgeden diş siman aralığı boyunca mikrosızıntının gelişebileceği belirtilmiştir (147). Ayrıca, restorasyonların kenarlarında bırakılan açıklıkların, ağızdaki mikroorganizmalar için uygun barınma yerleri oluşturduğu ve asit atakları sırasında sekonder çürük oluşumunu arttırdığı bilinmektedir (174).

Çalışmamızda, florür içeren rezin yapıştırma simanlarından diş sert dokularına geçtiği bildirilen ve ortama salınan florun sekonder çürüğün önlenmesi ya da azaltılabilmesinde yararlı olabileceğini düşünerek, bu simanlardan mine ve dentin dokularına geçişin gerçekleşip gerçekleşmediğini, ortama salınan flor miktarını ve bunların çürük oluşumu üzerine olan etkisini araştırdık.

Yapılan çalışmalarda, restoratif materyallerin florür salımı yapabilmeleri materyalin hazırlanmasına, toz-likit oranına, materyaldeki yüzey farklılıklarına ve kullanılan ortamın yapısı gibi faktörlere bağlı olduğu belirtilmiştir (9,103). Yukarıda saydığımız faktörlerin araştırma sonuçlarını etkilememesi ve tüm aşamaların standardizasyonunu sağlamak için çalışmamızda simantasyon işlemleri tek bir uygulayıcı tarafından yapıldı. Simanlarda eşit film kalınlıkları sağlayabilmek amacıyla, porselen bloklar 1kg'lık sabit yük altında yapıştırıldı (26,157).

Isı-basınç tekniğine dayanan l  sit içerikli cam seramik olan IPS Empress I inley-onley restorasyonlarda ve anterior bölgedeki restorasyonlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar da IPS Empress sisteminin klinik başarı oranının % 90' ın üzeride olduğunu göstermiştir (69). Çalışmamızda da, klinik koşulların taklit edilebilmesi amacıyla IPS Empress I sisteminin kullanılması tercih edilmiştir.

Diş dokusu ile adeziv restoratif materyal arasındaki iyon değişiminin gerçekleşmesi için sulu bir ortam gerektiği belirtilmiştir (56,214). Yapılan çalışmalarda da florür geçişi için örnekler distile veya deiyonize su içerisinde bekletilmiştir (83,84,85,225). Bu sebepten dolayı porselen blokları simante ettiğimiz dişler, rezin simanlardan diş dokularına flor iyonu geçişini sağlayabilmek ve ağız ortamını taklit edebilmek için, 90 gün süresince içinde yapay tükürük bulunan ağızları kapalı ayrı kaplar içerisinde 37⁰C' de etüv ortamında bekletildi.

Diş sert dokularının yapısına bağlı olarak florür içeriklerinde kişiden kişiye farklılıkların g  r  ld  ğu bilinmektedir (164). Bu açıdan rezin içerikli yapıştırıcı simanlardan mineye geçen florür miktarının değerlendirilmesinde, başlangıç florür miktarının bilinmesi önemlidir. Bundan dolayı çalışmamızda, bu farklılıkların

oluşmasına engel olabilmek amacıyla, her bir diş dört parçaya bölünerek her diş parçası ayrı kaplara konularak saklandı. Rastgele seçtiğimiz dişin üç parçasına biri flor içermeyen, ikisi flor içeren rezin içerikli simanlar kullanılarak hazırlanan porselen bloklar simante edildi. Dişin kalan son parçası ise dişte bulunan florür oranını belirleyebilmek için kontrol grubu olarak ölçüm zamanına kadar diğer dişlerle beraber aynı ortamda bekletildi.

Elektron prob mikroanaliziyle element analizinin yapıldığı çalışmalarda elementlerin diş dokularına geçişi için belirli bir süre beklendikten sonra, ilk önce dişlerden longitudinal olarak kesit alınmıştır. Daha sonra ise analizin doğruluğu için gerekli olan ölçüm yapılacak yüzeyin düz ve polisajlı olması kuralına uygun olarak çeşitli kalınlıklardaki zımparalarla yüzeyin düzgünlüğü sağlanmış ve çeşitli partikül büyüklüğüne sahip elmas pastalar kullanılarak da polisaj yapılmıştır (111,112). Yamamoto ve ark. (225) da, örneklerin kesme ve parlatma işlemleri sırasında yüzeyde oluşan hasarın WDS ölçümleri sırasında deneysel hataya yol açmadığını belirtmiştir. Çalışmamızda, flor elementinin geçişi için 90 gün süresince yapay tükürükte bekletilen dişlerden, longitudinal kesitler alınarak iki parçaya ayrıldı. Daha sonra element analizinin yapılacağı yüzey, 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 1500 grit'lik SiC kağıt aşındırma diskleri ile düzeltildi ve 15, 3 ve 1µm'lik elmas partiküller içeren pastalar kullanılarak polisaj yapıldı.

Dalgaboyu salınım x-ışını spektrometresiyle (WDS) çeşitli elementlerin analizinin yapıldığı çalışmalarda, polisaj işleminden sonra örnekler 48 saat süreyle kurumaya bırakılmış ve daha sonra analiz için yüzeyleri karbonla kaplanmıştır (3,82,113,225). Bizim çalışmamızda, polisajdan sonra yüzeydeki artıkların

uzaklaştırılması için örnekler ultrasonik banyoda bekletildi ve 48 saat süresince desikatörde kurutulup, analiz öncesi yüzeyi karbonla kaplandı.

Mineye florür geçişini belirlemek için literatürde bildirilen çok sayıda teknik bulunmaktadır. Minedeki florür miktarının araştırıldığı ilk çalışmalarda, seri halde yapılan bileme tekniği kullanıldığı bildirilmiştir (95). Mikrodiseksiyon, asit-etch ve abraziv teknikler ile microsampling yöntemlerinde büyük bir ilerleme kaydedilmiştir (153). Asit-etch tekniği ile mine derinlik ölçümlerinde, mineral çözünürlüğünde derinlikle beraber varyasyonların olması belirsiz bir durumu ortaya koymaktadır. Ancak işlemin karmaşıklığının artması durumunda potansiyel hatalar mikroradyografi kullanılarak düzeltilebildiği bildirilmektedir (130). Abraziv teknikler ise florür-derinlik profillerinin elde edilmesi amacıyla daha az sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun nedeni küçük örneklerin abraze edilmesinin güçlüğüdür (48). Bu tekniklerin örnekler üzerinde tahrip edici etkisi bulunmaktadır. İncelenecek olan bölgeye asit uygulaması sırasında asitin diğer bölgelere de geçerek o ortamda bulunan florürü çözmesiyle hataların ortaya çıkabileceği belirtilmiştir (48,162). Bu sebepten dolayı çalışmamızda, örnek üzerinde tahribat oluşturmayan ve sert yapılarda bulunan hafif elementlerin belirlenmesinde (flor gibi) hassas ölçüm tekniğine sahip elektron prob mikroanalizinin kullanılması uygun görüldü.

Elektron prob mikroanalizinin kullanıldığı çalışmalarda, atom numarası küçük olan hafif elementlerin analizinde enerji dağılımsal X-ışını spektrometresine (EDS) göre 10 kat daha fazla hassas olduğu belirtilen dalgaboyu salınım X-ışını spektrometresini kullanmışlardır (WDS) (83,84,111,112,113,141,225). Bu sebepten dolayı çalışmamızda, dışteki iz elementlerden biri olan ve hafif elementler içerisinde yer alan florun analizini yapabilmek için WDS cihazının kullanılması tercih edildi.

Han ve ark. (85), florür içeren rezin siman ve florür içerikli adeziv materyallerden 1., 7. ve 60. günlerde mine ve dentin dokularına geçen florür miktarını WDS yöntemiyle inceledikleri çalışmalarında, 5-30 μm ' lik derinliğe kadar florür geçişi olduğunu saptamışlar. Florür geçişini mapping yöntemiyle izledikleri çalışmalarında görüntülere bakarak 1. günde florür geçişi gözlemediklerini, 7. ve 60. günlerde ise hem mine hem de dentinde belirgin bir florür geçişi saptadıklarını, dentine geçen florür miktarının ise mineye geçenden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada kullandıkları NaF içeren rezin simandan dentine en fazla 30 μm derinliğe kadar florür geçişi olduğunu ve bunun diğer materyallerden daha fazla olduğunu söylemişlerdir. Han ve ark. (84) yapmış olduğu başka bir çalışmada da florür içeren tek basamaklı adeziv sistemlerden mine ve dentine geçen florür oranlarını incelemişlerdir ve yukarıdaki çalışmaya benzer şekilde 7. ve 60. günlerde flor geçişinin 1. güne göre daha fazla olduğunu ve geçiş derinliğinin ise 2-8 μm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Knight ve ark. (111), bir kompozit rezin ve dört cam iyonomer siman ile restore ettikleri dişleri iki hafta süreyle demineralize etmişler ve 10 μm ' lik aralıklarla 130 μm ' lik alanı incelemişlerdir. Bunun sonucunda, cam iyonomer simanlardan florür geçişinin yaklaşık olarak 10-30 μm ' lik derinliğe kadar olduğunu, kompozit rezinde ise florür geçişinin çok az olduğunu ve çürük atakları sırasında dentin dokusunda az koruma sağladığını gözlemlemişlerdir.

Knight ve ark. (113), bir kompozit rezin ve dört cam iyonomer simandan iki hafta sonunda dentin dokusuna geçen kalsiyum, fosfat, alüminyum, stronsiyum ve florür geçişini izledikleri çalışmalarında, 5 μm ' lik aralıklarla hem restorasyon hem de dentindeki 200 μm ' lik alanı incelemişler ve restorasyon-diş ara yüzeyinden sonra yok denilebilir düzeyde florür kalıntılarına rastlamışlardır. Çalışmalarının sonucunda,

cam iyonmer simanlardaki florürün çoğunun dış ortama salındığını, dentin dokusuna sınırlı düzeyde florür geçişi olduğunu belirtmişler ve florürün geçiş derinliği konusunda net bir bilgi vermemişlerdir.

Florür içeren restoratif materyallerin kullanıldıkları dişlerde, materyal-diş arayüzeyinden mesafe olarak uzaklaştıkça diş sert dokularına florür geçişinin azaldığı kanıtlanmıştır (3,83-85,113,225). Yukarıda bahsettiğimiz çalışmalarda, kullanılan materyallerden florürün geçiş derinlikleri arasında farklılıkların olduğu görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, ilk 50 µm' lik alana flor geçişinin gerçekleşebileceğini varsayarak çalışmamızda, daha derin dokulara da flor geçişinin gerçekleşip gerçekleşmediğini değerlendirmek için 50 µm' lik aralıklarla 200 µm' lik bir alanın incelenmesinin daha uygun olabileceğini düşündük.

Çalışmamızda incelediğimiz alanlarda 90 gün sonunda rezin simanlardan diş dokularına geçen flor miktarının çok az olduğu bulundu. Panavia F ($0,04866 \pm 0,025$) ve Variolink II ($0,04880 \pm 0,016$) grupları, Kontrol grubu ($0,02858 \pm 0,009$) ve Esthetic Cement ($0,02090 \pm 0,005$) grubuyla karşılaştırıldığında ise aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü. Simanlar arasında oluşan bu farklılık anlamlı olmasa bile, özellikle 0-50 µm' lik alanda, Panavia F ve Variolink II' de yaklaşık 2 kat florür artışı olduğu gözlemlendi. Bu aralıkta geçen florür miktarları arasında 2 kat fark gözlenmesine rağmen, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı.

Çömlekoğlu (31), cam iyonmer siman, rezin modifiye cam iyonmer siman ve kompozit rezin simanlardan diş sert dokularına geçen florür miktarını 25 µm aralıklarla 125 µm' lik mesafede 1. hafta, 1. ay, 3. ay ve 6. ayda incelediği çalışmasında, tüm materyallerden oldukça yüksek oranda florür geçişi olduğunu

belirtmişlerdir. Rezin simanlardan diş dokusuna geçen florür miktarını incelediğimiz çalışmamızda, dişe geçen florür miktarının oldukça düşük olduğu tespit edildi. Bunun sebebinin, florür geçişinin farklı yöntemler kullanılarak ölçülmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çömlekoğlu, dişe geçen florür miktarlarını enerji dağılımsal X-ışını spektrometresini (EDS) kullanarak ölçmüşlerdir. Biz de çalışmamızda, flor gibi hafif elementlerin ölçümünde daha hassas bir ölçüm tekniğine sahip dalgaboyu salınımsal X-ışını spektrometresini (WDS) kullanmayı tercih ettik.

Çalışmamızda kullanılan rezin içerikli simanlardan mine ve dentin dokularına geçen florür miktarları, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında aralarında farklılık bulunmamıştır. Bu durum, rezin simanlardan salınan florun büyük bir kısmının içinde bulunduğu ortama geçtiğini düşündürmektedir. Çünkü, diş dokularına geçtiğini düşündüğümüz az miktardaki flor çalışma materyalleri arasında istatistiksel olarak belirgin farklılık oluşturmamıştır.

Mine ve dentin dokularındaki flor oranlarının değişkenlik göstermesi, söz konusu dokuların yapı ve içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (83,84,85). Dentin tübüler bir yapıya sahipken, mine içeriğindeki apatit kristallerinin boyut ve yoğunluğundan dolayı daha kompakt bir yapıya sahiptir. Ayrıca dentindeki su içeriği mineye oranla daha fazladır, bundan dolayı dentine daha fazla florür geçişi olmaktadır. Çömlekoğlu (31), çalışmasında 0-75 µm' lik ölçüm alanında mine dokusunda yaklaşık 3-9, dentin dokusunda 3-18 kat florür artışı olduğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmamızın bulgularına baktığımızda, materyaller ve derinlikler arasında herhangi bir farklılık bulunmasa da, mine ve dentin

dokularındaki florür oranları incelendiğinde, dentine geçen florürün miktar olarak mineden daha fazla olması yukarıdaki çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Restorasyonların etrafında sekonder çürük oluşması, restoratif dişhekimliğinde çözümlenememiş problemlerden biridir (44). Restorasyon-diş arayüzeyinde oluşan marjinal sızıntı sekonder çürüğün gelişmesine ortam sağlamaktadır (44,67). Florür içeren restoratif materyallerin, restorasyon kenarında oluşan sekonder çürüğün engellenmesinde ve azaltılmasında etkili olduğu yapılan çalışmalarla belirtilmiştir (44,67,151). Çalışmamızın bu bölümünde simanlardan dişe geçen florürü incelediğimiz örneklerin kalsiyum kaybı için ayrılan diğer yarılarında yapay çürük oluşturularak, florür içeren simanların çürük önlemedeki etkinlikleri incelendi.

De Groot ve ark.' (37) nın ağız ortamına sürmüş dişlerde, minenin çürüğe yatkınlığını test eden çalışmalarında, standardize demineralizasyon koşullarında farklılığın en az olduğu çürük lezyonlarının geliştirilebilmesi için abraze yüzeyler önerilmiştir. Buna karşın Theuns ve ark. (200) ise yüzey tabakalarını abraze etmenin çürüğe yatkınlığı arttırabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmaya göre; mineral içeriği yüzey tabakasından mine-dentin birleşimine yaklaştıkça farklılık göstermektedir. Bu sebepten dolayı, abraze edilen mine yüzeyinde yapılan çalışmaların, zarar görmemiş minenin çürüğe yatkınlığı konusunda bilgi vermesinin şüpheli olabileceği belirtilmiştir. Buna uygun olarak çalışmamızda, sağlam mine yüzeylerinde yapay çürük oluşturulması uygun görülmüştür.

Minenin kalınlığı diştan dişe ve bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir (örneğin; minenin kesicin kenarında 2 mm iken molarların tüberkül tepelerinde 2,5-3 mm' dir) (8,22,142). Dolayısıyla minenin kalınlığının aynı dişlerin farklı bölgelerinde farklılık gösterebileceği (kesici kenar ve oklüzal yüzeylerde kalın olup

kole bölgesine doğru incelmesi gibi) ve örneklerin kıyaslanabilirliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden demineralizasyon alanına maruz bırakılacak yüzeyleri belirleyen pencerenin konumu önemlidir (102). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda kullandığımız molar dişlerin oklüzal yüzeyleri mine dokusu tamamen ortadan kaldırılıp tüm oklüzal yüzeyde dentin açığa çıkıncaya kadar aşındırıldı. Örnek yüzeyinde oluşturduğumuz pencere ise aşındırılan bölgenin hemen altında mine yüzeyinde yer aldı. Ayrıca diş yapısının insandan insana farklılık gösterebileceği göz önüne alınıp, gruplar arasındaki farklılığı daha iyi anlayabilmek için analizler tek bir diş üzerinde yapıldı.

Restoratif materyallerin in vitro ortamdaki çürük önleyici etkileri, dişler üzerinde yapay çürük oluşturularak incelenmektedir. In vitro ortamda oluşturulan yapay çürük lezyonları, ağız ortamında gelişen doğal çürük lezyonlarıyla tam olarak aynı özelliklere sahip olamayabilir, ancak genellikle benzerlik gösterdiği kabul edilmektedir. Yapay çürük lezyonlarının test edilebilir özelliğe sahip olması, elde edilen verilerin üzerinde çalışılabilecek kalitede olması, tekrarlanabilir olması ve birebir tek bir değişken özelliğine sahip olması büyük bir avantaj olarak gösterilmektedir (5). Çalışmalarda, başlangıç çürük lezyonu oluşturmak amacıyla farklı tipte birçok asit içerikli deney solüsyonu kullanılmıştır (134). Mine yüzeyinde yapay çürük lezyonları oluşturmak için kalsiyum ve fosfat içeren tampon solüsyonları birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Yüzey altı lezyonları oluşturmak için gerekli olan kalsiyum ve fosfatın doygunluk derecesi ve solüsyonun pH değeri ise Theuns ve ark. tarafından geliştirilmiştir (198,199). Tezel' in (197) çalışmasında kullandığı pH'ı 4 olan kalsiyum ve fosfat içerikli asetik asit içeren tampon solüsyonunun, dişlerden daha dengeli kalsiyum kaybına neden olduğunu

düşündüğümüzden, çalışmamızda demineralizasyon solüsyonunu olarak kullanılmasını uygun gördük.

Asit solüsyonu içerisindeki kalsiyum ve fosfatın tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi ile yapılan analiz, oluşan erozyonu değerlendirmek için kullanılan çok eski bir yöntemdir. Kalsiyum analizi için iyon seçici elektrod kullanılması kalsiyumun bazı asitler tarafından kompleks oluşturulması nedeniyle hatalı bir yöntem olabilir. Atomik absorpsiyon spektrometresinin ise, fosfat gibi diğer çözünenlerin girişimini engellediğinden kalsiyum analizi için güvenilir ve duyarlı bir yöntem olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (178,197). Bu nedenle çalışmamızda yapay çürük solüsyonu içerisindeki kalsiyum miktarının analizi için atomik absorpsiyon spektrometresi kullanıldı.

Yapılan çalışmalarda (1,101,103,133,218), en fazla flor salımının cam iyonomer simanlardan en düşük flor salımının ise kompozit rezinlerden olduğu saptanmıştır.

Cam iyonomer restorasyonların kendisine yaklaşık 7 mm' ye yakın komşu bölgelerde, *in-vitro* koşullarda dişteki mineral kaybını önemli derecede azalttığı gösterilmiştir (191). Cam iyonomer simanların flor salımı yapmayan diğer materyallerle karşılaştırıldığı çalışmalarda, restorasyon marjiniinden 0,2 mm' lik mesafede % 80, 7 mm' lik mesafede ise % 37 oranında mineral kaybını engellediği bildirilmiştir (89,90). Buna karşılık *in-vitro* mikroradyografik çalışmalarda flor salımı yapan kompozit rezinlerin ise çok az bir oranda mineral kaybını etkiledikleri bulunmuştur (42).

Dijkman ve ark. (41), florür içeren ve içermeyen kompozit rezinlerle yaptıkları çalışmada; florür içeren kompozit rezinlerin demineralizasyonu azalttığını ifade etmişlerdir. Yaman ve ark. (226) cam iyonomer siman, kompomer ve kompozit rezin materyallerin çürüğü önleyici etkisini inceledikleri çalışmada; flor salımı yapan kompozit rezinin, flor salımı yapmayana göre, demineralizasyonu azalttığını belirtmişlerdir.

Han ve ark. (83), flor içerikli ışıkla polimerize olan cam iyonomer siman, rezin siman ve fissür sealantlardan, 60 gün süresince flor geçişi için bekledikleri örneklerde, yapay çürük oluşturarak kalsiyum kaybını incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, 22 saatlik kayıplara bakıldığında en az kalsiyum kaybının rezin siman ve fissür sealantlarda olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan rezin simanın, içerik olarak Panavia F' in içeriğine benzer şekilde NaF içerdiği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise ilk 4 günlük verilere bakıldığında, Panavia F ($1,763 \pm 0,27$) ve Esthetic Cement' te ($1,750 \pm 0,13$) gözlemlenen kalsiyum kaybı hemen hemen eşit bulunmuştur. Bu sonuçların benzerlik göstermemesinin nedenini onların ilk 24 saatte, bizim ise ilk 4 günde oluşan kalsiyum kaybını karşılaştırmamızdan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Yapılmış olan bu çalışmalara karşıt olarak, Dionysopholus ve ark. (44) ise flor salımı yapan kompozit rezin restorasyonların florür içermeyen kompozit rezinlere göre sekonder çürük oluşumunu önemli derecede azaltmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda buna paralel olarak, kalsiyum kayıplarını değerlendirdiğimiz florür içeren ve içermeyen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Florür içermeyen Esthetic Cement ($6.592\pm0,09$) grubunda, florür içeren Panavia F ($6,958\pm0,17$) ve Variolink II ($6,809\pm0,29$) grupları ile karşılaştırıldığında oluşan kalsiyum kaybının daha az olduğunu gözlemledik. Bunun sebebinin 90 gün süresince diş sert dokularına florür geçişi için bekletilen rezin simanların ortama florür salımı yapmasıyla, yapılarındaki bozulmadan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Yukarıda florür içeren rezin simanların etrafında oluşabilecek çürüğü önlemedeki etkinliğini incelediğimiz çalışmamızın bu bölümünde de materyallerden ortama salınan flor miktarını araştırdık.

Restoratif materyallerden ortama salınan flor miktarının belirlendiği çalışmalarda örneklerin hazırlanma ve saklanması aşamasında genellikle plastik, teflon, paslanmaz çelikten yapılmış malzemeler kullanılarak, restorasyon materyallerinden sabit boyutlarda diskler hazırlanmıştır (1,21,88,101,133, 181,224,229). Cam malzemelerin flor iyonu ile reaksiyon oluşturması nedeniyle, materyallerin hazırlanması sırasında plastik kalıpların kullanılması ve flor salımı aşamasında polietilen kaplarda saklanması tercih edilmektedir. Çalışmamızdaki örnekler, çapı 5.35 mm ve yüksekliği 1.68 mm olan eşit boyutlardaki plastik kalıplarda hazırlandı ve ağzı kapaklı polietilen kaplar içerisinde bekletildi.

In vitro çalışmalarda, restoratif materyallerden salınan flor miktarının incelendiği çalışmalarda; distile su, deiyonize su, bidistile su ve çeşitli pH' a sahip yapay tükürük gibi çeşitli ortamlar kullanılmaktadır (1,21,88,96,101,133,181, 224,229). Yapılan çalışmalarda iyon bakımından zengin olan yapay tükürükteki flor salımında, distile suya göre % 17-25 oranında azalmanın olduğu gözlemlenmiştir (14). Ayrıca, yapay tükürük içerisindeki bileşenler materyal yüzeyinde pelikülün

ökemesine neden olduğundan iyon salınımına engel olurlar (14,119,161,220). Bell ve ark. (14), cam iyonomer simanı yapay tükürük ortamında beklettikleri çalışmalarında ve ilk 10 dakika içerisinde materyal üzerine tükürükteki depozitlerin biriktiğini gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte, Arrends ve ark.' da (6) pelikül varlığında florür içeren kompozitlerde flor salım oranının yaklaşık olarak % 15-20 oranında azaldığını bulmuşlardır. Kullanacağımız ortamı belirlemek için yaptığımız ön çalışmada, rezin içerikli simanlardan distile su ve yapay tükürük ortamına salınan flor oranı ölçüldü ve yukarıdaki çalışmalara benzer sonuçlar elde edildi. Bütün bu bilgilerin ışığında, çalışmayı yaptığımız *in vitro* ortamda ağız ortamını taklit edebilmek amacıyla flor ölçümleri için yapay tükürük ortamının kullanılmasını uygun bulduk.

Materyallerden flor salımında bekletildiği ortamın yanı sıra, ortamdaki ısının da önemli olduğu çalışmalarda belirtilmiş ve genellikle örnekler 37⁰C' de bekletilmiştir (88,96,181,229). Buna göre, örneklerimizi flor salımı için değiştirdiğimiz solüsyonları ve analiz için sakladığımız eski solüsyonları 37⁰C' de etüv ortamında bekletilmesini uygun gördük.

Materyallerden solüsyona salınan flor oranının belirlenmesinde spektrofotometre, gaz kromatografisi ve florür seçici elektrod gibi yöntemlerin kullanıldığı bilinmektedir (1,57,88,101,121,133,181,224,229). Bu yöntemler birbirleriyle kıyaslandığında, avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte, flor seçici elektrod basit ve pratik bir yöntem olması amacıyla geniş bir kullanım alanına sahiptir. Çalışmamızda, rezin içerikli simanlardan yapay tükürük ortamına salınan flor miktarının belirlenmesinde iyon analizatörüne bağlı flor seçici elektrod

kullanılarak yapıldı. Ölçüm sırasında polietilen kaplar ısıtılmamış manyetik karıştırıcı üzerine konuldu ve bu şekilde analizler yapıldı.

İyon analizatörüne bağlı flor elektrodu ile yapılan flor ölçümlerinde düzeneğin hassas olması ölçüm değerlerinin güvenilirliğinin sağlanmasında çok önemlidir. Yapılan çalışmalarda, her analiz gününde elektrodun kalibrasyonunu sağladıktan sonra ölçüm yapılmıştır (21,88,96,224). Biz de çalışmamızda, her ölçüm gününde 1 ppm ve 10 ppm' lik solüsyonlardan TISAB II solüsyonuna daha önceden hesapladığımız şekilde belirli oranlarda 0,003 ppm' den 3 ppm' e kadar katım yapılarak kalibrasyon grafiği oluşturuldu.

Yapılan çalışmalarda, ölçüm yapılacak olan solüsyonun pH' ının düzenlenmesi ve solüsyon içerisinde yer alan florun iyonize edilmesi amacıyla solüsyonlara TISAB eklenmiştir (23,83-85,88,96,181). Çalışmamızda, örneklerin bekletildiği yapay tükürük ve TISAB II solüsyonlarından 1/1 oranında alınarak (2' şer ml) flor analizimiz gerçekleştirildi.

Florür salımı yaptığı bilinen materyallerin flor salım değerlerinin araştırıldığı çalışmalarda, ölçüm zamanlarının çok çeşitli olduğu görülmektedir. Bazı araştırmacılar kısa dönemli flor salımına bazıları ise uzun dönemli flor salımına bakmışlardır (1,65,88,133,181,193). Çalışmamızda, ilk 7 günlük flor salımının ve uzun dönemli flor salımının önemli olduğunu düşünerek 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 14., 30., 60. ve 90. günlerdeki flor salım değerleri incelendi.

Florür içerikli restoratif materyallerin incelendiği çalışmalarda, flor salım değerlerinde çeşitli varyasyonların olduğu görülmüştür. Genellikle flor salımı, ilk gün patlama etkisi olarak adlandırılan yüksek düzeyde florun solüsyona geçmesi,

ikinci gün ise materyallerden salınan flor miktarında belirgin bir düşüşün gerçekleşmesi ve bunu takip eden günlerde de salım miktarının az da olsa devam etmesi şeklinde gerçekleşmektedir (10,70,103,212,220). Bu iki aşamada gerçekleşen flor salımı cam iyonomer simanlarda net bir şekilde görülmektedir. Bunlardan birincisi materyalin dış yüzeydeki florürün hızlı bir şekilde solüsyona geçmesi, ikincisi ise difüzyon yoluyla materyalden florür salımının düşük miktarlarda ve yavaş şekilde devam etmesidir (218). Çalışmamızda Panavia F grubunda daha fazla ve Variolink II grubunda daha az olmak üzere literatürlerde de ifade edilen belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir.

Kompozit rezinler, inorganik tuzlar, sızabilen cam veya organik florür gibi farklı formlarda florür içermektedirler. Flor salımı yapabilmeleri için sadece içerdiği florürün miktarı önemli değildir. Florürlü doldurucuların tipi ve partikül boyutu, rezinin tipi, silan uygulanması, porozite de flor salım miktarının arttırılmasında katkıda bulunmaktadır (6,42,222- 224).

Kompozit rezinlerin flor salımlarının arttırılması için içerisine NaF ve SnF_2 gibi suda çözünen tuzlar, flor salımı yapabilen doldurucu sistemler, matrise bağlı florür gibi yapıların eklenmesi yaklaşımları öne sürülmüştür. İnorganik florürle birleştirmek, flor salımının artmasına neden olmaktadır. Ancak bu yöntem florun matris dışına sızmasıyla matris içerisinde boşlukların oluşmasına sebep olmaktadır. Sızabilen camın ve çözünebilir florür tuzlarının polimer matris içerisinde bulunması, kompozit rezin içerisindeki flor iyonlarının suda eriyerek difüze olmasına sebep olmaktadır (218).

Kompozit rezinlerin içerisinde, SnF_2 , NaF ve YbF_3 gibi çözünebilir bileşikler ve sızabilen cam doldurucular olmak üzere genellikle iki farklı tipte doldurucu

içerdiği söylenmiştir (6,224,227). NaF doldurucular içeren materyallerdeki flor salımı daha kolay ve daha hızlı olmaktadır. NaF içerikli doldurucuların karakteristik özellikleri bilinmemektedir ve üretici firmalar bunu gizli bilgi olarak saklamaktadırlar. Ancak, NaF içerikli doldurucuların parçalara ayrılarak önceden işleme tabi tutulmuş inorganik bileşiklerden olması, sodyuma suda kolayca çözünür hale getiren bir özellik kazandırmaktadır. Buna bağlı olarak sodyum florürlü doldurucular içeren materyallerden flor salımının neden bu kadar etkin olduğu açıklanmaktadır (83,85). NaF içeren materyallerin sulu ortamda hızlıca çözünmesinden kaynaklı zamanla fiziksel özelliklerinin de önemli derecede azaldığı da belirtilmiştir. YbF₃ içeren kompozit rezinlerde, rezinin içerisine suyun girmesiyle, doldurucu partiküllerden difüzyon yoluyla flor salımı gerçekleşmektedir (218). Vanmeersch ve ark. (211), yapmış oldukları çalışmalarında, YbF₃ içeren rezin kompozitlerden eser miktarda flor salımı gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da buna benzer sonuçlar bulunmuştur. 90 günün sonunda ortama salınan flor değerlerine bakıldığında; Panavia F (47,657±15,685) > Variolink II (0,522±0,114) > Esthetic Cement (0,182±0,048) şeklinde bulunmuştur. En fazla flor salımı Panavia F grubunda, en az flor salımı da Esthetic Cement grubunda gözlemlenmiştir. İlk yedi günlük flor salımlarına bakıldığında; Panavia F, Variolink II ve Esthetic Cement' ten istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 14., 30., 60. ve 90. günlere bakıldığında ise tüm materyallerden salınan flor miktarları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Panavia F' in içeriğinde NaF bulunmaktadır. Panavia F' in ortama fazla flor salımı yapmasının sebebinin, daha önceden de belirttiğimiz gibi NaF' in çözünürlüğünün fazla olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Variolink II, flor içermesine rağmen, ilk hafta gösterdiği flor salımı, kontrol grubu olarak çalışmamıza dahil ettiğimiz Esthetic Cement grubu ile karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel farklılık bulunmamıştır. Yani Variolink II ilk 7 günlük sürede eser miktarda flor salımı göstermiştir. İlk hafta eser miktarda flor salımı göstermesine rağmen, ölçüm yaptığımız 14., 30., 60. ve 90. günlerde ise gösterdiği flor salımı, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Moreau ve ark. (133), flor içerikli materyallerin hem flor salımlarının hem de mekanik özelliklerinin, incelendiği çalışmalarında, fazla flor salınımı gösteren materyallerin mekanik özelliklerinin azaldığını belirtmişlerdir.

90 gün sonunda, Panavia F grubunda hem fazla miktarda flor salımının gerçekleşmesi hem de dişe florür geçişinin izlenmesi, çürük çalışması sonuçlarıyla ters düşmektedir. Çürük çalışmasının sonuçlarına göre, Panavia F grubunda oluşan kalsiyum kaybı Esthetic Cement' e göre daha fazla bulunmuştur. Kalsiyum kaybının daha fazla gözlemlenmesinin nedeni olarak, NaF' in kolayca çözünmesinin sonucunda simanın yapısal bozulmaya uğradığını ve böylece kalsiyum kaybının Esthetic Cement' e göre daha az olduğunu düşünmekteyiz.

İdeal koşullarda, bir restorasyonun ağızda bulunduğu süre içerisinde günde 1 ppm flor salımı yaparak demineralizasyon sürecini engelleyebilir veya azaltabilir olduğu yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (21,91). Çalışmamızda Panavia F' in günlük flor salımına ppm değerinden baktığımızda, 1 ppm' den yüksek bulunmuştur. Buna rağmen, yapay çürük çalışmasının sonuçlarına baktığımızda, Esthetic Cement' e göre daha fazla kalsiyum kaybının gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu farklılığın oluşmasını, kalsiyum kaybı çalışmasının 90 günden sonra yapılmasından kaynaklı

olduğunu düşünüyörüz. Çünkü materyal 90 gün süresince bekletildiği ortama da flor salımı yapmış ve flor salım oranı azalmıştır.

Variolink II grubunda ise, 90 günün sonunda diş sert dokularına Panavia F grubundaki kadar florür geçişi olduğu gözlenirken, flor salımının ise Panavia F grubundan yaklaşık olarak 80-100 kat daha az olduğu bulundu. Panavia F grubuna göre bu kadar az miktarda flor salımı görülmesinin nedeninin daha önceden belirttiğimiz gibi içeriğindeki YbF_3 ’ ün yapısal özelliklerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Variolink II grubunda yapısal olarak Panavia F grubu kadar flor salımı gerçekleşmediğinden, çürük oluşumunun Panavia F’ e göre daha az olduğunu düşünmekteyiz.

16. günün sonunda, tüm gruplara bakıldığında en az kalsiyum kaybının Esthetic Cement’ te olduğunu gözlemledik. Bunun sebebinin yapısında florürlü herhangi bir bileşik bulunmadığından flor salımı yaparak yapısal bir bozulmaya uğramamasıyla ilgili olduğunu düşünmekteyiz.

Yaptığımız çalışmada, 90 gün flor geçişi için bekledikten sonra çürük oluşturarak diş dokusuna geçen florürün çürük önleyici etkisi ölçülmüştür. 90 gün süresince rezin simanlardan hem diş dokularına hem de ortama flor geçişi gerçekleşmiştir. Buna bağlı olarak, yapısal farklılıkların oluşmasından kaynaklı Panavia F ve Variolink II’ de oluşan kalsiyum kayıplarının Esthetic Cement’ e göre daha fazla olduğunu düşünmekteyiz.

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Simanlardan diş dokularına florür geçişine ait sonuçlar

1. Minede sadece derinlikler arasındaki flor oranları karşılaştırıldığında 0-50 mikron ile 150-200 mikron arasındaki farklılığın anlamlı olduğu tespit edildi.
2. Dentinde, hem materyaller hem de derinlikler arasında herhangi bir farklılık bulunamadı.
3. Minede materyallerden 0-50 mikronluk alana geçen florür oranlarına bakıldığında Variolink II ve Panavia F' ten en fazla flor geçişi olduğu tespit edildi. Buna karşın 90 günün sonunda florür içeren simanlardan dişe geçen florür miktarının kontrol grubundakinden farklı olmadığı tespit edildi.

Kalsiyum Kaybı Analizine Ait Sonuçlar

1. Demineralizasyon solüsyonunda yaptığımız kalsiyum ölçümlerine göre diştten en fazla kalsiyum kaybı hiçbir restorasyonun bulunmadığı kontrol grubunda görülmesine karşın, bunu sırasıyla Panavia F, Variolink II ve Esthetic Cement kullanılan dişlerdeki kalsiyum kayıpları takip etmektedir.

2. Onaltıncı günün sonundaki kalsiyum kayıplarına bakıldığında anlamlı fark yalnızca Variolink II ile Kontrol grubu ve Esthetic Cement ile Kontrol grubu arasında tespit edildi.

Flor salımına ait sonuçlar

1. 90 günün sonundaki flor salımı değerlerine bakıldığında en fazla Panavia F' te en az Esthetic Cement' te görüldü. Aralarındaki farkın anlamlı olduğu bulundu.

2. Panavia F ve Variolink II' nin flor salım modeli zamanla azalan tarzda birbirine benzer şekilde bulundu. En fazla flor salımının ilk gün gerçekleştiği daha sonra devam eden günlerde azaldığı tespit edildi.

3. Flor salımı değerlerini ppm olarak hesapladığımızda en fazla flor salımı gösteren Panavia F' in 7 günden sonra 1 ppm' in altında flor salımı gerçekleştirdiği görüldü.

Sonuç olarak, çalışmamızın sınırları dahilinde indirekt restorasyonların dişe simantasyonunda; florür salınımı yapan, dişe sıkıca bağlanan, dayanıklı ve çözünürlüğü minimum olan yapıştırma simanlarının sekonder çürüğün oluşumunu engellemek için kullanılmasının daha etkili olacağını düşünmekteyiz. Ancak bu konuyla ilgili mekanik özelliklerin değerlendirildiği in vitro testlerin ve uzun dönemli klinik çalışmaların yapılmasının materyallerin değerlendirilmesinde gerekli olduğu kanısındayız.

6. BÖLÜM

ÖZET

REZİN İÇERİKLİ YAPIŞTIRICI SİMANLAR İLE DİŞ SERT DOKULARI ARASINDA OLUŞABİLECEK FİZİKO-KİMYASAL BAĞLANMALAR VE BUNLARIN ÇÜRÜK OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Yapısında florür bulunduran yapıştırma simanlarının florür serbestleme özelliklerine bağlı olarak, uygulandıkları dişlerde sekonder çürük gelişimini engelledikleri ya da azalttıkları düşünülmektedir. Cam iyonomer simanların en fazla florür salınımı yaptığı bilinirken, rezin içerikli simanların da içeriğinde florür bulunduğu ve florür salınımı yaptıkları belgelenmiştir.

Çalışmamızda, flor içeren ve içermeyen rezin içerikli yapıştırma simanlarından diş sert dokularına geçen ve ortama salınan florürün yapay çürük oluşumu üzerine etkisi araştırılmıştır. Simanlardan 90 gün sonunda mine ve dentine geçen flor miktarları WDS analiz yöntemiyle ölçülmüştür. WDS analizi yapılan dişlerin diğer yarılarında da yapay çürük oluşturularak kalsiyum kayıplarına bakılmıştır. Simanlardan 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 14., 30, 60. ve 90. günlerde salınan flor miktarları da flor elektroduyla ölçülmüştür. İstatistiksel analizlerde tekrarlayan ölçümler için varyans analizi kullanılmıştır (ANOVA).

Flor geçişi incelediğinde simanlar ve kontrol grubu arasında hem mine hem de dentinde istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. Kalsiyum kayıplarına bakıldığında flor içermeyen Esthetic Cement ve flor içeren Variolink II gruplarında kontrol grubuna göre daha az kalsiyum kaybı gözlemlenmiştir. Flor salınımları değerlendirildiğinde en fazla flor salınımının Panavia F' te olduğu gözlemlenirken, daha az kalsiyum kaybı oluşan Variolink II grubunda daha az flor salınımı bulunmuştur.

Sonuç olarak, indirekt restorasyonların dişe simantasyonunda; florür salınımı yapan, dişe sıkıca bağlanan, dayanıklı ve çözünürlüğü minimum olan yapıştırma simanlarının sekonder çürüğün oluşumunu engellemek için kullanılmasının daha etkili olacağını düşünmekteyiz.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL ADHESION BETWEEN RESIN LUTING CEMENTS AND DENTAL HARD TISSUES AND ITS EFFECTS ON CARIES DEVELOPMENT

With their fluoride releasing properties, luting cements are supposed to prevent or inhibit secondary caries progression on the teeth they are applied. Although glass ionomer cements are known as the most fluoride releasing cements, resin cements have fluoride in their structure and they were able to release this fluoride.

In our study, the effect of fluoride that was penetrating to tooth hard tissues and released to storage medium from fluoride and non-fluoride containing resin cements on artificial caries development was assessed. The amount of fluoride that was penetrated to enamel and dentin was measured by WDS analysing method after 90 days. Calcium loss from the other half of the teeth was analysed by WDS. The fluoride release of the cement were measured at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 30, 60 and 90 days by fluoride ion selective electrodes. Statistical analysis was performed using repeated measured analysis of variance (ANOVA).

There was no statistically difference between the cements and the control group when the fluoride penetration was evaluated. When the non-fluoride containing Esthetic Cement and fluoride containing Variolink II groups were compared to the control group, there was less calcium loss. Although the highest fluoride release was in Panavia F, there was less fluoride release in Variolink II which performed less calcium loss.

As a conclusion; we think that the use of fluoride releasing, strongly bonded, durable and minimal soluble cements are most effective to prevent secondary caries developments, while cementing indirect restorations.

7. BÖLÜM

KAYNAKLAR

1. Ahiropoulos V., Helvatjoglu-Antoniades M., Papadogiannis Y. (2008). In vitro fluoride uptake by bovine enamel from aesthetic restorative materials. *Int J Pediatric Dent*, 18: 291-299.
2. Aida M., Hayakawa T., Mizukawa K. (1995). Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthetic Dent*, 73: 464-470.
3. Al-Hellal A.S., Armstrong S.R., Xie X.J., Wefel J.S. (2003). Effect of smear layer on root demineralization adjacent to glass ionomer. *J Dent Res*, 82(2): 146-150.
4. Amjad Z., Koutsoukos P.G., Nancollas G.H. (1981). The crystallization of fluoroapatite: A constant composition study. *J Coll Int Sci*, 82: 394-400.
5. Arends J., Christoffesen J. (1986). The nature of early caries lesions in enamel. *J Dent Res*, 65 (1): 2-11.
6. Arends J., Dijkman G.E., Dijkman A.G. (1995). Review of fluoride release and secondary caries reduction by fluoridating composites. *Adv Dent Res*, 9: 367-376.
7. Arends J., Lodding A., Petersson L.G. (1980). Fluoride uptake in enamel: In vitro comparison of topical agents. *Caries Res*, 14: 403-413.
8. Ata P. (1966). Konservatif diş tedavisi. Yenilik Basımevi, İstanbul.

9. Attar N., Kiremitçi A., Önen A. (1999). Farklı yapıdaki cam iyonomer dolgu maddelerinin kısa süreli florür salınımlarının in vitro olarak incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 23: 5-11.
10. Attar N., Turgut M.D. (2003). Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. *Oper Dent*, 28(4): 395–402.
11. Attin T., Lennon A.M., Yakın M., Becker K., Buchalla W., Attin R., Wiegand, A. (2007). Deposition of fluoride on enamel surface released from varnishes is limited to vicinity of fluoridation site. *Clin Oral Invest*, 11: 83-88.
12. Axelsson P. Other caries-preventive factors. (1999). In Axelsson P editor. An introduction to risk prediction and preventive dentistry. 1 th ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, 77-105.
13. Bayırlı G.S., Şirin Ş. (1982). Konservatif diş tedavisi. Dünya Tıp Kitapevi, İstanbul.
14. Bell A., Creanor S.L., Foye R.H., Saunders W.P. (1999). The effect of saliva on fluoride release by a glass-ionomer filling material. *J Oral Rehabil*, 26: 407–412.
15. Blatz M.B., Sadan A., Kern M. (2002). Bonding to silicabased ceramics: Clinical and laboratory guidelines. *Quintessence Dent Technol*, 25: 54-62.
16. Blatz M.B., Sadan A., Kern M. (2003). Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *J Prosthet Dent*, 89: 268-274.
17. Boyde A., Switsur V.R., Fearnhead R.W. (1961). Application of the scanning electron probe x-ray microanalyser to dental tissues. *J Ultrastruct Res*, 5: 201-207.
18. Bruun C., Lambrou D., Larsen M.J., Fejerskov O., Thylstrup A. (1982) Fluoride in mixed human saliva after different topical fluoride treatments and possible relation to caries inhibition. *Community Dent Oral Epidemiol*, 10: 124-129.

19. Burgess J.O. (2001). Fluoride releasing materials. Fundamentals of operative dentistry a contemporary approach. Ed: Summit J.B., Robbins J.W., Schwarz R.S. 2nd edition Quintessence Publ Co Inc, Chicago, p, 377-385.
20. Burke F.J., Watts D.C., Wilson N.H., Wilson M.A. (1991). Current status and rationale for composite inlays and onlays. *Braz Dent J*, 170(7): 269-273.
21. Can G., Kalaycı Ş., Kaplan R. (2006). Üç farklı kompozitin yapay tükürük ortamında flor salınım değerlerinin incelenmesi. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi; 33(1): 33-38.
22. Cengiz T. (1990). Endodonti. Fakülteler Kitapevi, İzmir.
23. Chan D.W., Yang L., Wan W., Rizkalla A.S. (2006). Fluoride release from dental cements and composites: A mechanistic study. *Dent Mater*, 22: 366-373.
24. Chu J.S., Fox J.L., Higuchi W.I. (1989). Quantitative study of fluoride transport during subsurface dissolution of dental enamel. *J Dent Res*, 68: 32-41.
25. Clarkson B.H., Wefel J.S., Miller I., Edie J. (1984). Microprobe and SEM analysis of surface coatings on caries-like lesions in enamel after metal ion mordanting and APF application. *J Dent Res*, 63: 106-110.
26. Clelland N.L., Ramirez A., Katsube N., Seghi R.R. (2007). Influence of bonding quality on failure load of leucite and lithia disilicate based ceramics. *J Prothet Dent*, 97: 18-24.
27. Craig R.G., Powers J.M. (2002). Restorative Dental Materials. 11th Ed. Missouri, Mosby Chapter 3.
28. Craig R.G., Powers J.M., Wataha J.C. (2004). Dental materials properties and manipulation. 8th Ed. Missouri, Mosby.

29. Crall J.J., Wefel J.S., Clarkson B.H., Silverstone L.M., Wei S.H. (1983). SEM and electron microprobe analysis of enamel treated with two-step topical fluorides in vitro. *Caries Res*, 17: 481-489.
30. Crispin B.J., Hewlett E.R., Jo Y.H., Hobo S., Hornbrook D. (1994). Ceramic Veneers, “Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals”, Quintessence Publishing Co, Tokyo, p, 241-291.
31. Çömlekoğlu E.M. (2006). Yapıştırıcı simanlardan diş sert dokularına flor iyonu geçişinin saptanması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
32. Çömlekoğlu E.M., Aladağ A., Sonugelen M., Artunç C. (2010). Florür içeren cam iyonomer ve rezin esaslı yapıştırma simanları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 11(1): 22-28.
33. Darling A. (1956). Studies of the early lesion of enamel caries with transmitted light, polarised light and radiography. *Braz Dent J*, 101: 289-297.
34. Darling A. (1961). The selective attack of caries on the dental enamel. *Ann R Coll Surg Engl*, 29: 354-369.
35. Dawes C., Jenkins G.N., Hardwick J.L., Leach S.A. (1965). The relation between the fluoride concentrations in the dental plaque and in drinking water. *Braz Dent J*, 119: 164-167.
36. Dayangaç B. (2000). Kompozit rezin restorasyonlar. Güneş Kitabevi, Ankara.
37. De Groot J.F., Borggreven J.M.P.M., Driessens F.C.M. (1986). Irregularity of lesion formation in tooth under several demineralization conditions. 32nd ORCA Congress Abstracts no: 49. *Caries Res*, 20: 148-192.
38. Diaz-Arnold A.M., Vargas M.A., Haselton D.R. (1999). Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*, 81: 135- 141.

39. Dietschi D., Maeder M., Meyer J.M., Holz J. (1990). In vitro resistance to fracture of porcelain inlays bonded to tooth. *Quintessence Int*, 21: 823-831.
40. Dietschi D., Magne P., Holz J. (1994). Recent trend in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence Int*, 25: 659-677.
41. Dijkman G.E., De Vries J., Arends J. (1994). Secondary caries in dentine around composites: A wavelength-independent microradiographical study. *Caries Res*, 28: 87-93.
42. Dijkman G.E., De Vries J., Lodding A., Arends J. (1993). Long-term fluoride release of visible light-activated composites in vitro: A correlation with in situ demineralization data. *Caries Res*, 27: 117-123.
43. Dijkman J.A., Huizinga E., Ruben J., Arends J. (1990). Remineralization of human enamel in situ after 3 months: The effect of not brushing versus the effect of an F dentrifice and F-free dentrifice. *Caries Res*, 24: 263-266.
44. Dionysopoulos P., Kotsanos N., Papadogiannis Y., Konstantinidis A. (1998). Artificial secondary caries around two new F containing restoratives. *Oper Dent*, 23: 81-86.
45. Douglas R.D.F. (2000). Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent*, 83: 166-170.
46. Driessens F.C.M., Verbeek R.M.H. (1982). The probable phase composition of the mineral in sound enamel and dentine. *Bull Soc Chim Belg*, 91: 573-596.
47. Driessens F.C.M., Verbeek R.M.H. (1985). Dolomite as a possible magnesium containing phase in human tooth enamel. *Calcif Tissue Int*, 37: 376-380.
48. Duckworth R.M., Lynch R.J.M. (1998). Fluoride uptake to demineralized enamel: A comparison of sampling technique. *Caries Res*, 32: 417-421.

49. Duke E.S. (1999). The introduction of a new class of composite resins ceromers. *Compend Contin Educ Dent*, 20: 246-247.
50. Duquia R.C.S., Osinaga P.W.R., Demarco F.F., Habekost L.V., Conceicao E.N. (2006). Cervical microleakage in MOD restorations: In vitro comparison of indirect and direct composite. *Oper Dent*, 31(6): 682-687.
51. Eanes E.D., Meyer J.L. (1978). The influence of fluoride on apatite formation from unstable supersaturated solutions at pH 7.4. *J Dent Res*, 57: 617-624.
52. El Zohairy A.A., De Gee A.J., Mohsen M.M., Feilzer A.J. (2003). Microtensile bond strength testing of luting cements to prefabricated CAD/CAM ceramic and composite blocks. *Dent Mater*, 19: 575-583.
53. El-Badrawy W.A., El-Mowafy O.M. (1995). Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent*, 73: 515-524.
54. Elmas E.Y. (2007). Şekersiz (tatlandırıcı) sakızlara ilave edilen florid içeren bileşiklerin mine başlangıç çürük lezyonları üzerindeki remineralizasyon etkisinin in-situ değerlendirilmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilimdalı, İstanbul.
55. El-Mowafy O.M., Benmergui C. (1994). Radioopacity of resinbased inlay luting cements. *Oper Dent*, 19: 11-15.
56. Erickson R.L., Glasspoole E.A. (1995). Model investigations of caries inhibition by fluoride-releasing dental materials. *Adv Dent Res*, 3(9): 315-323.
57. Exterkate R.A.M., Damen J.J.M., Ten cate J.M. (2005). Effect of fluoride releasing filling materials on underlying dentinal lesions in vitro. *Caries Res*, 39: 509-513.
58. Featherstone J.D. (1990). An updated understanding of the mechanism of dental decay and its prevention. *Nutr Q*, 14: 5-11.

59. Featherstone J.D., Glena R., Shariati M., Shields C.P. (1990). Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res*, (69 Spec No): 620-625.
60. Featherstone J.D., Mellberg J.R. (1981). Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. *Caries Res*, 15(1): 109-114.
61. Featherstone J.D., Rodgers B.E. (1981). Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries Res*, 15(5): 377-385.
62. Featherstone J.D.B. (1999). Prevention and reversal of dental caries: Role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*, 27: 31-40.
63. Featherstone JD. (1994). Fluoride, remineralization and root caries. *Am J Dent*, 5(7): 271-274.
64. Fejerkov O., Clarkson B.H. (1996) Dynamics of caries lesion formation . In: Fejerskov O., Ekstrand J., Burt B.A. Fluoride in Dentistry. Munksgaard, Copenhagen, s, 187-213.
65. Forsten L. (1990). Short and long term fluoride release from glass ionomers and other fluoride containing filling materials in-vitro. *Scand J Dent Res*, 98: 179-185.
66. Foxton R.M., Pereira P.N.R., Nakajima M., Tagami J., Miura H. (2002). Durability of the dualcure resin cement /ceramic bond with different curing strategies. *J Adhes Dent*, 4: 125-135.
67. Francci C., Deaton T.G., Arnold R.R., Swift E.J., Perdiago J., Bawden J.W. (1999). Fluoride release from restorative materials and its effect on dentin demineralization. *J Dent Res*, 78: 1647-1654.

68. Frankenberger R., Kramer N., Petschelt A. (2000). Technique sensitivity of dentin bonding: Effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent*, 25: 324-330.
69. Frankenberger R., Sindel J., Kramer N., Petschelt A. (1999). Dentin bond strength and marginal adaptation: Direct composite resins vs ceramic inlays. *Oper Dent*, 24(3): 147-155.
70. Gao W., Smales R.J. (2001). Fluoride release/uptake of conventional and resin-modified glass ionomers and compomers. *J Dent*, 29: 301–306.
71. Geiger S., Matalon S., Blasbalg J., Tung M.S., Eichmiller F.C. (2003). The clinical effect of amorphous calcium phosphate on root surface hypersensitivity. *Oper Dent*, 28: 496-500.
72. Gemalmaz D., Özcan M., Yoruç A.B., Alkumru H.N. (1997). Marginal adaptation of a sintered ceramic inlay system before and after cementation. *J Oral Rehabil*, 24: 646-651.
73. Giordano R., Pelletier L., Campbell S., Pober R. (1992). Flexural strength of alümina and glass components of In-ceram. *J Dent Res*, 71: 253.
74. Goldstein J., Newbury D., Joy D., Lyman C., Echlin P., Lifshin E., Sawyer L., Michael J. (2003). Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. Springer, p, 1-20.
75. Gordan V.V., Mjör J.A. (2002). Short and long-term clinical evaluation of post-operative sensitivity of a new resin-based restorative material and self-etching primer. *Oper Dent*, 27: 543-548.
76. Gordan V.V., Vargas M.A., Cobb D.S., Denehy G.E. (1998). Evaluation of acidic primers in microleakage of class 5 composite resin restorations. *Oper Dent*, 23: 244-249.

77. Gutierrez-Salazar M.P., Reyes-Gasga J. (2003). Microhardness and chemical composition of human tooth. *Materials Res*, 6(3): 367-373.
78. Gürkan S.İ. (1950). Diş hastalıkları ve tedavisi. İsmail Akgün matbaası, İstanbul.
79. Gürkan S.İ., Bayırlı G.Ş., Sandallı P. (1972). Diş hastalıkları ve konservatif diş tedavisi. Bozak Matbaası, İstanbul.
80. Hahn P., Schaller H.G., Hafner P., Hellwig E. (2000). Effect of different luting procedures on the seating of ceramic inlays. *J Oral Rehabil*, 27: 1-8.
81. Hamilton I.R., Bowden G.H. (1996). Fluoride effects on oral bacteria. In: Fejerskov O., Ekstrand J., Burt B.A., eds. Fluoride in dentistry. Copenhagen, Denmark, Munksgaard, s, 230-251.
82. Han L., Abu-bakr N., Okamoto A., Iwaku M. (2000). WDX study of resin dentin interface on wet vs. dry dentin. *Dent Mater J*, 19(3): 317-325.
83. Han L., Abu-Bakr N., Okamoto A., Iwaku M. (2001). Study of the fluoridated adhesive resin cement: Fluoride release, fluoride uptake and acid resistance of tooth structures. *Dent Mater J*, 20 (1): 114-122.
84. Han L., Akamoto A., Fukushima M., Okiji T. (2006). Evaluation of a new fluoride releasing one step adhesive. *Dent Mater J*, 25(3): 509-515.
85. Han L., Edward C., Okamoto A., Iwaku M. (2002). A comperative study of fluoride releasing adhesive resin materials. *Dent Mater J*; 21(1): 9-19.
86. Hargreaves K.M., Goodis H.E. (2002). Seltzer and Bender's dental pulp. China, Quintessence Publishing Co, Inc, s, 63-93.
87. Helal A. (2002). Cavity surface interaction with rezin-modified glass ionomer: Surface morphology, interface adaptation, tooth demineralization and fluoride uptake. University of Iowa.

88. Helvatjoglu-Antoniades M., Karantakis P., Papadogiannis Y., Kapetanios H. (2001). Fluoride release from restorative materials and luting cement. *J Prosthet Dent*, 86: 156-164.
89. Hicks J., Flaitz C. (2000). Caries development in vitro in primary tooth enamel adjacent to glass ionomer. *Pediatr Dent*, 22: 248.
90. Hicks J., Flaitz C. (2001). Root surface caries development in vitro adjacent to glass ionomer restorative material. *J Dent Res*, 80(AADR Abstracts): 37.
91. Hicks J., Garcia-Godoy F., Donly K., Flaitz C. (2002). Fluoride releasing restorative materials and secondary caries. *Dent Clin North Am*, 46: 247-256.
92. Hikita K., Van Meerbeek B., De Munck J., Ikeda T., Van Landuyt K., Miada T., Lambrechts P., Peumans M. (2007). Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater*, 23(1): 71-80.
93. Ichijo T., Yamashita Y., Terashima T. (1992). Observations on the structural features and characteristics of biological apatite crystals. 2. Observations on the ultrastructure of human enamel crystals. *Bull Tokyo Med Dent Univ*; 39: 71-80.
94. Ingram G.S., Agalamanyi E.A., Higham S.M. (2005). Caries and fluoride processes. *J Dent*, 33: 187-191.
95. Isaac S., Brudevold F., Smith F.A., Gardner D.E. (1958). Relation of fluoride in the drinking water to the distribution of fluoride in enamel. *J Dent Res*, 37: 318-325.
96. Itota T., Carrick T.E., Yoshiyama M., McCabe J.F. (2004). Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater*, 20: 789-795.
97. Jardel V., Degrange M., Picard B., Derrien G. (1999). Correlation of topography to bond strength to etched ceramic. *Int J Prosthodont*, 12: 59-64.

98. Jedynekiewicz N.M., Martin N. (2001). The effect of surface coating on the bond strength of machinable ceramics. *Biomaterials*, 22: 749-752.
99. Johansen E. (1965). Comparison of the ultrastructure and chemical composition of sound and carious enamel from human permanent teeth. In: Tooth enamel. Stack M.V., Fearnhead R.W., Editors. Bristol: I Wright and Sons, s, 177-181.
100. Kamada K., Yoshida K., Atsuta M. (2001). Early bond strength and durability of bond between a ceramic material and a chemically-cured or dual cured resin luting agent. *Am J Dent*, 14: 85-88.
101. Karabulut C.A., Batmaz I., Solak H., Taştekin M. (2007). Linear regression modelling to compare fluoride release profiles of restorative materials. *Dent Mater*, 23: 1057-1065.
102. Karabulut C.D., Karabulut B., Solak H. (2010). Bakteriyolojik teknikler ile minerede yapay çürük oluşturma yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*; 2(2): 127-136.
103. Karantakis P., Helvatjoglou-Antoniades M., Theodoridou-Pahini S., Papadogiannis Y. (2000). Fluoride release from three glass ionomers, a compomer and a composite resin in water, artificial saliva and lactic acid. *Oper Dent*; 25: 20-25.
104. Kato K., Nakagaki H., Takami Y., Tsuge S., Ando S., Robinson C. (1997). A method for determining the distribution of fluoride, calcium and phosphorus in human dental plaque and the effect of a single in vivo fluoride rinse. *Arch Oral Biol*, 42: 521-525.
105. Kay M.I., Young R.A., Posner A.S. (1964). Crystal structure of hydroxyapatite. *Nature*, 204: 1050-1052.

106. Kınsun S. (2007). Nano-hidroksiapatit esaslı materyallerin mine remineralizasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, İstanbul.
107. Kidd E.A.M. Caries management.(1999). *Dent Clin North Am*, 43; 743-763.
108. Kidd E.A.M., Joyston-Bechal S. (1996). Essentials of dental caries the disease and its management. New york, Oxford University Press.
109. Kidd E.A.M., Toffenetti F., Mjor I.A. (1992). Secondary caries. *Int J Dent*, 42: 127-138.
110. Kidd E.A.M.,Joyston-Bechal S., Beighton D. (1994). Diagnosis of secondary caries: A laboratory study. *Braz Dent J*, 176: 135-139.
111. Knight G.M., McIntyre J.M., Craig G.G., Mulyani, Zilm P.S., Gully N.J. (2007). An in vitro investigation of marginal dentine caries abutting composite resin and glass ionomer cement restoration. *Aus Dent J*, 52(3): 187-192.
112. Knight G.M., McIntyre J.M., Craig G.G., Mulyani. (2006). Ion uptake into demineralized dentine from glass ionomer cement following pretreatment with silver fluoride and potassium iodide. *Aus Dent J*, 51(3): 237-241.
113. Knight G.M., McIntyre J.M., Craig G.G., Mulyani. (2007). Electron probe microanalysis of ion exchange of selected elements between dentine and adhesive restorative materials. *Aus Dent J*, 52(2): 128-132
114. Kraivixien-Vongphantuset R., Pietrobon N., Nathanson D. (1992). Bond strength of resin cement to in-ceram core material. *J Dent Res*, 71: 533.
115. Kramer N., Lohbauer U., Frankenberger R. (2000). Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent*, 13: 60-76.
116. Krämer N., Lohbauer U., Frankenberger R. (2000). Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent*, 13 (Spec No): 60-76.

117. Kugel G. (1997). Classification and application of cementation alternatives. *Signature*, 4(3): 8-11.
118. Lennon A.M., Wiegand A., Buchalla W., Attin T. (2007). Proximal caries development in surfaces in contact with fluoride releasing and nonfluoride releasing restorative materials: An in-situ study. *Eur J Oral Sci*, 115: 497-501.
119. Levallois B., Fovet Y., Lapeyre L., Gal J.Y. (1998). In vitro fluoride release from restorative materials in water versus artificial saliva medium (SAGF). *Dent Mater*, 14: 441-447.
120. Mak Y.F., Lai S.C., Cheung G.S., Chan A.W., Tay F.R., Pashley D.H. (2002). Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. *Dent Mater*, 18(8): 609-621.
121. McCabe J.F., Carrick T.E., Sidhu S.K. (2002). Determining low levels of fluoride released from resin based dental materials. *Eur J Oral Sci*; 110: 380-384.
122. McCabe J.F., Rusby S. (1994). Dentine bonding-the effect of precuring the bonding resin. *Braz Dent J*, 176: 333-336.
123. McCabe J.F., Walls A.W.G. (1998). Applied dental materials. 8 th Edition. Malden, USA, Blackwell Science Ltd, s, 154-238.
124. McComb D., Nathanson D. (1999). Glass-Ionomer luting cements. In: Advances in glass-ionomer cements. Davidson C.L., Mjör I.A. Quintessence Publ Co Inc, Chicago, s, 149-170.
125. McLean J.W. (2000). Historical overview: The pioneers of enamel and dentin bonding. In: Adhesion The Silent Revolution in Dentistry. Ed: Roulet J.F., Degrange M. Quintessence Publ Co Inc, Chicago, s, 13-17.

126. Mc Lean J.W. (2001). Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent*, 85: 61-66.
127. Mc Lean J.W., Nicholson J.W., Wilson A.D. (1994). Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int*, 25: 587-589.
128. Mc Lean J.W., Wilson A.D., Prosser H.J. (1984). Development and use of water hardening glass-ionomer luting cements. *J Prosthet Dent*, 52: 175-181.
129. Mellberg J.R., Ripa L.W., Leske G.S. (1983). Fluoride in preventive dentistry theory and clinical applications. U.S.A.: Quintessence Publishing Co, Inc, s, 81-102.
130. Merllberg J.R., Chomicki W.G. (1985). Effect of soluble calcium on fluoride uptake by artificial caries lesions in vivo. *Caries Res*, 19: 122-125.
131. Mjör I.A. (2002). Pulp-dentin biology in restorative dentistry. China: Quintessence Publishing Co, Inc, s, 1-37.
132. Moon H.J., Lee Y.K., Lim B.S., Kim C.W. (2004). Effect of various light curing methods on the leachability of uncured substances and hardness of a composite resin. *J Oral Rehabil*, 31(3): 258-264.
133. Moreau L.J., Xu H.H.K. (2010). Fluoride releasing restorative materials: Effects of pH on mechanical properties and ion release. *Dent Mater*, 26: e227-e235.
134. Moreno E.C. and Zahradnik R.T. (1974) Chemistry of enamel subsurface demineralization in vitro, *J Dent Res*; 53: 226-235.
135. Moreno E.C., Aoba T. (1987). Calcium binding in enamel fluid and driving force for enamel mineralization in the secretory stage of amelogenesis. *Adv Dent Res*, 1: 245-251.

136. Morris M.F., Davis R.D., Richardson B.W. (1999). Clinical efficacy of two dentine desensitizing agents. *Am J Dent*, 12: 72-76.
137. Mota C.S., Demarco F.F., Camacho G.B., Powers J.M. (2003). Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. *J Prosthet Dent*, 89: 558-564.
138. Myberg N. (1968). Proton magnetic resonance in human dental enamel and dentine: an experimental investigation using wide line NMR. *Trans R Sch Dent Stockholm*, 14: 1-62.
139. Nakabayashi N., Kojima K., Masuhara E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*, 16: 265-273.
140. Nakamura T., Ohyama T., Imanishi A., Nakamura T., Ishigaki S. (2002). Fracture resistance of pressable glass-ceramic fixed partial dentures. *J Oral Rehabil*, 29(10): 951-955.
141. Ngo H., Ruben J., Arends J., White D., Mount G.J., Peters M.C.R.B., Faller R.V., Pfarrer A. (1997). Electron probe microanalysis and transverse microradiography studies of artificial lesions in enamel and dentin: A comparative study. *Adv Dent Res*, 11(4): 426-432.
142. Nicholson J.W. (1996). Biologic consideration. In: Schwartz R.S., Summit J.B., Robbins J.W. Fundamentals of operative dentistry. Chicago, Quintessence publishing Co , Inc, s,1-25.
143. O'Brien W.J. (1997). Dental Materials and Their Selection. 2nd ed, Chigaco, Quintessence Publishing Co Inc., s; 150-151.
144. O'Brien W.J., Broenke K.M., Wagner W.C. (2000). Properties of a hot pressed lithium disilicate glass ceramic. *J Dent Res*, 79: 179-84.

145. O'Brien WJ. (2002). Dental materials and their selection. 3rd Ed. Chicago, Quintessence Publishing Co, Inc, s, 210-221.
146. Oguyinka A. (2000). The bond of two adhesive resins to alumina blasted and heat-treated gold alloy surfaces, *J Oral Rehabil*, 27: 394-402.
147. Orams H.J., Zybert J.J., Phakey P.P., Rachinger W.A. (1976). Ultrastructural study of human dental enamel using selected area argon-ion beam-thinning. *Arch Oral Biol*, 21: 659-661.
148. Önal B., Özata F., Diekwisch T. (2003). Diş sert dokularında taramalı elektron mikroskopu atlası. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
149. Öztürk N., Aykent F. (2003). Dentin bond strengths of two ceramic inlay systems after cementation with three different techniques and one bonding system. *J Prosthet Dent*, 89: 275-281.
150. Pameijer C.H. (1996). Retentive properties and film thickness of 18 luting agents and systems. *Gen Dent*, Nov-Dec: 524-530.
151. Paradella T.C., De Sousa F.A.C.G., Koga-Ito C.Y., Jorge A.O.C. (2009). Microbiological or chemical models of enamel secondary caries compared by polarized light microscopy and energy dispersive x-ray spectroscopy. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater*, 90B: 635-640.
152. Paradella T.C., Koga-Ito C.Y., Jorge A.O.C. (2008). Ability of different restorative materials to prevent in-situ secondary caries: Analysis by polarized light microscopy and energy dispersive x-ray. *Eur J Oral Sci*, 116: 375-380.
153. Pearce E.I.F., Cootel G.E., and Larsen M.J. (1995). The Distribution of fluoride in carious human enamel. *J Dent Res*, 74(11): 1775-1782.
154. Pearce E.I.F., Hancock E.M., Gallagher I.H.C. (1984). The effect of fluorhydroxyapatite in experimental human dental plaque on its pH, acid

- production and soluble calcium, phosphate and fluoride levels following glucose challenge. *Arch Oral Biol*, 29: 521-527.
155. Peutzfeldt A., Asmussen E. (1990). A comparison of accuracy in seating and gap formation of three inlay/onlay techniques. *Oper Dent*, 15: 129-135.
 156. Posner A.S., Perloff A. (1957). Appetites deficient in divalent cations. *J Res Natl Bur Stds*, 58: 279-286.
 157. Prakki A., Cilli R., Da Costa A.U., De Paiva Goncalves E.S., Lia Mondielli R.F., Pereire J.C. (2007). Effect of resin luting film thickness on fracture resistace of a ceramic cemented to dentin. *Int J Prosthodont*, 16: 172-178.
 158. Prati C., Fava F., Di Goia D., Selighini M., Pashley D.H. (1993). Antibacterial effectiveness of dentin bonding systems. *Dent Mater*, 9: 338-343.
 159. Preston A.J., Agalamanyi E.A., Higham S.M., Mair L.H. (2003). Fluoride recharge of aesthetic dental materials. *J Oral Rehabil*, 26: 936-940.
 160. Rey C., Collins B., Goehl T., Dickson I.R., Glimcher M.J. (1989). The carbonate environment in bone mineral: A resolution enhanced fourier transform-infrared spectroscopy study. *Calcif Tissue Int*, 45: 157-164.
 161. Rezk-Lega F., Ogaard B., Rolla G. (1991). Availability of fluoride from glass-ionomer luting cements in human saliva. *Scand J Dent Res*, 99: 60–63.
 162. Richards A., Coote G.E., Pearce E.I.F. (1994). Proton probe and acid etching for determining fluoride profiles in porous porcine enamel. *J Dent Res*, 73(3): 644-651.
 163. Roberson T.M., Heymann H.O., Swift E.J. (2006). Sturdevant's art and science of operative dentistry. 5th Edition. Mosby, Elsevier.

164. Robinson C., Kirkham J., Weatherell J.A. (1996). Fluoride in teeth and bone.
In: Fejerskov O., Ekstrand J., Burt B.A. Fluoride in Dentistry. Munksgaard, Copenhagen, s, 69-87.
165. Robinson C., Shore R.C., Brookes S.J., Strafford S., Wood S.R., Kirkham J. (2000). The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med*, 11: 481-495.
166. Roulet J.F., Degrange M. (2000). Adhesion: The silent revolution in dentistry. London, Quintessence Publishing Co, Inc, s, 13-329.
167. Rueggeberg F.A. (2002). From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *J Prosthet Dent*, 87: 364-379.
168. Sadek T.F., Castellan C.S., Braga R.R., Mai S., Tjaderhane L., Pashley D.H., Tay F.R. (2010). One year stability of resin dentin bonds created with a hydrophobic ethanol wet bonding technique. *Dent Mater*, 26: 380-386.
169. Saiki M., Adachi L. K., Adachi E. M. (2009). Elemental comparison in sound and carious human teeth by instrumental neutron activation analysis. *J Radioanal Nucl Chem*, 282: 29–32.
170. Sano H., Shono T., Takatsu H., Hosoda H. (1994). Microporous dentin zone beneath resinimpregnated layer. *Oper Dent*, 19: 59-64.
171. Santos M.J.M.C., Navarro M.F.L., Tam L., McComb D. (2005). The effect of dentin adhesive and cure mode on film thickness and microtensile bond strength to dentin in indirect restorations. *Oper Dent*, 30(1): 50-57.
172. Sarkar S. (1997). Chemical analysis of sound and carious enamel of permanent tooth. *J Indian Soc Pedo Prev Dent*, 15(4): 121–123.
173. Sato K., Matsumura H., Atsuta M. (1999). Effect of three-liquid bonding agents on bond strength to a machinable milled ceramic material. *J Oral Rehabil*, 26: 570-574.

174. Savarino L., Breschi L., Tedaldi M., Ciapetti G., Tarabusi C., Greco M., Giunti A., Prat C. (2004). Ability of restorative and fluoride releasing materials to prevent marginal dentine demineralization. *Biomaterials*, 25: 1011-1017.
175. Saygılı G., Fiahmali S. (2003). Effect of ceramic surface treatment on the shear bond strengths of two resin luting agents to all ceramic materials. *J Oral Rehabil*, 30: 758-764.
176. Schemehorn B.R., Orban J.C., Wood G.D., Fischer G.M., Winston AE. (1999). Remineralization by fluoride enhanced with calcium and phosphate ingredients. *J Clin Dent*, 1 Spec No(10): 13-16.
177. Scherrer S.S., de Rijk W.G., Belser U.C., Meyer J.M. (1994). Effect of cement film thickness on the fracture resistance of a machinable glass-ceramic. *Dent Mater*, 10: 172-177.
178. Schlueter N., Hara A., Shellis R.P., Ganss C. (2011). Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res*, 45(suppl 1): 13-23.
179. Seppa L., Karkkainen S., Hausen H. (2000). Caries trends 1992-1998 in two low fluoride finnish towns formerly with and without fluoridation. *Caries Res*, 34: 462-468.
180. Shor A., Nicholls J.I., Phillips K.M., Libman W.J. (2003). Fatigue load of teeth restored with bonded direct composite and indirect ceramic inlays in MOD Class II cavity preparations. *Int J Prosthodont*, 16(1): 64-69.
181. Silva K.G., Pedrini D., Delbem A.C.B., Cannon M. (2007). Microhardness and fluoride release of restorative materials in different storage media. *Braz Dent J*, 18(4): 309-313.

182. Silverstone L.M., Hicks M.J., Featherstone M.J. (1988). Dynamic Factors Affecting Lesion Initiation and Progression In Human Dental Enamel. Part I. The Dynamic Nature Of Enamel Caries. *Quintessence Int*; 19: 683-711.
183. Skartveit, L., Tveit, A.B., Totdal, B., Ovrebo, R. and Raadal, M. (1990). In vivo fluoride uptake in enamel and dentine from fluoride-containing materials. *J Dent Child*, 57: 97-100.
184. Skoop D.A., Holler F.J., Niemal T.A.. (1998). Enstrümental analiz. Editörü; Kılıç E., Köseoğlu F., Yılmaz H. Bilim yayıncılık, Ankara, sayfa, 1-3.
185. Staninec M., Giles WS, Saiku JM, Hattori M. (1988). Caries penetration and cement thickness of three luting agents. *Int J Prosthodont*, 3(1): 259-263.
186. Stewart G.P., Jain P., Hodges J. (2002). Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. *J Prosthet Dent*, 88: 277-284.
187. Sugimoto M. (1981). Distributions of fluoride and magnesium in the human dentin as revealed by electron microprobe. *Jap J Oral Biol*, 23: 790-808.
188. Summit J.B., Robbins J.W., Schwartz R.S. (2001). Fundamental of operative dentistry. Quintessence Publishing, s, 102-109.
189. Swift E.J.Jr., Dogan A.U. (1990). Analysis of glass ionomer cement with use of scanning electron microscopy. *J Prosthet Dent*, 64: 167-174.
190. Tagomori S., Morioka T. (1989). Combined effectes of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. *Caries Res*, 23: 225-231.
191. Tantbirojn D., Douglas W.H., Versluis A. (1997). Inhibitive effect of resin-modified glass ionomer cement on remote enamel artificial caries. *Caries Res*, 31: 275-280.

192. Tay F.R., Gwinnett J.A., Wei S.H. (1996). Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetonebased single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater*, 12: 236-244.
193. Tay W.M., Braden M. (1988). Fluoride ion diffusion from polyalkenote (glass-ionomer) cements. *Biomaterials*, 9: 954-956.
194. Ten Cate J.M. (1994). In situ models, physico-chemical aspects. *Adv Dent Res*, 2(8): 125-133.
195. Ten Cate J.M., Duijsters P.P.E. (1982). Alternating de- and remineralization of artificial caries lesions. *Caries Res*, 16: 210-211.
196. Ten Cate J.M., Featherstone J.D.B. (1996). Physicochemical aspects of fluoride-enamel interactions. In: Fejerskov O., Ekstrand J., Burt B.A. Fluoride In Dentistry. Munksgaard, Copenhagen, s, 252-272.
197. Tezel H. (1991). pH'ı 4 olan ve çeşitli konsantrasyonlarda kalsiyum ve fosfat iyonları içeren çözeltilerde minenin çözünmesine etki eden faktörlerin araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
198. Theuns H. M., Dijk J. W. E. van, Driessens F. C. M. And Groeneveld A. (1983). The effect of time and degree of saturation of buffer solutions on artificial carious lesion formation in human tooth enamel. *Caries Res*, 17, 503-512.
199. Theuns H. M., Dijk J. W. E. van, Driessens F. C. M. And Groeneveld A. (1984). Effect of the pH of buffer solutions on artificial carious lesion formation in human tooth enamel. *Caries Res*, 18: 7-11.
200. Theuns H.M., Dijk J.W.E. van, Driessens F.C.M., Groeneveld A. (1983). Artificial lesion formation at different depths in the enamel. *Caries Res*, 17: 168-169.

201. Thordrup M., Isidor F., Hörsted-Bindsle P. (1994). Comparison of marginal fit and microleakage of ceramic and composite inlays: an invitro study. *J Dent*, 22: 147-153.
202. Touti B., Aidan N. (1997). Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent*, 9: 108-118.
203. Trushkowsky R.D. (1997). Ceramic optimized polymer: The next generation of esthetic restorations-Part 1. *Compend Contin Educ Dent*, 18(11): 1101-1106.
204. Tung M.S., O'Farrell T.J., Liu D.W. (1993b). Remineralization by amorphous calcium phosphate compounds. *J Dent Res*, 72: 320-325.
205. Van Dijken J.W.V., Höglund-Aberg C., Olofsson A.L. (1998). Fired ceramic inlays: A 6 year follow up. *J Dent*, 26: 219-225.
206. Van Louveren C. (1990). The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition. *J Dent Res*, 69: 676-681.
207. Van Meerbeek B., De Munck J., Yoshida Y., Inoue S., Vargas M., Vijay P. (2003). Buanocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challanges. *Oper Dent*, 28: 215-235.
208. Vargas M.A., Cobb D.S., Armstrong S.R. (1997). Resin-dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without a hybrid layer. *Oper Dent*, 22: 159-166.
209. Varughese K., Moreno E.C. (1981). Cyrstal growth of calcium apatites in dilute solutions containing fluoride. *Calcif Tissue Int*, 33: 431-439.
210. Venkateswarlu P., Vogel G. (1996). Fluoride analytical methods. In: Fejerskov O., Ekstrand J., Burt B.A. Fluoride in Dentistry. Munksgaard, Copenhagen, s, 27-39.

211. Vermeersch G., Leloup G., Vreven J. (2001). Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil*, 28: 26–32.
212. Vermeersch G., Leloup G., Vreven J. (2001). Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil*, 28: 26–32.
213. Wagner J., Hiller K., Schmalz G. (2003). Long term clinical performance and longevity of gold alloy vs ceramic partial crowns. *Clin Oral Invest*, 7(2): 80-85.
214. Watson TF. (1999). Bonding glass-ionomer cements to tooth structure. In: Davidson C.L., Mjor I.A., eds. *Advances in glass-ionomer cements*. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc, s, 121-135.
215. Weidmann S.M., Hamm S.M. (1965). Studies of the enamel matrix of mature teeth. In: *Tooth enamel*. Stack M.V., Fearnhead R.W., editors. Bristol, John Wright And Sons, p, 83-90.
216. White S.N., Yu Z. (1992). Film thickness of new adhesive luting agents. *J Prosthet Dent*, 67: 782-785.
217. Whitford G.M., Schuster G.S., Pashley D.H., Venkateswarlu P. (1977). Fluoride uptake by *Streptococcus mutans* 6715. *Infect Immunol*, 18(3): 680-687.
218. Wiegand A., Buchalla W., Attin T. (2007). Review on fluoride releasing restorative materials: Fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater*, 23: 343-362.
219. Wiesmann H.P., Plate U., Hohling H.J., Barckhaus R.H., Zierold K. (1993). Analysis of early hard tissue formation in dentine by energy dispersive x-ray microanalysis and energy-filtering transmission electron microscopy. *Scanning Microsc*, 7: 711-718.

220. Williams J.A., Billington R.W., Pearson G.J. (2001). A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin-modified glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil*, 28: 41-47.
221. Winand L., Dallemange M.J., Duyckaerts G. (1961). Hydrogen bonding in apatitic calcium phosphates. *Nature*, 190: 164-165.
222. Xu H.H., Eichmiller F.C., Antonucci J.M., Flaim G.M. (2000). Single-crystalline ceramic whisker-reinforced carboxylic acid-resin composites with fluoride release. *Oper Dent*, 25: 90-97.
223. Xu H.H., Eichmiller F.C., Antonucci J.M., Schumacher G.E., Ives L.K. (2000). Dental resin composites containing ceramic whiskers and precured glass ionomer particles. *Dent Mater*, 16: 356-363.
224. Xu X., Burgess J.O. (2003). Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride releasing materials. *Biomaterials*, 24: 2451-2461.
225. Yamamoto H., Iwami Y., Unezaki T., Tomii Y., Ebisu S. (2001). Fluoride uptake in human teeth from fluoride releasing restorative material in vivo and in vitro: Two dimensional mapping by EPMA-WDX. *Caries Res*, 35: 111-115.
226. Yaman S.D., Er Ö., Yetmez M., Karabay G.A. (2004). In vitro inhibition of caries like lesions with fluoride releasing materials. *J Oral Science*, 46(1): 45-50.
227. Yap A.U., Khor E., Foo S.H. (1999). Fluoride release and antibacterial properties of new-generation tooth-colored restoratives. *Oper Dent*, 24: 297-305.
228. Yip H.K., Smales R.J. (2000). Fluoride release from a polyacid-modified resin composite and 3 resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int*, 31: 261-266.

229. Yoshida K., Atsuta M. (1999). Properties of fluoride-releasing light-activated resin cement. *Dent Mater*, 15: 337-341.
230. Young R.A., Spooner S. (1969). Neutron diffraction studies of human tooth enamel. *Arch Oral Biol*, 15: 47-63.
231. Zaimoğlu A., Can G. (2004). Sabit protezler. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İstanbul’ da doğdum. İlk öğrenimimi Lüleburgaz Emrullah Efendi İlkokulu’ nda, orta ve lise öğrenimimi ise Lüleburgaz Anadolu Lisesi’ nde tamamladım. 1999 senesinde girdiğim Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi’nden 2005 yılında mezun oldum. 2005 yılında Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı’ nda doktora eğitimime başladım. Halen Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı’ nda doktora öğrencisi olarak görev yapıyorum.

Dt. Elif FİLİZ YAŞA