



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**YAPIM TEKNİKLERİ FARKLI SERAMİK
İNLEYLERİN FARKLI ADEZİV SİSTEMLER İLE
YAPIŞTIRILMASI SONRASI MİKROSIZINTI
YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Elif SARAN

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Bülent ULUDAĞ**

2011-ANKARA

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPIM TEKNİKLERİ FARKLI SERAMİK
İNLEYLERİN FARKLI ADEZİV SİSTEMLER İLE
YAPIŞTIRILMASI SONRASI MİKROSIZINTI
YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elif SARAN

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Bülent ULUDAĞ

Bu tez, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü
tarafından 10B333400 proje numarası ile desteklenmiştir.

2011-ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Programı
Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez savunma tarihi: 20.09.2011

Jüri Başkanı
Prof. Dr. Yavuz BURGAZ
Gazi Üniversitesi

Jüri
Prof. Dr. Bülent ULUDAĞ
Ankara Üniversitesi

Jüri
Prof. Dr. Betül KALIPÇILAR
Ankara Üniversitesi

Jüri
Prof. Dr. Murat ÇEHRELİ
Ordu Üniversitesi

Jüri
Doç. Dr. Pelin ÖZKAN
Ankara Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Tam Seramik Sistemler	3
1.2. Seramik İnceley Yapımında Kullanılan Tam Seramik Sistemler	8
1.2.1. Refraktör Day Tekniği ile Yapılan Seramik İnceleyler	8
1.2.2. Dökülebilir Cam Seramik İnceleyler	10
1.2.3. Isı ve Basınç Altında Şekillendirilen Cam Seramik İnceleyler	10
1.2.4. Bilgisayar Yardımı ile Hazırlanan Seramik İnceleyler	12
1.3. Yapıştırma Simanları	15
1.3.1. Self-Adeziv Rezin Simanlar	19
1.4. Diş Dokusuna Adezyon	26
1.5. Mikrosızıntı ve Belirleme Yöntemleri	28
1.5.1. Radyoaktif İzotop Yöntem	30
1.5.2. Elektrokimyasal Analiz	30
1.5.3. Bakteriyel Sızıntı	30
1.5.4. Kimyasal Ajanların Kullanılması	31
1.5.5. Basınçlı Hava Kullanımı	31
1.5.6. İnsan Serum Sızıntısı Yöntemi	31

1.5.7.Scanning Electron Microscopy(SEM) Analizi (Taramalı elektron mikroskop analiz yöntemi)	32
1.5.8.Nötron Aktivasyon Analizi	32
1.5.9.Boyama Yöntemi	32
2. GEREÇ VE YÖNTEM	34
2.1. Örneklerin Hazırlanması	34
2.1.1.Dişlerin Seçimi	34
2.1.2.Kavite Preparasyonu	35
2.1.3.IPS e.max Press İnleylelerin Hazırlanması	37
2.1.4.Turkom-cera İnleylelerin Hazırlanması	40
2.1.5.CEREC-3 İnleylelerin Hazırlanması	43
2.2. Simantasyon	48
2.2.1.İnleylelerin Simantasyon için Hazırlanması	48
2.2.2.Rely X Unicem ile Simantasyon	49
2.2.3.Smartcem2 ile Simantasyon	50
2.2.4.Speedcem ile Simantasyon	51
2.3. Restorasyonların Bitirilmesi	52
2.4. Termal Siklus ve Mekanik Yükleme	52
2.5. Mekanik Yükleme Cihazı	53
2.5.1.Sistemin Çalışma Şekli	55
2.5.2.Mekanik Yükleme Cihazının Parçaları	57
2.5.2.1. Basınç Düzenleyici	57
2.5.2.2. Elektropnömatik Valf	57
2.5.2.3. Silindir	60
2.5.2.4. Konum Sensörleri	59
2.5.2.5. Dönüştürücüler	59

2.5.2.6. Programlanabilir Mantıksal Kontrol (PLC, Programmable Logic Control)	60
2.5.2.7. Diyaframlı Pompa	60
2.5.2.8. Sıcaklık Kontrol Ünitesi	60
2.5.2.9. Depo	61
2.6. Mikrosızıntı Değerlendirmeleri	61
2.6.1. Görüntü Analizi	62
3. BULGULAR	65
4. TARTIŞMA	78
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	100
ÖZET	101
SUMMARY	102
KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ	114

ÖNSÖZ

Bu çalışma yapım tekniği farklı seramiklerin farklı adezivler ile yapıştırılması sonrası mikrosızıntı değerlendirilmesinde bir takım eksiklikler görülmesi üzerine planlanmıştır. Çalışmamızın, farklı seramik sistemlerin farklı adezivler ile yapıştırılması sonunda mikrosızıntı miktarlarındaki değişimleri ortaya koyarak diş hekimlerine ışık tutacağı ve üretilen restorasyonların klinik başarısının arttırılmasına yardımcı olacağı düşüncesindeyiz.

Bu çalışmanın kurgulanıp yürütülmesinde değerli fikirleri ve bilimsel katkılarıyla destek olan ve bana yol gösteren doktora danışmanım Prof. Dr. Bülent Uludağ'a,

Doktora eğitimim boyunca yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen emekli doktora danışmanım Prof. Dr. Ahmet Duru Pamir'e en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Mekanik yükleme testlerinin gerçekleştirilmesindeki tüm aşamalarda gösterdiği çok değerli yardımları için Yrd. Doç. Dr. Hasan Basri Ulaş'a, tez çalışmamdaki CEREC 3 örneklerimi hazırlama fırsatını veren Dentalium Diş Kliniği'ne ve diğer örneklerin hazırlanmasında yardımcı bulunan Murat Özmel'e ve Cemal Dideban'a, deneylerim sırasında bana yardımcı olan Ankara Üniversitesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı görevlisi Mustafa Yeşil'e, bu çalışmayı gerçekleştirmem için gerekli maddi desteği sağlayan Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Tüm eğitim ve öğrenim hayatım boyunca yanımda olan, beni büyük emeklerle yetiştirip bugünleri gelmemi sağlayan sevgili annem, babam ve ablama şükranlarımı sunarım.

Bugüne kadar hep yanımda olan, sabır ve anlayışıyla desteğini her zaman hissettiren hayat arkadaşım Salih Saran'a sonsuz teşekkür ediyorum.

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Alan
Atm	Atmosfer (Basınç birimi)
Bis-GMA	Bisfenil-A glisidil dimetakrilat
°C	Selsiyus (Sıcaklık birimi)
C14	Karbon
Ca45	Kalsiyum
Ca(OH) ₂	Kalsiyum Hidroksit
°	Derece
dk	Dakika
F	Kuvvet
Hz	Frekans
I131	İyodin
kg	Kilogram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre=10 ⁻³ mm (Uzunluk birimi)
MPa	Megapaskal
ms	Milisaniye
N	Newton (Kuvvet birimi)
Na22	Sodyum
Nm	Nanometre
η	Verim
P	Basınç
Pa	Paskal (Basınç birimi)
pH	Hidrojenin gücü
s	Saniye

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Akiril blokları hazırlanmış bir grup diş

Şekil 2.2. İnley preparasyon frezleri

Şekil 2.3. MOD inley kavitesi

Şekil 2.4. Ölçüleri alınmış bir grup diş

Şekil 2.5. Plastik kaide üzerine tijlenmiş mum modelaj

Şekil 2.6. IPS Silikon manşet

Şekil 2.7. Sıcak döküm silindirine soğuk ingotlar ve alüminyum oksit pistonun yerleştirilmesi

Şekil 2.8. Ivoclar Vivadent EP 600 fırını

Şekil 2.9. Lectra porselen fırını

Şekil 2.10. Camın likitini emmemesi için uygulanan seperatör

Şekil 2.11. Fırından çıkmış fazla cam kristalleri uzaklaştırılmamış porselen örnek

Şekil 2.12. Cerec toz pudra (a) ile inley kavitesinin (b) kaplanması

Şekil 2.13. Distal (a) ve oklüzalden (b) alınan görüntüler

Şekil 2.14. Tasarım bilgisayarı

Şekil 2.15. Dişlerin sağ, sol ayrımının yapılması

Şekil 2.16. Programda preparasyon sınırlarının belirlenmesi

Şekil 2.17. Tasarımın freze ünitesine aktarılmadan önceki görüntüleri(a,b,c,d)

Şekil 2.18. Seramik bloğun şekillendirme ünitesine yerleştirilmiş hali

Şekil 2.19. (a) Blokların freze ünitesine yerleştirilmesi (b) Freze sonrası elde edilen örnekler

Şekil 2.20. Simantasyon sırasında 1 kg statik yük uygulanması

Şekil 2.21. IPS Empress Etching Jel ve Monobond Plus

Şekil 2.22. RelyX Unicem, sistem aktivatörü ve uygulayıcısı

Şekil 2.23. Smartcem2 self-adeziv rezin siman

Şekil 2.24. Speedcem self-adeziv rezin siman

Şekil 2.25. Termosiklus cihazı

Şekil 2.26. Mekanik yükleme cihazı

Şekil 2.27. Mekanik yükleme cihazının şematik görüntüsü

Şekil 2.28. Microcut cihazı

Şekil 2.29. Örneklerden kesit alınması

Şekil 2.30. Çalışmamızda kullanılan ışık mikroskobu

Şekil 2.31. Dış/restorasyon ara yüzeyinin doğrusal uzunluğu $\times 10$ büyütme

Şekil 2.32. Mine ve dentin kenarlarındaki boya penetrasyonu miktarı $\times 40$ büyütme

Şekil 3.1. Self-adeziv rezin simanların mikrosızıntı yüzde ortalamaları grafiği

Şekil 3.2. Seramik inleylerin mikrosızıntı yüzde ortalamaları grafiği

Şekil 3.3. Simanların seramik inleyler yönünden mikrosızıntı yüzde ortalamaları

Şekil 3.4. Seramik inleylerin simanlar yönünden mikrosızıntı yüzde ortalamaları

Şekil 3.5. CEREC 3 inleylerden RelyX Unicem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

Şekil 3.6. CEREC 3 inleylerden Smartcem 2 ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

Şekil 3.7. CEREC 3 inleylerden Speedcem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

Şekil 3.8. IPS e.max Press inleylerden Rely X Unicem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.

Şekil 3.9. IPS e.max Press inleylerden Smartcem2 ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

Şekil 3.10. IPS e.max Press inleylerden Speedcem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

Şekil 3.11. Turkomcera inleylerden RelyX Unicem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

Şekil 3.12. Turkomcera inleylerden Smartcem 2 ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

Şekil 3.13. Turkomcera inleylerden Speedcem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Yapım tekniği ve kompozisyonlarına göre seramik sınıflandırması

Çizelge 1.2. Kor materyallerine göre seramik sınıflandırması (Conrad et al., 2007).

Çizelge 1.3. Dental seramiklerin kristalin fazlarına ve fabrikasyon tekniklerine göre sınıflandırılması (Denry ve Holloway, 2010).

Çizelge 1.4. Self-adeziv üniversal rezin simanlar (Radovic ve Vulicevic, 2008; Ferracane et al., 2011).

Çizelge 3.1. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile bu değerlerin self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırılması ($p<0,05$).

Çizelge 3.2. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile bu değerlerin seramikler yönünden karşılaştırılması ($p<0,05$).

Çizelge 3.3. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile RelyX Unicem ile yapıştırılan seramiklerin karşılaştırılması ($p<0,05$).

Çizelge 3.4. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Smartcem2 ile yapıştırılan seramik inleylerin karşılaştırılması ($p<0,05$).

Çizelge 3.5. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Speedcem ile yapıştırılan seramik inleylerin karşılaştırılması ($p<0,05$).

Çizelge 3.6. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Cerec inleylerin yapıştırılan self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırması ($p<0,05$).

Çizelge 3.7. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile IPS e.max Press inleylerin yapıştırılan self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırması ($p<0,05$).

Çizelge 3.8. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Turkomcera inleylerin yapıştırılan self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırması ($p<0,05$).

1. GİRİŞ

Estetik kavramına olan ilginin artmasıyla birlikte, arka grup dişlerin restorasyonu amacıyla kullanılan materyallerde ve tekniklerde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Günümüzde dental estetik materyallerinin birçoğu, yaklaşık yüzyıl önce kullanılmaya başlanmış olan seramiklerin teknolojik olarak geliştirilmesiyle elde edilmiştir. Gerek hekim ve gerekse hastaların estetik beklentilerinin artması, seramik inley restorasyonların büyük ilgi görmesine neden olmuştur (Burke ve Qualtrough, 1994).

Estetik kavramının ön plana çıkmasıyla bireylerin metal içermeyen estetik restorasyonlara ilgisi giderek artmakta ve bu nedenle posterior bölge restorasyonlarında kullanılan estetik malzemeler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Roberson et al., 2006).

Arka grup dişlerin restorasyonunda yaygın olarak kullanılan amalgam; kopma ve gerilmeye karşı dayanıksızlığı, estetik olmayan rengi, galvanik akımlara neden olması, ısı ve elektriği iletmesi, korozyona uğrayarak dişte renklenmelere neden olması ve civa içermesi nedeniyle alternatif restoratif materyallerin geliştirilmesine neden olmuştur (Douglas et al., 1989; Krejci ve Lutz, 1991; Segura ve Donly, 1993; Gwinnett et al., 1994). Kompozit rezinler bu amaçla üretilen ve klinik kullanımları çok yaygın olan estetik restorasyon materyalleridir. Kompozit rezinlerde meydana gelen polimerizasyon büzülmesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kenar uyumundaki başarısızlıklar ve sonuçta oluşan kenar sızıntısı, ikincil çürükler, mikro çatlaklar ve dişte oluşan duyarlılık, kompozit restorasyonlardaki önemli sorunlardır (Hickel et al., 1998).

Seramik estetik, fiziksel ve biyolojik özellikleri bakımından diş hekimliğinde farklı restoratif çözümlerde aranılan bir materyal olmuştur (Alaçam ve ark., 1998). Seramiğin diş hekimliğinde kullanılabileceği ilk kez 1723 yılında Pierre Fauchard tarafından bildirilmiştir (Garber ve Goldstein, 1994; Dietschi ve Spreafico, 1997).

Seramiklerin estetik intrakoronel restorasyon olarak kullanılması ise 1856'da prefabrike seramik inleylerin kenarlarının altın folyolarla kapatılarak estetik dolgu olarak kullanılmasıyla başlamıştır. Herbest 1882'de fırında pişirilen ilk seramik inleyi yapmış ve daha sonra 1888'de Land, platin folyo üzerinde seramik inleylerin fırınlanarak hazırlandığı bir teknik geliştirmiştir. Seramik inleyler, ilk olarak 1895'te dental tedaviler için tanıtılan amalgamdan daha önce diş hekimliğinde uygulanmıştır. Bununla beraber yeterli özelliklere sahip bir yapıştırıcı ajanın bulunmayışı, bu tekniklerin klinik başarısını kısıtlayan ciddi bir engel olarak uzun yıllar seramik inleylerin klinik başarısı ve kullanımını kısıtlamıştır (Dietschi ve Spreafico, 1997). Adeziv tekniklerin ilerlemesi ve basitleştirilmesi 1990'ların başından günümüze metal desteksiz seramik materyallerin inleyler şeklinde kullanımının ön plana çıkmasını sağlamıştır (Garber ve Goldstein, 1994).

Kompozit ve seramik esaslı estetik restorasyonların yapıştırılması rezin simanlarla yapılmaktadır (Blatz et al., 2003). Tutuculuğun artırılması ve mikrosızıntının azaltılması amacıyla bu simanların adeziv sistemlerle birlikte uygulanması gerekmektedir (El-Mowafy, 2001; Cura ve ark., 2003). Adeziv simantasyon uygulamalarında diş dokusuna yapılacak ön işlemler; kullanılan sisteme göre asitle pürüzlendirme, primer ve adeziv uygulaması (total-etch) şeklinde veya sadece primer ve adeziv uygulaması (selfetch) şeklinde olabilmektedir. Simantasyon aşamalarında yer alan adeziv

uygulamalar bu simanların uygulama tekniklerini zorlaştırmakta, bu nedenle kullanımlarını sınırlayabilmektedir (Abo-Hamar et al., 2005).

Son yıllarda mevcut simanlara benzer mekanik özelliklere ilaveten simantasyon aşamalarında klinisyene uygulama kolaylığı sağlayarak teknik hassasiyetin ve buna bağlı gelişen post-operatif hassasiyetin azaltılmasına yönelik yenilikler ve gelişmeler olmuştur. Bu gelişmeler asitle pürüzlendirme işleminin ortadan kaldırılması ve son olarak da primer ve adeziv uygulamaları gerektirmeyen self-adeziv üniversal rezin simanların kullanıma girmesi olmuştur (Hikita et al., 2007). Yeni monomer, doldurucu ve reaksiyon başlatıcı teknolojisi temeline dayanan ve yakın zamanda geliştirilen çok fonksiyonlu fosforik asit metakrilatlarından oluşan matrikse sahip bu simanlar kompozit ve seramik esaslı estetik restorasyonların yanı sıra metal esaslı restorasyonların simantasyonunda da kullanılabilirler. Self-adeziv simanlarda geleneksel simanların uygulama kolaylığı ile rezin simanların üstün mekanik özellikleri, adezyon ve estetik kalitelerinin birleştirilmesi hedeflenmiştir (Abo-Hamar et al., 2005).

1.1. Tam Seramik Sistemler

Seramikler, mine ve dentinin optik karakterini taklit edebilme yetenekleri, biyouyumlu olmaları ve kimyasal dayanıklılıkları sebebiyle diş hekimliğinde geniş bir kullanıma sahiptir. Metalin tamamen opak seramik ile yer değiştirmiş olması estetik açıdan gerçek bir avantajdır. Tam seramik sistemler, metal-seramik sistemlere göre daha iyi estetik sağlarlar, yumuşak dokunun sağlığını korurlar ve daha az konturlu yapılandırılabilirler (Kelly, 2004).

McLean ve Odont 2001 yılında dental seramikleri 20. yüzyıl içerisindeki tarihsel gelişimlerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır:

- Vakumla Pişirilen Seramikler
- Metal – Seramikler
- Platin Folyo ile Güçlendirilmiş Seramikler
- Alümina ile Güçlendirilmiş Seramikler
- Alüminöz Seramikler
- Opalase Veneer Seramikler
- Alüminöz Veneer Seramikler
- Cam Seramikler
- Yüksek Alümina İçerikli Seramikler
- Slip-cast Alümina Seramikler
- Yüksek Alümina ile Güçlendirilmiş Kronlar
- Bağlanmış Seramik Restorasyonlar
- Lösit ile Güçlendirilmiş Seramikler (McLean ve Odont, 2001).

Tam seramik sistemleri,

- Kullanım ya da endikasyonuna göre (Kor, opak, dentin, mine, dişeti, glaze porselenleri),
- Kompozisyonlarına göre (Saf alümina seramik, saf zirkonya seramik, lösit esaslı cam seramik, lityum esaslı cam seramik),
- Yapım tekniklerine göre (Sinterleme, parsiyel sinterleme, cam infiltrasyonu, Computer aided design/Computer aided manufacturing (CAD-CAM), kopya milled),
- Fırınlama ısısına göre (Düşük ısı porselenleri, orta ısı porselenleri, yüksek ısı porselenleri),

- Mikro yapılarına göre (Cam, kristalin),
- Geçirgenlik özelliklerine göre (Opak, yarı geçirgen, transparan),
- Kırılma dirençlerine göre,
- Aşındırıcılıklarına göre,
- Fırınlama ortamına göre (Vakumda, atmosferik ortamda fırınlanan porselenler) sınıflandırılmaktadırlar (Anusavice, 2003).

Son yıllarda yapılan çalışmalar gözden geçirildiğinde, dental seramiklerin kompozisyonlarına ve endikasyonlarına göre sınıflandırıldığı gözlemlenmiştir. Seramikler benzer kompozisyonlar göstermelerine rağmen farklı laboratuvar teknikleri ile üretilebilirler (Çizelge 1.1.). Bu durumda uyumlarında ve ışık geçirgenliklerinde farklılıklar oluşabilmektedir (Griggs, 2007). Seramikler yapım tekniği ve kompozisyonlarına göre sınıflandırılabilirdiği gibi, kor materyallerine göre de sınıflandırılmaktadır (Çizelge 1.2.).

Çizelge 1.1. Yapım tekniği ve kompozisyonlarına göre seramik sınıflandırması.

YAPIM TEKNİĞİ		KOMPOZİSYON
Toz kondensasyonu		Cam, Lösit-cam, Floroapatit-cam, Alümina-cam
Slip cast		Cam-alümina, Cam-alümina-spinel, Cam-alümina-Kısmen stabilize (PS) zirkonya
Isı ile presleme		Lösit-cam, Lityum disilikat-cam, Floroapatit-cam
CAD/CAM	Sinterize edilmiş	Kısmen stabilize zirkonya, Alümina
	Yoğun Sinterize edilmiş	Kısmen stabilize zirkonya, Lösit-cam, Lityum disilikat-cam
	Cam infiltre	Cam-alümina, Cam-alümina-spinel, Cam-alümina-PS zirkonya

Çizelge 1.2. Kor materyallerine göre seramik sınıflandırması (Conrad et al., 2007).

	Kor Materyalleri	Kullanılan Sistem	Yapım Tekniği	Klinik Endikasyonu
CAM SERAMİKLER	Lityum Disilikat	IPS Empress 2	Isı-basınç	Kuron, Anterior köprü
		IPS e.max Press (SiO ₂ -LiO ₂)	Isı-basınç	Onley, ¾ kuron, köprü
	Lösit (SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -K ₂ O)	IPS Empress	Isı-basınç	Onley, ¾ kuron, kuron
		Optimal Pressable Ceramic	Isı-basınç	Onley, ¾ kuron, kuron
		IPS ProCAD	Milleme	Onley, ¾ kuron, Kuron
	Feldspatik (SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -Na ₂ O-K ₂ O)	Vitablocs Mark II	Milleme	Onley, ¾ kuron, Kuron, Veneer
		Vita Triluxe Blocs	Milleme	Onley, ¾ kuron, Kuron, Veneer
		Vitablocs Esthetic Line	Milleme	Anterior Kuron, Veneer
	ALÜMİNA	Alüminyum Oksit (Al ₂ O ₃)	In-Ceram Alümina	Slip-cast, milleme
In-Ceram Spinell			Milleme	Kuron
Synthoceram			Milleme	Onley, ¾ kuron, Kuron
In-ceram Zirconia			Slip-cast, milleme	Kuron, Posterior köprü
Procera			Densely sintered	Veneer, Kuron, Anterior Köprü
ZİRKONYA	Yttrium tetragonal zirkonya polikristalleri	LAVA	Milleme	Kuron, Köprü
		Cercon	Milleme	Kuron, Köprü
		DC-Zirkon	Milleme	Kuron, Köprü
		Denzir	Milleme	Onley, ¾ Kuron, Kuron
		Procera	Milleme	Kuron, Köprü, İmplant abutment

2008 yılında Kelly, dental seramikleri kompozisyonlarına göre sınıflandırmıştır:

- Cam seramikler: Yüksek cam içeriğine sahip, az miktarda doldurucu partiküller içeren seramiklerdir.
- Doldurucu içeren cam seramikler: Temel cam içeriğine kristalin veya erime ısı yüksek camlar gibi doldurucu partiküller eklenerek mekanik özellikleri geliştirilmiş seramiklerdir.
- Polikristalin seramikler: Hiç cam içermeyen, alüminyum oksit veya zirkonyum oksit matriks içinde, “dopant” adı verilen modifiye edici atomlardan oluşan seramiklerdir.

Denry ve Holloway (2010) dental seramikleri kristalin fazlarına ve fabrikasyon tekniklerine göre sınıflandırmıştır (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Dental seramiklerin kristalin fazlarına ve fabrikasyon tekniklerine göre sınıflandırılması (Denry ve Holloway, 2010).

	FABRİKASYON TEKNİĞİ	KRİSTALİN FAZ
METAL SERAMİKLER	Sinterleme	Lösit
	Metal üzerine ısı ile presleme	Lösit, lösit ve floroapatit
TAM SERAMİKLER	Sinterleme	Lösit
	Isı ile presleme	Lösit, lityum disilikat
	Kuru presleme ve sinterleme	Alümina
	Slip cast ve cam infiltrasyonu	Alümina, spinel, alümina-zirkonya
	Yumuşak milleme tekniği ve cam infiltrasyonu	Alümina, alümina-zirkonya
	Yumuşak milleme tekniği ve sinterleme	Alümina, zirkonya
	Yumuşak milleme tekniği, sinterleme ve ısı ile presleme	Zirkonya/floroapatit-lösit-cam seramik
	Sert milleme tekniği	Sanidin, lösit
Sert freze tekniği ve ısı ile muamele	Lityum disilikat	

1.2. Seramik İnley Yapımında Kullanılan Tam Seramik Sistemler

Seramik inley ve onleyler sadece hastaların estetik ve dayanıklı restoratif materyal taleplerinden değil, aynı zamanda materyallerdeki, adezivlerdeki ve rezin bazlı yapıştırma ajanlarındaki gelişimler sebebiyle popüler hale gelmiştir. Kullanılan seramik materyaller arasında feldspatik porselen, ısı ve basınçla preslenen ve CAD/CAM için kullanılan işlenebilir seramikler kullanılmaktadır (Qualtrough ve Piddock, 1997). Seramiklerin fiziksel ve mekanik özellikleri, kompozitlere göre minenin yapısına daha da yaklaşmıştır. Diş dokusuna benzer aşınma dirençleri ve ısıl genleşmeleri vardır (Swift et al., 2006, p:607). Birçok seramik inley yapım tekniği bulunmaktadır.

1.2.1. Refraktör Day Tekniği ile Yapılan Seramik İnleyler

Refraktör die tekniği ile yapılan seramik inleyler toz şeklinde bulunurlar. Toza su eklenerek elde edilen karışımın refraktör day materyali üzerinde tabakalar halinde uygulanması ile restorasyonun konturlarının verildiği seramiklerdir (Zaimoğlu ve Can, 2004). Bu geleneksel yöntemde nemlendirilen toz porselen fırça yardımı ile uygulanmaktadır. Seramik, vakum altında fırınlanırken akıcı camsı komponent ile bir araya gelmektedir. Bu yöntem ile çok fazla porözite meydana gelmektedir. Materyalin mikroskop altında incelenmesi sonucu, porseleni güçlendiren kristalin parçacıklarının bir araya gelmediği ve camsı bölgelerle bölündüğü gözlemlenmiştir. Porözite ve devamlı olmayan kristalin faz, düşük dirence sebep olmaktadır. Bu yöntem ile yapılan seramikler yüksek translüsenansiye sahip olmaktadır (Griggs, 2007).

Duceram LFC (Dentsply) cam seramiklere örnektir. Finesse Low Fusing (Dentsply), LAVA Ceram (3M ESPE), Vita D, Vitadur Alpha (Vita Zahnfabrik) lösit-cam seramiklerdir. IPS e.max Ceram ve IPS Eris (Ivoclar-Vivadent) floroapatit-cam seramiklerdir. Turkom-Cera (Turkom-Ceramic) ve Vitadur N (Vita Zahnfabrik) kor yapısı alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramiklerdendir. Ceramco II (Dentsply), Ceramco 3 (Dentsply), OPC (Pentron) ve Finesse All-Ceramic (Dentsply) ise bu gruba örnek diğer seramik sistemlerdir (Kelly, 2004; Griggs, 2007; Al-Makramani et al., 2009).

Bu çalışmada kullanılan Turkom-Cera cam infiltrasyonu veya kristallerle güçlendirilmiş yüksek alümina kor porselenidir (Al-Makramani et al., 2009; Sahin et al., 2010). Turkom-Cera %99,98 alüminyum oksit içermektedir (Al-Makramani et al., 2010). Çalışma modelinden alınan day, jel halindeki alümina karışımına batırılmaktadır. Bir süre kurumaya bırakılan jel daha sonra fırınlanarak alüminöz altyapı elde edilmektedir ve cam seramik üstyapı, hazırlanan altyapı üzerine fırça yardımıyla uygulanmaktadır (Sahin et al., 2010). Son yıllarda geliştirilen ve yüksek oranda alüminyum oksit içeren Turkom-Cera sistemi klinik başarıyı arttırmak için üretilmiştir. Diğer sistemlere göre daha basit ve ucuz olduğu iddia edilen bu sistemin simantasyon materyalini ve metodunu konu alan fazla çalışma yoktur (Zortürk ve arkadaşları., 2008). Konvansiyonel ve adeziv simantasyon tekniklerine uygun olan Turkom-Cera, ortalama 530 MPa'lık bükülme direnci ile anterior ve posterior 3 ya da 4 üyeli köprü restorasyonları, tüm çene restorasyonları, inley ve onleyler için endikedir (Al-Makramani et al., 2010). Yeni geliştirilmiş olan Turkom-Cera seramik sınıflandırmalarında henüz yer almamaktadır.

1.2.2. Dökülebilir Cam Seramik İnleyler

Bu ürünler katı bloklar halinde bulunur. Bu bloklar, kor yapımında veya lost-wax ve santrifüj ile döküm teknikleri kullanılarak full kontur restorasyonların yapımında kullanılır. Genellikle tek renkte olup, boyanarak final restorasyonun istenilen rengi ve karakterizasyonu sağlanmaktadır. Kor halinde elde edilmiş ise konvansiyonel feldspatik porselenle kron tamamlanır (Zaimoğlu ve Can, 2004).

Kristalin doldurucu partiküller mekanik olarak cama eklenebilmektedir. Daha güncel bir yaklaşımda, doldurucu partiküller cam objenin içine obje şekillendirildikten sonra yerleştirilmektedir. Şekillendirmeden sonra, cam objeye, camın içindeki kristalitlerin çökmesi ve büyümesi için özel bir ısıl işlem uygulanmaktadır. Bu doldurucular camın kendi atomlarından kimyasal olarak sağlandığı için, seramikleşme işlemi sırasında geride kalan camın bileşiminin değişmesine karşı koymaktadır. Bu partikül dolduruculu kompozitlere cam-seramikler denir. Sabit protezler için ilk ticari cam-seramik Dicor'dur (Dentsply) ve kristalin mika tipi doldurucu partiküller içermektedir (Kelly, 2004).

1.2.3. Isı ve Basınç Altında Şekillendirilen Cam Seramik İnleyler

Lost-wax tekniği kullanılarak yapılmaktadır. Prefabrike katı bloklar halinde bulunmaktadır. Bu bloklar yüksek viskoziteli likit haline gelene kadar ısıtılıp, lost-wax tekniği kullanılarak hazırlanmış döküm boşluğuna yavaşça preslenmektedir. Preslenebilen seramiklerin mikroyapıları toz porselenlere benzemektedir. Bu seramikler çok fazla porözite içermezler ve daha yüksek kristalin içeriğine sahiptirler (Griggs, 2007).

Basınç altında preslenebilen porselenlerden en bilineni IPS Empress (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein) sistemidir. Dökülebilir porselendeki felsefe ile mum model hazırlanır; ancak bu sistemde özel ısı ile presleme tekniği kullanılmaktadır (Sjögren et al., 1999). Day üzerinden hazırlanan mum model revetmana alınarak negatif bir boşluk elde edilmektedir. Hazır olan porselen bloklar presleme sistemine yerleştirilerek eritilmeden sadece yumuşatılarak negatif boşluğun olduğu kalıbın içine preslenmektedir. Ardından istenen rengi elde etmek amacıyla tabakalama ve boyama tekniğiyle restorasyon tamamlanmaktadır (Dong et al., 1992). Isı ve basınç altında şekillendirilen IPS Empress yüksek lösit içerikli feldspatik dental seramiktir (Crispin et al., 1994; Alaçam ve ark., 1998). Esneme kuvvetlerine karşı düşük değerleri yüzünden lösitle güçlendirilmiş seramikler estetiğin hem tek kronlar, hem de laminate veneerler için en önemli olduğu anterior bölgede endikedirler (Zarone et al., 2011). Daha sonra geliştirilen IPS Empress 2'de (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein), cam seramik yapıya özel bileşimler ilave edilmiştir. Yapıya ilave edilen lityum disilikat kristalleri mikroçatlakları önlemiş ve restorasyonun ışık geçirgenliğini arttırmıştır. Böylece materyalin hem direnci hem de estetiği arttırılmıştır (Trushkowsky, 1999). IPS Empress 2 gibi florapatit bazlı seramikler, esneme kuvvetlerine karşı daha öncekilere göre yüksek dayanıklılık göstermişlerdir. Aynı zamanda zirkonya bazlı seramiklere göre daha uygun bir translüsensileri vardır (Zarone et al., 2011).

Daha sonra geliştirilen IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein) IPS Empress 2 gibi lost-wax tekniği kullanılarak yapılan lityum disilikat ile güçlendirilmiş basınçla preslenen cam seramiktir (Conrad et al., 2007; Toman et al., 2008). Materyalin yapısındaki değişikliklerle, farklı opasitelerde ingotlar üretilmiş ve dayanıklılığı arttırılmıştır. IPS e.max Press

seramiğin kimyasal yapısı SiO_2 , Li_2O , K_2O , MgO , ZnO , Al_2O_3 , P_2O_5 'den meydana gelmektedir. Bu seramik 400 MPa'lık dirençle beraber mükemmel uyum, form ve fonksiyon sunmaktadır. IPS e.max Press tek diş restorasyonlar, anterior ve posterior bölgesinde köprüler ve implant destekli altyapılarda kullanılmaktadır. Minimal invaziv inley, onley ve laminalar endikasyon alanı içerisindedir (Ivoclar Vivadent, Product Information 2005). Lityum disilikat altyapı seramiğinden yapılan final restorasyon, biyouyumluluk, doğal görünüm ve çok iyi estetiğin yanı sıra parlatılabilme ve karşıt dişin yapısında aşınmayı azaltma gibi klinik faydalar sağlamaktadır (Toman ve ark., 2008). Geniş ingot seçeneği tercih edilen uygulama tekniğine (boyama, cut-back veya tabakalama tekniği) ve yapılacak vakaya göre en uygun ingotu seçebilme imkanı sağlamaktadır. Restorasyonlar boyama materyalleriyle karakterizasyon verilerek yapılmakta veya IPS e.max Ceram kitindeki tabakalama seramiği ile yığılmaktadır (Ivoclar Vivadent, Product Information, 2005). Mekanik ve optik özellikleri geliştirilen IPS e.max Press'in 5 yıllık çalışmalar sonucunda tek kronlar için istenen dayanıklılık oranları %95'den %100'e kadar olduğu rapor edilmektedir (Zarone et al., 2011).

1.2.4. Bilgisayar Yardımı ile Hazırlanan Seramik İnleyler

Marjinal adaptasyonları iyi olan başarılı seramik restorasyonlar için toz-likit sistemlere alternatif olarak bir çok sistem geliştirilmiştir. Bu yeni teknolojiler bilgisayar ile tasarlanan restorasyonları da içermektedir (Romão et al., 2004). Computer aided design/Computer aided manufacturing (CAD/CAM) uygulamalarının restoratif diş hekimliğine girişi 1980'lerde başlamış, 1984'de Francois Duret, Duret sistemini geliştirmiş ve bir üyeli restorasyonları elde

etmiştir (Duret et al., 1988). Üretim maliyeti ve uygulanabilirliği ile ilk dental CAD/CAM uygulamasını CEREC sistem ile Werner Mörmann ile Marco Brandestini 1988'de gerçekleştirmiştir (Liu, 2005).

Bilgisayar yardımı ile hazırlanan porselenler genellikle bilgisayar destekli tasarım ve üretim şeklinde (CAD/CAM) piyasada en bilinen adıyla "CEREC" (Ceramic Reconstruction) sistemi ile yapıldıkları gibi direkt mekanik olarak "Celay" (Mikrona AG) sistemi ile de yapılabilmektedir. Her iki cihaz da inley ve onleyler için tasarlanmış olup CEREC 1 (Brains, Zurich, Switzerland) yazılımında marjinal uyum için soru işaretleri mevcuttur (Wassel et al., 2002).

CEREC tekniği, kavitenin 3 boyutlu taranmasını, hızlı veri aktarımını ve 3 aklı yapım aşamalarını içeren bir tekniktir ve 1984'den bu yana kullanımdadır. Bu yeni teknoloji ile hasta başında seramik inley ve onleylerin yapılması ilk kez mümkün olmuştur (Wrbas et al., 2007). CEREC prosedürü ile üretilen ilk seramik inley 19 Eylül 1985 yılında Zürih Üniversitesi'nde uygulanmıştır (Mörmann, 2006). Aynı yıl CEREC 2 (Siemens, Bensheim, Germany) cihazı piyasaya çıkmıştır. CEREC 1 ve 2'nin temel felsefesi optik ölçü alımını ve seramiği oluşturan modülün tek bir cihaz olmasıdır. Her iki sistem de diş hekiminin hasta başında kullanması için tasarlanmıştır. Geliştirilmiş olan teknikte sert dokuyu koruyucu, tabanda ve duvarlarda defektle adaptasyonu iyi olan, tüberküllerin kaplanabildiği ve hızlı, verimli bir bilgisayar yazılımı ile oklüzal yüzeyin anatomik ve fonksiyonel oluşumunu uygun oluşturabilen bir cihaz elde edilmiştir (Mörmann ve Bindl, 2000). Yeni geliştirilen CEREC 3 (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany) ile bir arada olan CAD ve CAM üniteleri ayrılmış ve hem hasta başında hem de laboratuvarda kullanıma uygun hale getirilmiştir.

CEREC 3 yazılımı oklüzal ve fonksiyonel kaydı basitleştirmiştir. Düzgün yüzey ve detaylı morfoloji verebilen bileme cihazı optik üniteye radyo dalgaları ile bağlıdır. Bir lazer tarayıcı ile standart kişisel bilgisayarla indirekt uygulama yapabilmeye olanağı vardır. CEREC 3 sistemi multimedya ve bilgisayar ağı ile bağlantıdadır. Çift triangulasyon mekanizması kullanılarak net ve derin bir görüntü elde edilir. (Mörmann ve Bindl, 2000; Mörmann ve Brandestini, 2006; s:2). Bunların yanında CEREC sistemin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bitmiş CEREC restorasyon kenar sonlanmalarında karakteristik kırıntı şeklinde kırıklar bulunmaktadır (Reich et al., 2008). Materyalin yapısında mikroçatlak oluşturmamak için oldukça dikkatli ve düşük basınç ile çalışılmalıdır (Allen et al., 2004). CEREC sistem ile hazırlanan veneer ya da inleylerin boyutları 14 x 12 mm'den büyük olmaması da bu sistemin diğer bir sınırlandırmasıdır. Bu sistem ile hazırlanan kavitelerin derinliği en az 2 mm olmalıdır (Glavina et al., 2001).

Vitablocks Mark I (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), Vitablocks Mark II (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ve Dicor MGC (Dentsply, International, York, PA,USA) diş hekimliği tarihinde CEREC ile en çok çalışılan bloklardır (Mörmann ve Brandestini, 2006; s:2). Feldspatik porselen olan Vitablocks Mark II'nin içeriğinde SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O bulunmaktadır (Conrad et al., 2007). Kullanılan bu bloklar yerleştirildikten sonra istenilen konturlara sahip restorasyon elde edilir. Sonrasında oklüzal uyumlama, parlatma ve simantasyon aşamalarına geçilir (Jedynakiewicz, 2001). CEREC teknolojisi kullanımı ile yapıştırılan seramik inleylerde 10 yıl boyunca %95'e kadar sağlam kalma oranı elde edilmiştir. Prefabrike bloklar endüstriyel olarak tasarlanmış ve son derece homojendir. Bu özellikler mekanik özellikleri geliştirmiştir ve restorasyonun performansını etkilemektedir (Bortolotto et al., 2007).

Tam seramik sistemlerin simantasyonu esnasında adeziv sistemler ve rezin simanların kullanımı gereklidir. Rezin siman ile seramik arasındaki bağlanma gücü seramik yüzeyin asitlenmesi ile sağlanmaktadır. Asitleme ile mekanik kilitlenme sağlanmaktadır. Silan olarak bilinen organik fonksiyonel molekülün kullanımı ile inorganik maddeler ile organik polimerler arasındaki bağlantı sağlanmaktadır (Saavedra et al., 2009).

1.3. Yapıştırma Simanları

Sabit protezler çeşitli nedenlerle yapılmaktadır. Bunların içinde en önemlileri çürük ve travma nedeniyle dişteki doku kaybıdır. Simantasyon için kullanılan ajanlar, diş ve restorasyon arasındaki yüzeyi kaplayarak bu iki yapıyı bir arada tutar ve diş dokusunu desteklemektedir. (Piwowarczyk et al., 2005). İndirekt restorasyonların, preparasyonu yapılmış diş simantasyonunda kullanılan dental simanlara yapıştırıcı ajanlar denilmektedir. Yapıştırıcı ajanlar, fiziksel özelliklerine ve restorasyonun uzun ömürlü olmasının istenmesine bağlı olarak daimi ve geçici olabilmektedirler (Hill, 2007). İdeal simanlar, restorasyon ve diş yapıları arasında oluşan ara yüzeylerde veya koheziv nedenlere bağlı olarak oluşan baskı ve çekme kuvvetlerine dayanıklı, diş ve restorasyon yüzeyini ıslatabilecek özellikte, yeterli film kalınlığına ve vizköziteye sahip olmalıdır. Ayrıca, ağız kavitesindeki sıvılarda çözünmeye karşı dayanıklı, dokularla uyumlu olmalı, yeterli çalışma ve sertleşme zamanına sahip olmalıdır (Rosenstiel et al., 1998).

Diş hekimliğinde kullanılan simanlar 4 grupta sınıflandırılmıştır:

- Fosfat Simanlar
 - Çinkofosfat siman
 - Silikat siman
 - Çinkosilikafosfat siman
- Fenolat Simanlar
 - Çinkooksit-öjenol siman
 - Ca(OH)₂ salisilat
- Polikarboksilat Simanlar
 - Çinkopolikarboksilat siman
 - Cam iyonomer siman
- Akrilat Simanlar
 - Polimetakrilat
 - Dimetakrilat (O'Brien, 2002).

İndirekt restorasyonların klinik başarısı, restorasyon ve diş arasındaki bağlantıyı sağlamakta kullanılan simantasyon tekniğine bağlıdır. Klinisyen için farklı yapıştırma simanları beş ana başlıkta sınıflandırılmaktadır:

- Çinkofosfat simanlar
- Polikarboksilat simanlar
- Cam iyonomer simanlar
- Rezin-modifiye cam iyonomer simanlar
- Rezin kompozit simanlar (Radovic ve Vulicevic, 2008; Hill, 2007; Anusavice, 2003).

Bu sınıflama üzerine genişçe araştırmalar yapılmış olmasına rağmen bunların arasında doğru klinik tercihin hangisi olduğu her zaman açık değildir.

Çinkofosfat siman diş hekimliğinde uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Klinik kullanımının kolay olması sebebiyle, yüz yıldan uzun süredir sabit

restorasyonların simantasyonunda kullanılmaktadır. Çinkofosfat siman diş dokusu ile mekanik bağlanmaya izin vermektedir. Polikarboksilat simanlar hidrofilitir ve dentin yüzeyini ıslatabilirler. Karboksilik asit ve kalsiyum arasında reaksiyon sonucu diş dokusu ile kimyasal bir bağ oluşturabilirler Cam iyonomer simanlar flor salınımları, dentin ve mineye kimyasal bağlanmaları, yüksek mekanik ve fiziksel özellikler göstermeleri nedeniyle klinikte yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Diaz-Arnold et al., 1999). Cam iyonomer simanların bazı dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve iyileştirmek için konvansiyonel cam iyonomer simanlara rezin ilavesi ile rezin modifiye cam iyonomer simanlar geliştirilmiştir. Bu simanların baskı ve çekme kuvvetlerine karşı dirençleri çinkofosfat, polikarboksilat ve bazı cam iyonomer simanlardan daha yüksektir. Kompozit rezin simanlardan ise daha düşüktür (Rosenstiel et al., 1998). Cam iyonomer simanlar tam seramik sistemlere yeterli direnci kazandıramamakta ve materyal diş yüzeyinden ayrılmasa da kendi içinde başarısızlığa uğramaktadır (Mörmann et al., 2009).

Tam seramik restorasyonların yapıştırılmasında, önce çinkofosfat siman daha sonra ise cam iyonomer simanlar kullanılmıştır. Bu simanlarla yapıştırılan restorasyonlardaki retansiyon ve kırılma problemleri rezin simanların ve bonding ajanların geliştirilmesine sebep olmuştur (Arnold et al., 1999).

Rezin simanlar, doldurucu tiplerine göre mikro dolduruculu ve hibrit dolduruculu sistemler olarak ikiye ayrılırlar (Crispin ve ark, 1994). Kompozit rezin simanlar, kompozit dolgu materyallerinde olduğu gibi en az iki farklı fazın karışımından meydana gelirler.

Yapı olarak üç ayrı fazdan oluşurlar:

- **Matriks faz:** Matriks faz, esas olarak yüksek moleküllü monomerlerin, viskoziteyi kontrol eden düşük moleküllü monomerler ile karışımından oluşur. Bunlara ilaveten, kimyasal başlatıcılar veya ışık-aktivatörler ve yeterli kullanma zamanı sağlayan engelleyiciler gibi maddeler bulunur. En yaygın kullanılan rezinler Bis-GMA (bisfenil-A glisidil dimetakrilat) veya UDMA (üretan dimetakrilat)'dır. Bunların viskozitesini kontrol etmek için içlerine TEGDMA (triötilen glükol dimetakrilat) katılmaktadır (Anusavice, 2003).
- **İnorganik faz:** Polimer matriksin mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla matrikse eklenen çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz (kristalin silika), borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko, ytterbiyum, cam, baryum alüminyum silikat gibi partiküller inorganik doldurucu bileşeni oluşturmaktadır (O'Brien, 2002; Dayangaç, 2000).
- **Ara faz:** Ara faz/ajan, organik ve inorganik fazı birbirine bağlayan, metakriloksi propiltrimetoksi silan olarak adlandırılan, vinyl-silane türevidir. Bu çift fonksiyonlu bağlayıcı ajan, rezin matriks ve doldurucu arasında güvenilir bir bağlanma sağlamaktadır.

Kompozit rezin yapıştırma simanlar polimerizasyon şekillerine göre üç grupta toplanır:

- Kimyasal olarak polimerize olan (chemically-cured, self-cured)
- Işık ile polimerize olan (light-cured, lighth-polymerized)
- Hem ışık hem de kimyasal polimerize olan (dual-cured) (Anusavice, 2003).

Dual olarak polimerize olan simanlar, seramik inley ve onley restorasyonların, seramik laminate veneerlerin ve tüm seramik kronların yapıştırılmasında kullanılmaktadırlar (Anusavice, 2003). Adeziv materyaller ile yapıştırılan seramik inleylerin kırılmaya karşı dirençleri, konvansiyonel simanlarla yapıştırılan inleylerden daha yüksektir (Ferrari et al., 2003).

Yakın zamana kadar rezin simanlar, simantasyondan önce dişe uygulanan adeziv sisteme göre iki alt gruba ayrılmaktaydı. Bir grup etch and rinse adeziv sistemi, diğer grup ise self-etch primerdi. Self-adeziv rezin simanlar 2002 yılında rezin simanların yeni alt grubu olarak ortaya çıkmıştır. Bu materyaller konvansiyonel (Çinkofosfat, polikarboksilat ve cam iyonomer simanlar) ve rezin simanların olumlu özelliklerini tek bir üründe bir araya getiren simanlardır (Radovic et al., 2008).

1.3.1. Self-Adeziv Rezin Simanlar

Kompozit rezin simanlar on yılı aşkın süredir güvenle kullanılmaktadırlar. Yüksek adezyon, sertlik ve düşük çözünürlük gibi özellikleri vardır. Fakat karmaşık klinik aşamaları, manipülasyonu ve post-operatif hassasiyet gibi dezavantajları vardır (Ibarra et al., 2007). Geleneksel simanların çözünürlük ve adezyon eksikliği gibi dezavantajlarını gidermek için kompozit rezin simanlar geliştirilmiştir. Bu simanların kullanımından önce dentine pürüzlendirme işlemi yapılmasının ardından primer ve adezivlerin uygulanması, restorasyonların simantasyonu için gereken süreyi arttırmasının yanısıra, materyallerin çeşitliliği yapıştırma simanının maliyetini de yükseltmektedir (Chang et al., 2003).

Self-adeziv rezin simanlar diş yüzeyinde herhangi bir işlem yapılmasını gerektirmezler. Uygulama prosedürü oldukça basittir. Uygulama tek bir klinik aşamayı kapsar ve bu da çinkofosfat ve polikarboksilat simanın uygulamasına benzemektedir. Smear tabakası uzaklaştırılmadığı için post-operatif hassasiyet beklenmemektedir. Çinko fosfat, polikarboksilat ve rezin simanların aksine self-adeziv rezin simanların nem toleransı, flor salınımı, diş dokularına ve restoratif materyallere kimyasal olarak bağlandığı ileri sürülmektedir (Radovic ve Vulicevic, 2008). Bu simanlar iki birleşenli materyallerdir. Bir birleşeni rezin bazlı dental materyallerde kullanılan konvansiyonel mono-, di- ve/veya multi-metakrilat monomerleri: Bis-GMA, Bis-GMA'nın üretan oligomerleri, UDMA, Hidroksietilmetakrilat (HEMA), gliserol dimetakrilat (GDMA), TEGDMA ve trimetilopropan trimetakrilat'dan (TMPTMA) oluşmaktadır (Ferracane et al., 2011). Kendiliğinden adezyonun gerçekleşmesi için self-adeziv rezin siman monomerleri en az iki fosforik asit grubu ve her molekülde minimum 2 çift karbon bağı içermektedir. Bu durum, yüksek reaktivite ve sonucunda yüksek derecede matriks çapraz bağlanmasını sağlamaktadır. Yüksek derecede matriks çapraz bağlanması ise mükemmel mekanik özelliklerin elde edilmesini sağlamaktadır. Böylece ön işlem gerekmeksizin adeziv bağlanma özelliği sağlanır ve sistemin uzun dönem stabilitesi artmış olmaktadır (Behr et al., 2004; Ibarra et al., 2007; Taschner et al., 2009).

Deminerlizasyonu ve diş yüzeyine bağlanmayı başarmak için faydalanılan fonksiyonel asit monomerleri, hala çoğunlukla akrilik monomerler (meth) ile birlikte ya 4-metakriloksietil trimellitik anhidrid (4-META) ve piromellitik gliserol dimetakrilat (PMGDM)'daki gibi karboksilik asit gruplar ya da 2-metakriloksietil fenil hidrojen fosfat (Phenyl-P), 10-metakriloksidesil dihidrojen fosfat (MDP), bis(2-metakriloksietil) asit fosfat (BMP) ve

dipentaeritritol pentaakrilik monofosfat (Penta-P)'daki gibi fosforik asit gruplarıdır. Önemli sayıda yeni tescilli asidik monomer bulunmaktadır. Bunlar öncelikle mine ve dentin yüzeyini demineralize etmek için fosfat ve fosfonat gruplarından meydana gelmektedir (Ferracane et al., 2011).

Başlangıçtaki asidik sistemin uzun dönem stabilitesinin sağlanması için aşırı hidrolizin önlenmesine yönelik olarak sertleşme sırasında nötralizasyon gerekmektedir. Bu amaç, cam iyonomer teknolojisi konseptinin kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Asidik fonksiyoneller çözünebilir florid tuzlarından çok alkalın doldurucu moleküllerle nötralize olarak pH değerinin 1'den 6'ya çıkmasına ve flor iyonlarının salınımına yol açmaktadır (Radovic ve Vulicevic, 2008; Taschner et al., 2009). Materyal içinde fosforik asit gruplarının olması asidik bağlanma yüzeyi oluşturmaktadır. Düşük pH diş yüzeyinde demineralizasyon oluşturur ve rezin simanın demineralize olan dokulara penetrasyonu sağlanmaktadır. Resin siman polimerize olduğu zaman, diş ile siman arasında mikromekanik retansiyon sağlanmış olmaktadır (Trajtenberg et al., 2008, Cadenaro et al., 2010). Simanın sertleşmesi, ışıkla veya redox sistem ile aktive olan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonuna bağlıdır (Ibarra et al., 2007). Asidik monomerlerin bu materyaller içerisindeki konsantrasyonu final polimerin aşırı hidrofilitelerini önlemeye yetip dengeyi sağlayacak kadar az, self-etching karakterini sergileyecek, mine ve dentine bağlanmasını sağlayacak kadar da yeterli olmalıdır (Ferracane et al., 2011).

Dental teknolojilerde, kimyasal polimerizasyon için kullanılan nerdeyse tüm reaksiyonu başlatıcı sistemlerdeki temel aminlerde asidik ortamda uyumsuzluk ortaya çıkmaktadır. Bu problem özellikle self-etching sistemlerde görülür. Bu nedenle self-adeziv dual-cure siman geliştirebilmek

için yeni bir başlatıcı sistem keşfetmek gerekmektedir. Self-adeziv rezin simanlar, rezin ve cam iyonmer simanların karakterizasyonuna sahiptirler. Bu konudaki beklentiler hem ışıkla sertleşme hem de kendiliğinden sertleşme yönündedir (Liu et al., 2011). Geniş pH aralığında polimerize olabilme ve nem toleransı da arzu edilen özelliklerdendir. Monomer matriksin yüksek derecede çapraz bağlantısı uzun dönem stabilite ve adezyonun uzun sürmesi için çok önemli bir şarttır. Bu amaçlar bu simanlarda sağlanmıştır (3M ESPE Technical Product Profile, 2007).

Self-adeziv rezin siman, bazik tuzlarla ve diş apatiti ile monomerin içerisindeki fosforik asitle modifiye olan fonksiyonel gruplar yoluyla reaksiyon yapmakta ve kimyasal bağlanmayı sağlamaktadır. Siman ile hidroksiapatitlerdeki Ca arasında kimyasal ilişki gözlemlenmektedir. Asidik monomerler temel inorganik doldurucular ile kimyasal ilişki kurmakta ve asit-baz reaksiyonuna öncülük etmektedir (Vrochari et al., 2009). Bu aşama hidrofilitiyi artırır ve nem toleransı ile simanın dişe adaptasyonunu geliştirir. Neme tolerans, rutin uygulamalarda subgingival vakalarda önemli bir avantajdır. İyon salınan doldurucularla simanın reaksiyonu sırasında ve asidik fonksiyonel gruplarla olan reaksiyonda su tekrar kullanılmaktadır. Bu durum, simana hidrofobik matrikse dönüşüm ve flor iyonu salınımı şeklinde iki farklı avantajın eklenmesini sağlamaktadır (Türkmen et al., 2009; Cadenaro et al., 2010).

Self-adeziv rezin simanları diğer sistemlerle karşılaştıracak olursak, rezin modifiye cam iyonmer sistemler bazen sertleştikten sonra bile su varlığında hidrofilik monomerlerin kullanımı ile hala hidrofilik kalabilirler. Bu özellik su varlığında genişleme gibi bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca bu sistemlerde kullanılan monomerler daha az çapraz bağlanma yaptıklarından

daha küçük polimerik ürünler meydana getirirler. Kompomerlerde ise yüksek derecede çapraz bağlanma gerçekleşse de poliasidin cam doldurucularla reaksiyonu inhibe olur ve tam nötralizasyon kısıtlanır ve uzun dönemde hidrolitik proseslere yatkınlık artar. Bu sakıncalar self-adeziv simanda kullanılan son kimyasal stratejilerle elimine edilmiştir (3M ESPE Technical Product Profile, 2007).

Piyasada birçok ürün bulunmaktadır (Çizelge 1.4.). Bu ürünler iki pattan oluşan kendinden karıştırmalı şırınga veya kapsül formunda bulunmaktadır. Kompozisyonları, çalışma süreleri, renk çeşitleri ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Kapsül formları özel delici aparatı ile aktive edildikten sonra santrifüj yapan karıştırıcıda karıştırılarak uygulayıcı ile uygulanırlar. Üreticilere göre son zamanlardaki tüm self-adeziv rezin simanlar flor iyonu salınımı yapmaktadır. Hepsi radyoopak dual-cure materyallerdir. Seramik, kompozit, metal, inleyler, onleyler, köprüler, kronlar, postlar ve vidalar gibi indirekt restorasyonların adeziv simantasyonu için kullanımları uygundur (Behr et al., 2004; Radovic ve Vulicevic, 2008).

RelyX Unicem'de (3M ESPE, Seefeld, Germany) inorganik doldurucu miktarı ağırlıkça %72 civarındadır (Ferracane et al., 2011). RelyX Unicem'de ortalama doldurucu boyutu <12,5 µm'dur. Smartcem2'de (Dentsply, Konstanz, Germany) %95,8 cam doldurucu (3,8 µm) ve %4,2 aerosil (16 nm), doldurucu ağırlığı %69'dur (Doldurucu hacmi %40). Speedcem'de (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) doldurucu hacmi %40, doldurucu boyutu ise 0,1–7 µm'dur (Belli et al., 2009). Simanın rengini doldurucu partikülün rengi belirler ve çeşitli renk seçenekleri mevcuttur. Self-adeziv rezin simanların kullanımında diş dokusunun fosforik asitle pürüzlendirilmemesi, demineralizasyon bölgesi ve penetrasyon derinliğinin aynı olmasından

dolayı nano düzeyde bile sızıntı olmaması, smear tabakasının kaldırılmaması, dentin tübüllerinin açılmaması, dentin tübüllerinden sızacak düşük moleküler ağırlıkta asitlerin olmaması ve tek aşama olması ile çabuk ve kolay uygulama yapılması avantajlarından ötürü post operatif hassasiyet ihtimalinin azaldığı bildirilmiştir. Ancak, yine de bu konuda uzun dönemli klinik takipleri de içeren daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır (Ibarra et al., 2007).

Çizelge 1.4. Self-adeziv üniversal rezin simanlar (Radovic ve Vulicevic, 2008; Ferracane et al., 2011).

Ürün	Çalışma/Sertleşme Süresi	Renk	İçerik
BisCem (Bisco Inc, Schau ccmbrg, IL, USA)	22 °C'de 1 dk/6 dk	Transludent Opak	Bis(Hidroksietil metakrilat) fosfat, tetraetilen glikol dimetakrilat, cam doldurucular
Breeze (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA)	Bilgi mevcut değil	A2 Transludent Opak Beyaz	BisGMA, UDMA, TEGDMA, HEMA&4MET rezinlerin karışımı
Gcem (GC Corp, Tokyo, Japan)	2 dk/4 dk (Ağız ısısına göre)	A2, B1, Saydam, Opak	Toz: Floro -alümina silikat cam, başlatıcı, pigment Likit:4-MET, Fosforik asit ester monomer, su, UDMA, dimetakrilat, silika toz, başlatıcı, stabilize ediciler
Embrace WetBond resin cement (Pulpdent, Watertown, MA, USA)	Tamamen sertleşme 7 dk	Tek renk	Bilgi mevcut değil

Maxcem Elite (Sybron-Kerr, Orange, CA, USA)	Jel süresi: 2 dk Sertleşme süresi: 3 dk	Saydam, Beyaz Beyaz, Opak, Sarı, Kahverengi	Toz: Baryum alüminosilikat cam, floroalüminosilikat cam, nano-ytterbiyum florid, nonasilika Likit: GPDM monomer, mono-, di- and multi- metakrilat co- monomer, redoks başlatıcı sistem, kamferokinon bazlı fotobaşlatıcı
MonoCem (Shofu, Kyoto, Japan)	Sınırsız çalışma süresi anaerobik durumlarda 7 dk'da tamamen sertleşme	Transludent Bleach	Mono-, di- ve multi-fonksiyonel akrilat rezin, dual-başlatıcı, doldurucular
Multilink Sprint (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany)	Çalışma zamanı: 130±30 s Sertleşme zamanı: 270±30s	Transparan Sarı Opak	Dimetakrilat ve asidik monomerler, baryum cam doldurucular, ytterbiyum triflorid ve silikon dioksit.
RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	22°C'de 2 dk/5 dk	A1,A2, Transludent, Beyaz Opak, A3, Opak	Toz: Cam, silika, kalsiyum hidroksit, pigmentler, peroxy compound Likit: Metakrilat fosforik esterleri, dimetakrilat (bis-GMA/TEGDMA), asetat, stabilize ediciler, başlatıcılar
Speedcem(Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany)	Çalışma zamanı 150±30 sn Polimerizasyon zamanı 240±60 sn	Transparan Sarı Beyaz Opak	Dimetakrilatlar, metakrilat fosforik esterleri, kopolimer, başlatıcılar, katalizörler, caryum cam, ytterbiyum triflorür ve yüksek düzeyde dispers silika
SmartCem2 (Dentsply, Konstanz, Germany)	Çalışma zamanı 2 dk Polimerizasyon zamanı 3 dk	Transludent Light Medium Dark Opak	UDMA, di- ve tri-metakrilat rezinleri, fosforik asit modifiye akrilik rezin, floroalüminosilikat cam başlatıcılar, stabilize ediciler, bütillat hidroksil toluen, titanyum dioksit, hidrofobik silika

1.4. Diş Dokusuna Adezyon

Restorasyonların uzun dönem başarısı için kavite duvarları ve restoratif materyal arasındaki etkili adezyon önemlidir (Uludağ et al., 2009). Son yıllarda geliştirilen dentin bonding konseptleri smear tabakasını uzaklaştırma veya tamamen ortadan kaldırma üzerinedir. Bu adeziv sistemlerin uygulaması birkaç basamağa ve hassas çalışmaya ihtiyaç duymaktadır. Tükürük ve nefesin nemi yapışmayı bozabilmektedir. Uygun yapıştırma için kontaminasyonun kontrolü mümkün olmalıdır. Bu da en iyi şekilde rubberdam ile sağlanabilmektedir (Behr et al., 2004).

Simantasyonun başarısı siman tipinin yanında diş yüzeyinin durumuna bağlıdır. Birçok olguda, adezyon dentin ve mineye eş zamanlı yapışmaya bağlıdır. Bu durum, mikromekanik seviyede hidroksiapatit kristalleri ile mine çubukları arasında düşük viskoz yapıştırma ajanının bulunmasına izin veren asitlenmiş mine prizmalarını gerektirmektedir. Mineye ulaşan adeziv güçlerin değeri 18-25 MPa'dır. Dentine adezyonu sağlamak için, rezin siman kullanımı öncesinde diş yüzeyini çeşitli aşamalardan geçirmek gerekmektedir. Yapıştırma materyalinin tipine göre bu aşamalar, fosforik asitle pürüzlendirme, primer veya bondlamayı içermektedir. Yapıştırma stratejilerini tanımlamadaki karmaşıklığın yanında, yapıştırma polimerinin hidrofobik karakterine karşı ıslak dentin durumuna bağlı olan sorunlar sonuçlanmaktadır. Hidrofilik bifonksiyonel monomerler, örneğin HEMA dentine nemli uyum için kullanılmaktadır. Optimum adeziv simantasyon hibrid tabakası ile tag formasyonunu kuvvetli bir şekilde kilitlemelidir. Bununla beraber materyallerin klinik uygulamaları zaman alıcı ve teknik olarak duyarlıdır (Rosentritt et al., 2003).

İndirekt estetik restorasyonların bağlandığı üç tip diş yüzeyi bulunmaktadır: mine, dentin ve sement. Class II kavite preparasyonlarının, oklüzal ve aksiyal kenarları boyunca bağlanma yüzeyi olarak mine ön plandadır (Ferrari et al., 2001; s:98). Oklüzal kenarlardaki kalın mine tabakası adeziv yapıştırma materyalleri ile dayanıklı bir bağlantı kurmasını sağlamaktadır. Ancak, aksiyal duvarlar boyunca, mine çok daha incedir. Kavitelelerin hepsinde, dentin yüzeyi bölgelere göre farklı morfolojik özellikler göstermektedir. Kavitenin dış kenarlarından pulpaya doğru ilerledikçe, dentin kanallarının yoğunluğu ve büyüklüğü artar. Dentin ve sement kenarlarında hibridizasyon olduğunu göstermiş olsa da, servikal kenarın sınırlandırıcı 200-300 µm'lik bölümünde reçine uzantılarının bulunmaması, peritübüler dentin demineralizasyonu olmadığını göstermektedir. Servikal kenarın Class II preparasyonların örtücülük açısından en az güvenilir bölümü olduğu söylenebilir. Kısmen 150-400 µm kalınlığında sement tarafından oluşturulmuş olan dış bir tabaka, servikal kenarın mine-sement sınırının altında olduğu durumlarda bağlantının kalitesini etkileyebilir (Ferrari et al., 1997).

Dentin ve mine farklı maddelerdir. Dentin mineye göre daha az mineral içerirken, daha fazla organik su içeriği vardır. Bundan dolayı, dentine bağlanma mineye göre daha zordur ve yapışması daha az tatmin edicidir. Asitlenen intertübüler dentinin kollojen fibrilleri etrafında içindeki hidrofilik rezinlere difüzyon ile dentine koheziv bağlanma gerçekleşmektedir. Tekrarlayan çürükler ve bakteri mikrosızıntının önlenmesi için demineralize bölgenin tüm derinliğine tam penetrasyon gerçekleşmesi gereklidir (Arisu et al., 2008).

Self-adeziv rezin simanların mineye bağlantısı tam olarak anlaşılammamaktadır. Mineye adeziv bağlanma seramik inleylerin uzun dönem başarısı açısından çok önemlidir (Taschner et al., 2009). Diş yüzeyindeki kalsiyum iyonları ve self-adeziv simandaki fosforik asit metakrilatları arasında cam iyonomerlerdeki gibi karmaşık bir reaksiyon meydana geldiği düşünülmektedir. Fosforik asidin dentini hafifçe asitlemesi de mümkündür. Nötralizasyon sırasında açığa çıkan su simanın dış yüzeyini ıslatmasını sağlayabilmektedir. Resin monomerin smear tabakaya inter difüzyonu da bağlanmayı güçlendirebilmektedir. Bunlara dayanarak bağlanmayı olumsuz etkileyeceği için self-adeziv rezin simanın kullanımı sırasında dentin asitlemesinden kaçınılması gerektiği vurgulanmaktadır (Rosentritt et al., 2003).

1.5. Mikrosızıntı ve Belirleme Yöntemleri

Klasik tanımlamada mikrosızıntı, bakteri, oral sıvılar, moleküller veya iyonlar gibi maddelerin restoratif materyal ile diş dokuları arasından difüzyonudur (De Munck et al., 2005; Trajtenberg et al., 2008; Abd El Halim ve Zaki, 2011). Seramik inleylerde mikrosızıntı sonucu ortaya çıkan problemler marjinal renklenme, post-operatif hassasiyet ve tekrarlayan çürüklerdir. Restorasyonun kavite ile olan zayıf uyumu bu problemlerin başlıca sebeplerindendir (Romão et al., 2004). Bağlanma başarısızlıkları marjinal sızıntı ile sonuçlanır ve potansiyel sekonder çürüklere, bu çürükler tedavi edilmez ise pulpal patolojilere neden olmaktadır (Trajtenberg et al., 2008; Uludag et al., 2009; Abd El Halim ve Zaki, 2011).

Mikrosızıntının başlıca nedenleri:

- Diş yapısı ile restorasyon materyali arasında boşluk olması,
- Restorasyonların kenar uyumunun çözünürlük, termal genleşme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi gibi nedenlerden ötürü bozulması,
- Kullanılan restoratif tekniklerin hatalı uygulanmasıdır (Jacobsen, 1998, p:78).

Klinik olarak mikrosızıntı mekanik yorgunlukta (fatigue) meydana gelmektedir. Yorgunluk, dinamik yüklere maruz kalan yapılarda oluşan bir başarısızlık şeklidir ve stresten, restorasyon tasarımından, komponent yüzeyinin durumu ve konfigürasyonundan ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Tekrar eden kuvvetler sonucunda oluşan yorgunluk; mikro çatlaklara ve diş-restorasyon arasındaki yüzeyde adeziv başarısızlığa yol açmaktadır (Jung et al., 2007). Mikrosızıntının klinik değerini anlamak, dentinin geçirgenlik karakterini bilmemizle ilişkilidir. Diş preparasyonu esnasında ne kadar çok dentin açığa çıkarılırsa, mikrosızıntı ihtimali de o oranda artar (Karadağ, 2005).

Restorasyonların marjinal sızıntısını değerlendirmek amacıyla in vivo ve in vitro olmak üzere bir çok teknik geliştirilmiştir (Uludağ et al., 2009). İn vivo olarak, ağız ortamında bulunan restorasyonun kenarlarının görünürdeki durumu, renk değişiklikleri, radyolojik görüntü ve sivri uçlu bir sond yardımıyla bölgenin kontrol edilmesi ile elde edilen verilerin farklı değerlendirme kriterleri kullanılarak karşılaştırılması şeklinde yapılabilir (Llyold et al., 1985; Kocabalkan, 1993). İn vitro olarak kenar sızıntısının belirlenebilmesi amacıyla kullanılan pek çok yöntem vardır.

1.5.1. Radyoaktif İzotop Yöntem

Sızıntı belirleme yöntemlerinden birisi radyoaktif izotop kullanılmasıdır. İzotop kullanımı çok ufak sızıntıların tespitine olanak sağlar (Chalton ve Moore., 1992). En küçük boya partikülü 120 nm iken, bir izotop 40 nm ebatlarındadır. En sık kullanılan izotoplar Ca45, Na22, I131, C14 dur (Karadağ, 2005). Radyoizotop yöntemi uygulanan örneklerde, radyoizotopların restorasyon ile dış dokusu arasından geçişi çekilen radyografilerle gösterilir (Chalton ve Moore., 1992).

1.5.2. Elektrokimyasal Analiz

Yöntem, iki metal parçasının bir elektrolit içine daldırıldığında ve dışarıdaki bir güç kaynağına bağlandığında bu iki metal arasında bir elektrik akımı oluşturması esasına dayalıdır. Kullanılan elektrolit fizyolojik salindir (Pradelle-Plasse et al., 2004). Bu yöntem daha çok kök kanalındaki sızıntıların ölçümünde kullanılmaktadır (Ayyıldız ve ark., 2009).

1.5.3. Bakteriyel Sızıntı

Son yıllarda bu teknikle yapılan çalışmalarda yapay bakteri ortamı sağlanmaktadır. Ancak, bu ortam gerçek bakteriyel geçişi tam olarak göstermemektedir. Yöntem, restorasyonların kenarından sızan bakteri toksinleri ve diğer bakteri ürünlerinin incelenmesi esasına dayanmaktadır. Bakteri sızıntısı için, kavite duvarlarıyla restorasyon materyali arasındaki açıklığın 0,5-1 µm arasında olması gerekmektedir. Daha küçük aralıklar bakteri toksinlerinin ve diğer bakteri ürünlerinin geçmesine izin vermezler. Bu da bu yöntemin en önemli dezavantajıdır (Taylor ve Lynch., 1992).

1.5.4. Kimyasal Ajanların Kullanılması

Bu yöntemde çoğunlukla iki renksiz bileşen kullanılarak, bunların reaksiyona girmeleriyle opak bir görüntü elde edilmektedir (Taylor ve Lynch., 1992). Fotoğraflama tekniklerinde gümüş tuzları en çok tercih edilen işaretleyicilerdir. Bunlar içinde en çok %50'lik gümüş nitrat tuzu kullanılmaktadır (Powis et al., 1988).

1.5.5. Basıncılı Hava Kullanımı

Sızıntı çalışmalarında çok eski yıllarda kullanılan bir yöntemdir. Kök kanalı ve pulpa odası boyunca dış içine basınçlı hava uygulanıp, statik sistem içinde kaybolan basıncın ölçülmesi esasına dayanan mikrosızıntı ölçüm yöntemidir (Ayyıldız ve ark., 2009).

1.5.6. İnsan Serumu Sızıntısı Yöntemi

Bu ölçüm yönteminde, kök kanal tedavisi yapılarak apikal üçte biri doldurulan kanalların köklerine ayrı ayrı radyoaktif C insan serumu albümini enjekte edilerek, köklerin 3-4 mm'lik apikal kısımları fizyolojik insan serum albümini içerisine batırılır. Belli bir zamandan sonra kaptaki bulunan solüsyonun 5 ml'si geri çekilerek beta spektrometresinde oluşan sızıntının miktarı ölçülerek değerlendirilir (Heikel et al., 2000).

1.5.7. Scanning Electron Microscopy (SEM) Analizi (Taramalı elektron mikroskop analiz yöntemi)

Bu yöntemle, iki yüzey arasında oluşan bağlantıda yüzeyler arasında mevcut bulunan mesafeyi ölçmek mümkündür. Aynı zamanda restoratif materyalin özelliklerini de tanımlayabilmek söz konusudur. Diğer sızıntı çalışmalarıyla beraber uygulandığında sonuçların karşılaştırılmasında ancak kısmi bir bağlantı kurulabilmektedir. Bu yöntemin dezavantajlarından biri, kesit alınarak oluşturulan yüzeylerde kesit alma esnasında yaratılabilecek boşlukların yanılığa yol açmasıdır (Taylor ve Lynch., 1992).

1.5.8. Nötron Aktivasyon Analizi

Bu teknik, mikrosızıntının in vitro ve in vivo ölçülebilmesine olanak sağlar. Restore edilmiş dişlerin non-reaktif mangan tuzunun aquoz solüsyonuna konması esasına dayanır. Dişin dış yüzüne yapışan tuz toplanır ve tüm diş bir nükleer reaktörün çekirdeğine yerleştirilir. Nonreaktif Mn⁵⁵'in aktive olması sağlanır. Diş tarafından emilen manganezin ölçümü ile sonuç alınır. Bu metodun sonuçlarının kantitatif ve bazı dezavantajlarının olduğu gösterilmiştir. Bunlar, tekniğin pahalı olması ve karmaşık olmasıdır (Douglas et al., 1980; Karadağ et al., 2005).

1.5.9. Boyama Yöntemi

Mikrosızıntı ölçümünde en çok tercih edilen, doğrusal analiz yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde, kenar sızıntısının tespit edilebilmesi için özel boyalar kullanılmaktadır. Bu amaç için kullanılan boyalar, solüsyon veya farklı boyutlarda partikül içeren süspansiyonlar şeklindedir (Johnson

ve Zakariasen, 1983). Sızıntı çalışmalarında dentinin boyanması ile kavite duvarı ve restorasyon materyali arasındaki boşluğun boyanması ayırt edilebilmektedir (Taylor ve Lynch, 1992).

Boya penetrasyonu çalışmalarında floresan %20, akridin turuncusu %0,01, toluidin mavisi %0,25 eritrosin %2, kristal violet %0,05, bazik fuksin %0,5-%2, gümüş nitrat %50, anilin mavisi %2, metilen mavisi %0,2-%2 gibi çeşitli solüsyonlar ve konsantrasyonları kullanılmış olup bunlar arasında en çok tercih edilen boya solüsyonu %2'lik metilen mavisidir (Williams et al., 2002). Boya penetrasyonu adezyon kaybını belirlemede çok sık kullanılan bir yöntemdir (Uludag et al., 2009). Birçok yazar penetrasyon ajanı olarak %0,5'lik bazik fuksin kullandıklarını yazmışlardır. Diğer metodlar olan gümüş nitrat veya radyoaktif maddeler kullanılarak yapılan testler zaman alıcı ve bu malzemelerin kullanımı zor olduğu için rutinde kullanılmamaktadır (Schmalz et al., 1995; Uludag et al., 2009).

Bu çalışmanın amacı yapım teknikleri farklı olan üç farklı yapıdaki seramik inlemin üç farklı self-adeziv rezin siman kullanarak yapıştırılmasının ardından ortaya çıkan mikrosızıntı sonuçlarını değerlendirmektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Üç farklı self-adeziv rezin siman ile yapıştırılan yapım teknikleri farklı seramik inleyler termosiklus (ısı döngü) ve mekanik yüklemeler sonrası mikrosızıntı yönünden in vitro olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla kullanılan seramik inleyler Turkomcera, IPS e.max Press ve CEREC 3 ile hazırlanmıştır. Bu inleyler RelyX Unicem, Speedcem ve Smartcem2 self-adeziv simanları ile yapıştırılmıştır.

2.1. Örneklerin Hazırlanması

2.1.1. Dişlerin Seçimi

Bu çalışmada çürüksüz ve restorasyonsuz 90 adet alt üçüncü büyük azı dişi kullanıldı. Aynı ortamda benzer sürelerde saklanıp, gruplar rastgele seçildi. Çekimi takiben, kullanılabildiği kadar dişler %0,5'lik timol solüsyonu içinde bekletildi.

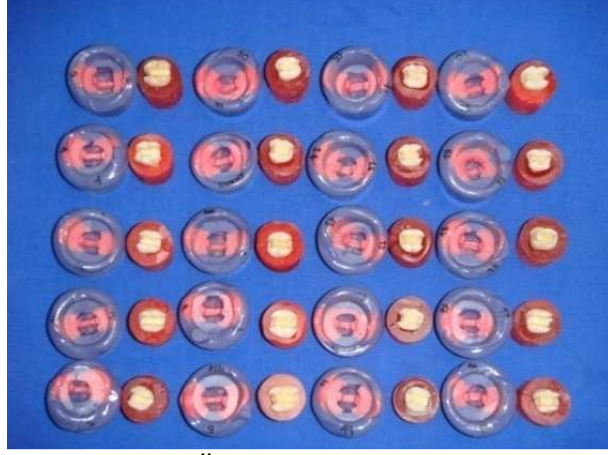
Dişlerin üzerindeki tartırlar, tüm sert ve yumuşak doku artıkları uzaklaştırıldıktan ve pomza ve fırça yardımıyla temizlendikten sonra, dişler 25 mm boyunda ve 20 mm çapındaki bir lastik kalıp içine, mine sement sınırı kalıp seviyesinin 2 mm üzerinde kalacak şekilde, paralelometre vasıtasıyla dikey doğrultuda otopolimerizan akrilik rezin (Palavit®G Cold-Curing Resin, Heraeus, Kulzer GmbH&Co., Almanya) içine gömülmüştür (Şekil 2.1.). Ara aşamalar arasında dişler oda sıcaklığında distile su içinde bekletilmiştir.



Şekil 2.1. Akril blokları hazırlanmış bir grup diş.

2.1.2. Kavite Preparasyonu

Dişler üzerinde, inley preparasyon frezleri (Inlay&Crown Preparation Kit 11312, Diatech, Coltene, Altstätten, İsviçre) (Şekil 2.2.) kullanılarak, gingival bitiş çizgisi bir tarafta mine-sement sınırının 1 mm servikalinde, diğer tarafta 1 mm gingivalinde sonlanacak şekilde MOD inley kaviteleri hazırlandı (Şekil 2.3.). Kaviteler oklüzal derinliği 3 mm, bukkolingual yönde oklüzal genişliği 4 mm (Frakenberger et al., 2008; Uludag et al., 2009), proksimal kutularda 5 mm (Uludağ et al., 2009) ve basamak derinliği pulpal yönde 2 mm (Ferrari et al., 2003; Öztürk et al., 2007; Frakenberger et al., 2008) olacak şekilde hazırlandı. Elmas frezler üzerine çizilmiş milimetrik rehber çizgiler ve periodontal sond kavite derinliğinin belirlenmesinde kullanıldı. Kavite iç yüzey açıları yuvarlatıldı, kenarlara bizotaj yapılmadı (Frakenberger et al., 2008).



Şekil 2.4. Ölçüleri alınmış bir grup diş.

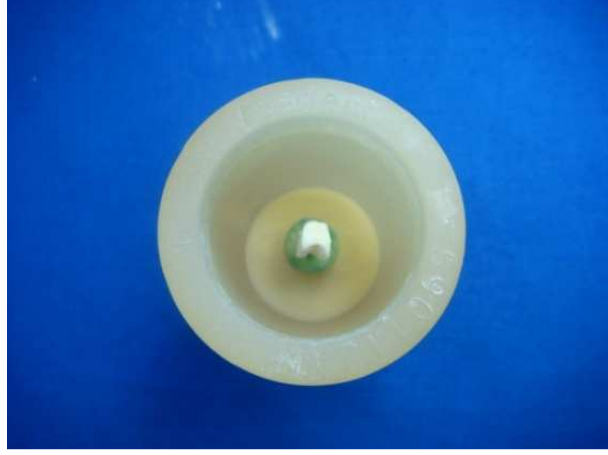
2.1.3. IPS e.max Press İncelemlerin Hazırlanması

Aşağıdaki işlemler sırasıyla uygulandı:

- Alçı modellerin kavitesine tek kat "spacer" uygulandı.
- İncelemler mumları kullanılarak restorasyonların mum yapıları elde edildi.
- Mum yapıları 3 mm kalınlığında 5 mm uzunluğunda tij bağlandı.
- Tijleri bağlanan mum modelajların daire şeklindeki plastik kaide üzerine bağlantısı yapıldı (Şekil 2.5.).
- Daha sonra IPS silikon manşet plastik kaide üzerine yerleştirildi (Şekil 2.6.).



Şekil 2.5. Plastik kaide üzerine tijlenmiş mum modelaj.



Şekil 2.6. IPS Silikon manşet.

- IPS PressVEST rövetmanı ve likiti 60 s vakumlu karıştırıcıda karıştırıldı.
- IPS PressVEST Speed rövetmanı plastik manşet hizasına kadar dikkatlice ve yavaşça rövetmanla dolduruldu ve üzeri plastik kapak ile kapatıldı.
- Rövetmanın sertleşmesi için oda sıcaklığında 60 dk beklendi ve sertleştikten sonra plastik kapak ve plastik kaide döndürülerek çıkarıldı.
- Rövetman manşet IPS silikon manşet içinden dikkatlice çıkarıldı.
- Döküm silindirin tabanındaki düzensizlikler alçı bıçağı ile düzeltildi.
- Döküm silindiri döküm fırınında 850°C'ta 45 dk bekletildikten sonra ve mum eritme işleminin ardından fırından çıkarıldı. IPS e.max Press ingotlara ve alüminyum oksit pistonu ön ısıtma işlemi uygulanmadı. Sıcak döküm silindirine soğuk ingotlar ve alüminyum oksit piston yerleştirildi (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Sıcak döküm silindirine soğuk ingotlar ve alüminyum oksit pistonun yerleştirilmesi.

- Döküm silindiri ısıtılmış olan Ivoclar Vivadent EP 600 fırınına yerleştirildi (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Ivoclar Vivadent EP 600 fırını.

- Fırında ilk sıcaklık 700°C 'dan başlayarak dakikada 60°C artışla sıcaklık 915°C 'a ulaşıldıktan sonra 15 dk beklendi ve basınç altında seramik materyali döküm boşluğuna preslendi.
- İşlemin tamamlanmasının ardından döküm silindiri fırından çıkartılarak oda sıcaklığında soğutulmaya bırakıldı.

- Preslenmiş örneklerin tijleri diskler yardımıyla kesildi (Stappert et al., 2008).
- Dökümü yapılan restorasyonlar 2 bar basınç altında 50 µm'lık alüminyum oksit ile pürüzlendirildikten sonra glaze işlemi yapıldı.
- Hazırlanan inleylerin dişlere olan uyumu, ince kıvamlı/akıcı silikon ölçü materyali (Speedex, Coltene, Altstätten, İsviçre) ile inleylerin iç yüzeylerinde ince bir tabaka ölçü materyalinin kalmasına dikkat edilerek kontrol edildi ve uyumu iyi olmayanlar yenilendi.

2.1.4. Turkom-cera İnleylerin Hazırlanması

Aşağıdaki işlemler sırasıyla uygulandı:

- Alçı modellerin kavitesine tek kat "spacer" uygulandı.
- Fırça yardımı ve yığma tekniği kullanılarak porselen day üzerinde şekillendirildi.
- Yığılan porselen kurumaya bırakıldı.
- Porselen 400°C'ta kurutmadan sonra kavite içinden çıkarıldı.
- Hazırlanmış olan porselen Lectra porselen fırınına yerleştirildi (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Lectra porselen fırını.

- Fırında başlangıç sıcaklığı 600°C olan ön kurutmada 4 dk vakumsuz bekletildi. Daha sonra dakikada 90°C ısı artışı gerçekleşerek yine vakumsuz sıcaklık 1050°C'a ulaşıncaya bu sıcaklıkta 5 dk sinterleme işlemi gerçekleştirildi.
- Sinterleme işleminden sonra kole uyumları kontrol edildi.
- Daha sonra cam infiltrasyonu sırasında camın likitini emmemesi için üretici firmanın tavsiyesine uygun olarak separatör kullanıldı (Şekil 2.10.).



Şekil 2.10. Camın likitini emmemesi için uygulanan separatör.

- Cam infiltrasyonu için yine 600°C'ta 4 dk ön kurutma yapıldı. Vakum başlangıç ısı 600°C olmak üzere dakikada ısı artışı 100°C'a ayarlandı. Sıcaklık 1150°C'a ulaşana kadar 20 dk vakumlu pişirme gerçekleştirildi. 1150°C'ta vakumsuz 20 dk pişirme gerçekleştirildi ve porselen fırından çıkarıldı.
- Fazla cam kristalleri elmas frezlerle uzaklaştırıldı (Şekil 2.11.).



Şekil 2.11. Fırından çıkmış fazla cam kristalleri uzaklaştırılmamış porselen örnek.

- Soğuduktan sonra, 50 µm alüminyum oksit ile 2 atm basınçla pürüzlendirme yapıldıktan sonra 930°C'ta 1,30 dk cam kusturma işlemi ve sonrasında 930°C'ta yaklaşık 1 dk glaze işlemi gerçekleştirildi.
- Hazırlanan inleylerin dişlere olan uyumu, ince kıvamlı/akıcı silikon ölçü materyali (Speedex, Coltene, Altstätten, İsviçre) ile inleylerin iç yüzeylerinde ince bir tabaka ölçü materyalinin kalmasına dikkat edilerek kontrol edildi ve uyumu iyi olmayanlar yenilendi.

2.1.5. CEREC-3 İnleylerin Hazırlanması

Aşağıdaki işlemler sırasıyla uygulandı:

- İnley kavite preparasyonu bitirilen örnek taramaya uygun hale getirilmek için, sistem içinden çıkan toz pudra (CEREC Powder, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ile kaplandı (Şekil 2.12.).



(a)



(b)

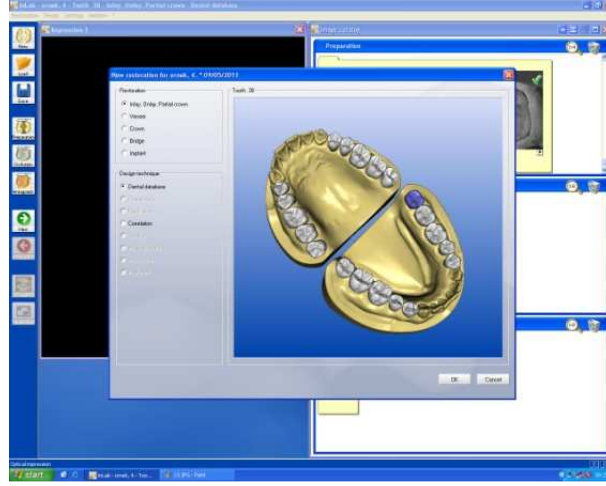
Şekil 2.12. Cerec toz pudra (a) ile inley kavitesinin (b) kaplanması.

- Optik tarayıcı ile pudralanmış preparasyonun distalinden ve oklüzalinden iki adet görüntüsü alındı (Şekil 2.13.).



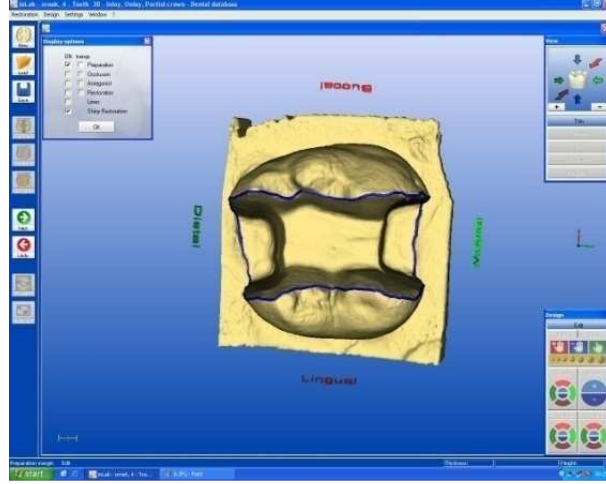
Şekil 2.14. Tasarım bilgisayarı.

- Programdan dişin sağ, sol ayrımı yapıldı (Şekil 2.15.).



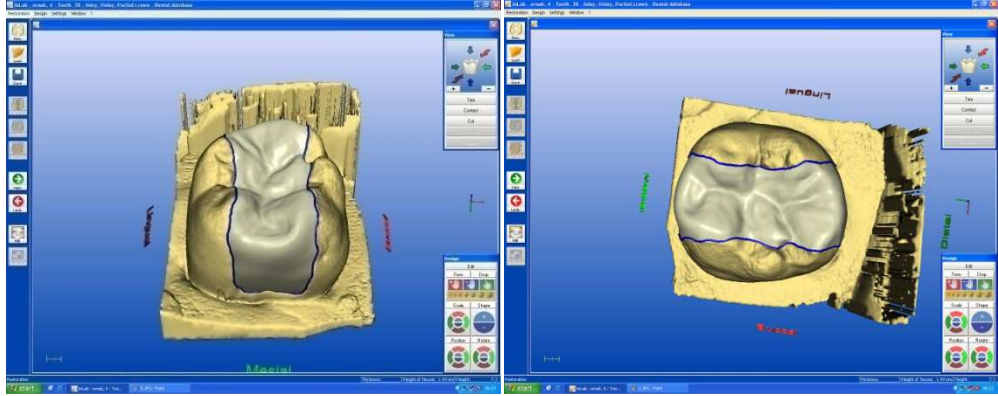
Şekil 2.15. Dişlerin sağ, sol ayrımının yapılması.

- Programdan day spacer ve siman aralığı miktarı her diş için 20 μ m olarak belirlendi.
- Gelişmiş bir tasarım programı olan CEREC 3D yazılımı ile preparasyon sınırları belirlendi ve uygun restorasyon tasarımı hazırlandı (Şekil 2.16.).



Şekil 2.16. Programda preparasyon sınırlarının belirlenmesi.

- Hazırlanan tasarım freze ünitesine aktarıldı (Şekil 2.17.).



(a)

(b)

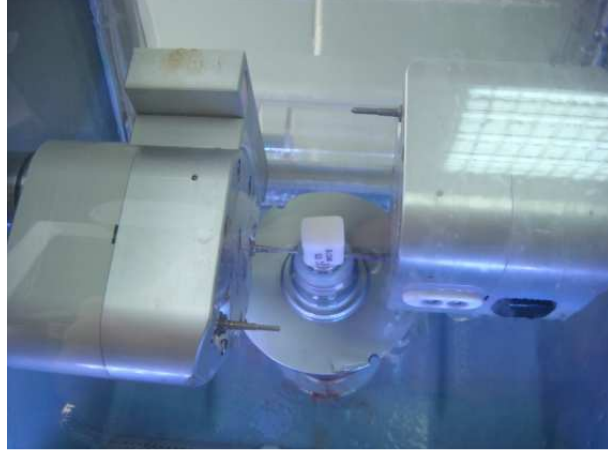


(c)

(d)

Şekil 2.17. Tasarımın freze ünitesine aktarılmadan önceki görüntüleri(a,b,c,d).

- Uygun boyutta seçilen seramik blok şekillendirme ünitesine yerleştirildi (Şekil 2.18.).



Şekil 2.18. Seramik bloğun şekillendirme ünitesine yerleştirilmiş hali.

- Restorasyon freze ünitesinde Vitablok Mark II özel bloklardan (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) 5-12 dk arasında oluşturuldu (Şekil 2.19.).



Şekil 2.19. (a) Blokların freze ünitesine yerleştirilmesi (b) Freze sonrası elde edilen örnekler.

- Kısa süren tesviye polisaj işlemlerinden sonra hazır olan restorasyonun dişe olan uyumu, ince kıvamlı/akıcı silikon ölçü materyali (Speedex, Coltene, Altstätten, İsviçre) ile inleylerin iç yüzeylerinde ince bir tabaka ölçü materyalinin kalmasına dikkat edilerek kontrol edildi ve uyumu iyi olmayanlar yenilendi.

2.2. Simantasyon

Laboratuvar işlemleri biten seramik örnekler, üç farklı simanla yapıştırılmak üzere 30'ar örnekten oluşan üç gruba ayrıldı. Daha sonra her siman grubu için de 10 örnekten oluşan 3 grup simante edilmek üzere ayrıldı. Yapıştırma öncesinde inleyler öncelikle üretici firmalarının tavsiye ettiği şekilde hazırlandı ve simante edildi. Simantasyon sırasında örneklere 1 kg statik yük uygulandı (Şekil 2.20.).



Şekil 2.20. Simantasyon sırasında 1 kg statik yük uygulanması.

2.2.1. İnleylerin Simantasyon için Hazırlanması

Simantasyon için hazır olan inley, ultrasonik banyoda distile su ile temizlendikten sonra yuvarlak uçlu bir el aletine sirkolan yardımıyla tutturuldu. IPS e.max Press inleylerin iç yüzeyi %5'lik hidroflorik asit (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ile 20 s süre ile pürüzlendirildikten sonra, 30 s basınçlı su ile yıkanıp, 60 s hava ile kurutuldu. Restorasyon iç yüzeyine silan (Monobond Plus, Ivoclar-

Vivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulanıp, bir dakika süre ile kurumaya bırakıldı (Toman ve ark., 2008). Turkom-cera inleylerin iç yüzeyi 50 µm'lık alüminyum oksit toz ile pürüzlendirildi (Blatz et al., 2003). CEREC-3 Vitamark II bloklar ile hazırlanan inleylerin iç yüzeyi %5'lik hidroflorik asit (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ile 20 s süre ile pürüzlendirildikten sonra, 3 bar basınçlı su ile yıkanıp, 60 s hava ile kurutuldu. Restorasyon iç yüzeyine silan (Monobond Plus, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulanıp, 1 dk süre ile kurumaya bırakıldı (Şekil 2.21.).



Şekil 2.21. IPS Empress Etching Jel ve Monobond Plus.

2.2.2. Rely X Unicem ile Simantasyon

RelyX Unicem (3M ESPE) yapıştırma öncesinde asit ve primer uygulamasını gerektirmemektedir. Siman kapsülü sistem aktivatörüne yerleştirildi ve aktivatör kolu 2-4 s basılı tutularak açıldı (Şekil 2.22.). Daha sonra amalgam karıştırıcısında 15 s karıştırıldı. Kapsül karıştırıldıktan sonra uygulayıcısına (Aplicap Applier, 3M ESPE, Seefeld, Germany) takıldı. Siman daha önce hazırlanmış seramik inleyin iç yüzeyine eşit ve düzgün olarak dağıtıldı ve restorasyon dişe hafif bir basınçla yerleştirildi. 1 kg'lık statik yük uygulandı

ve 2 dk beklendi. Fazla siman jel durumunda iken uzaklaştırıldı. Siman 5 dk kendiliğinden polimerizasyona bırakıldı.



Şekil 2.22. RelyX Unicem, sistem aktivatörü ve uygulayıcısı.

2.2.3. Smartcem2 ile Simantasyon

Bu siman yapıştırma öncesinde asit ve primer uygulamasını gerektirmemektedir. Uygulama öncesinde enjektöre yeni bir otomatik karıştırma ucu takıldı. SmartCem2'yi (Dentsply International) (Şekil 2.23.) otomix enjektörden sıkarak arzu edilen miktar direkt olarak önceden hazırlanmış seramik inleyn iç yüzeyine eşit ve düzgün bir şekilde dağıtılarak restorasyon dişe hafif bir basınçla yerleştirildi. 1 kg'lık statik yük uygulandı ve 2 dk beklendi. Fazla siman jel durumunda iken uzaklaştırıldı. Siman 5 dk kendiliğinden polimerizasyona bırakıldı.



Şekil 2.23. Smartcem2 self-adeziv rezin siman.

2.2.4. Speedcem ile Simantasyon

Bu siman yapıştırma öncesinde asit ve primer uygulamasını gerektirmemektedir. Uygulama öncesinde enjektöre yeni bir otomatik karıştırma ucu takıldı. SpeedCem'i (Ivoclar Vivadent) (Şekil 2.24.) otomix enjektörden sıkarak arzu edilen miktar direkt olarak önceden hazırlanmış seramik inleyn iç yüzeyine eşit ve düzgün bir şekilde dağıtılarak restorasyon dişe hafif bir basınçla yerleştirildi. 1kg'lık statik yük uygulandı ve 2 dk beklendi. Fazla siman jel durumunda iken uzaklaştırıldı. Siman 5 dk kendiliğinden polimerizasyona bırakıldı.



Şekil 2.24. Speedcem self-adeziv rezin siman.

2.3. Restorasyonların Bitirilmesi

Restorasyon kenarlarında bitirme işlemleri porselen veneer kit (Porcelain Veneer Kit, Edenta, Switzerland) bitirme frezleri, lastikleri ve bitirme diskleri (Sof-lex discs, 3M, Minneasota) ile yapıldı (Krifka et al., 2009).

2.4. Termal Siklus ve Mekanik Yükleme

Örneklerin tümü 37°C'de distile su içinde 24 saat bekletildi (Rosentritt et al., 2003; Uludağ et al., 2009) ve 5°C ve 55°C'lik banyo solüsyonlarında her bir banyo solüsyonunda bekleme süresi 30 s olmak üzere toplam 1000 devirlik termal siklus işlemi (Trajtenberg et al., 2008; Uludağ et al., 2009) uygulandı (Şekil 2.25.). Termal siklustan sonra örnekler 10'arlı gruplar halinde aksiyel yönde santral fossalarından yaklaşık 5 mm çapındaki çelik küre ile yaklaşık 50 N kuvvet ve 1,6 Hz frekansta 100,000 kez (Frakenberger et al., 2008; Uludağ et al., 2009) yüklendiler. Dişler akril içine gömülmeden önce periodonsiyumu taklit etmek amacıyla 2 kat (yaklaşık 1 mm) alüminyum folyo ile kök yüzeyleri kaplandı. Daha sonra akril içindeki boşluk polieter ile dolduruldu. Deney sulu ortamda sürdürüldü. Ortamın sıcaklığı, cihaza bağlı ısıtıcı ile deney süresi boyunca 37 °C'de sabitlendi. Her grubun mekanik yükleme deneyi 17 saat sürmüştür.



Şekil 2.25. Termosiklus cihazı.

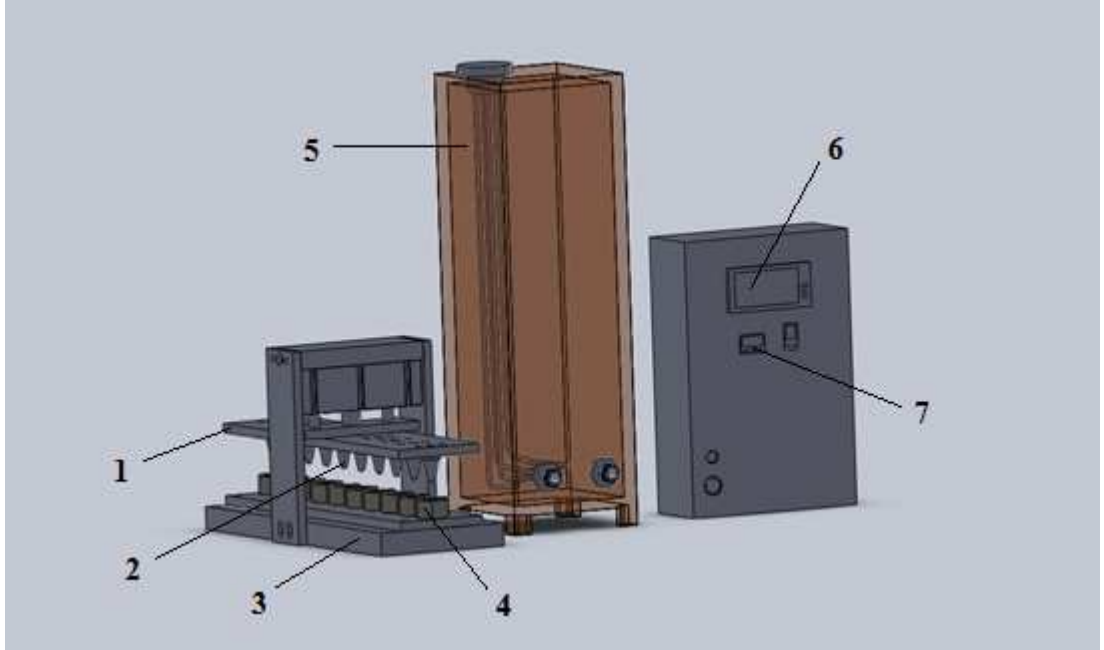
2.5. Mekanik Yükleme Cihazı

Bu çalışmada mekanik yüklemde kullanılan deney düzeneği, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda bulunmakta ve mekanik yükleme deneyleri bu laboratuvarında yapılmıştır. Daha önce bu laboratuvarında kurulmuş olan deney düzeneğine sıcaklık kontrol ünitesi eklenmiş ve krom kaplanmıştır (Şekil 2.26.). Bunlar için gerekli malzemeler Ankara Üniversitesi Geliştirme Derneği tarafından desteklenerek temin edilmiş ve deney düzeneğinin mekanik aksamaları Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Bölümü Talaşlı Üretim Anabilim Dalı atölyelerinde yeniden yapılandırılmıştır. Deney düzeneğinin ihtiyacı olan tahrik kaynağı olarak basınçlı hava kullanılmıştır. Deney düzeneğindeki mekanik elemanlar takım tezgahında işlendikten sonra taşlanmış ve daha sonra krom kaplanmıştır.



Şekil 2.26. Mekanik yükleme cihazı.

Sistemin elektronik kontrol kısmında PLC (Programmable Logic Control), Dokunmatik Ekran (Touch Panel) ve Sıcaklık Kontrol Ünitesi kullanılmıştır (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. Mekanik yükleme cihazının şematik görüntüsü.

1: Taşıyıcı Gövde, 2: Bilye Tutucu Gövde, 3: Alt Gövde, 4: Örnek Yuvası, 5: Akışkan Deposu, 6: Dokunmatik Ekran, 7: Sıcaklık Kontrol Ünitesi

2.5.1. Sistemin Çalışma Şekli

Kompresörden gelen basınçlı hava, şartlandırıcıya girerek burada sistemde kullanılabilir hale gelmektedir. Çalışma esnasında sistemdeki basınç, şartlandırıcı üzerinde 5 bar'a ayarlanmıştır; fakat basınç ölçerden okunan değer 2,7 bar'dır. Düzenlenmiş hava buradan yön kontrol valflerine gitmektedir. Buradan çıkan basınçlı hava silindire giderek süreci tamamlamaktadır. Silindir üzerinde bulunan konum sensörleri silindirin çalışma aralığını (stroke) ayarlamamıza yardımcı olmaktadır. Sistemde dokunmatik ekran (LCD panel) ve kontrolcü (PLC) kullanılmıştır. Sistemin mantıksal olarak işleyişi tamamen PLC üzerinde olmakta ve deney girişlerinin yapılması, sonuçların görülmesi tamamen LCD panel üzerinde olmaktadır. Sistemde, deney sürecinde, deney numuneleri akışkan içerisinde deneye tabi tutulmaktadır. Deney aşamasında kullanılan akışkan, elektrikli rezistansla ısıtılmakta ve pompa ile devir daim yaptırılmaktadır. Devreden çıkan basınçlı hava mekanik sistem üzerinde bulunan silindire etki ederek silindiri aşağı ve yukarı hareket ettirir, burada oluşan kuvvet diş sayısına bölünerek (yayılan kuvvetler prensibi) etki eden kuvvet bulunur:

$P = \text{Toplam Basınç}$

$F = \text{Toplam Kuvvet}$

$F_{diş} = \text{Bir diş etki eden kuvvet}$

$A = \text{Silindir Alanı}$

$D = \text{Silindir Çapı}$

$$\eta = \text{Verim}$$

$$F = P.A. \eta$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100.000 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ Newton/ metre}^2 = \text{kgm/s}^2\text{m}^2$$

$$P = 2,7 \text{ bar}$$

$$A = \pi.D^2 / 4 = 3,14 \times 50^2 / 4 = 1962,5 \text{ mm}^2$$

$$\eta = 0,9 \text{ kabul edildi}$$

$$F = P.A. \eta$$

$$F = 2,7 \times 100.000 \times 0,0019625 \times 0,9$$

$$F = 476,8875 \text{ N}$$

$$1 \text{ diş etki eden kuvvet} = F / \text{örnek sayısı}$$

$$F_{\text{diş}} = F / 10 = 476,89 / 10 = 47,7 \text{ N}$$

2.5.2. Mekanik Yükleme Cihazının Parçaları

2.5.2.1. Basınç Düzenleyici

Pnömatik sistemlerde bakımı düşünüldüğünde, vazgeçilmez elemanlardan birisi de basınç düzenleyicidir. Basınç düzenleyici, elde edilen basınçlı havanın kontrol elemanları ve iş elemanlarına zarar vermemesi için kullanılan bir elemandır. Basınçlı hava filtresi, basınç kontrol valfi, yağlayıcı, filtre gibi elemanlardan oluşmaktadır. Basınç düzenleyici, basınçlı hava üretim ve tüketim üniteleri arasında bulunmaktadır. Kompresörden gelen basınçlı hava içerisinde bulunan katı maddeler, toz, curuf, pas parçacıkları, boru hatlarındaki pisliklerin tutulmasına yardımcı olmaktadır. Basınçlı havanın hazırlanması, basınçlandırılmış havayı tüketen elemanlara, kompresörler tarafından sağlanan havanın bu elemanların kullanımına uygun hale getirilmesi demektir. Basınçlı havanın hazırlanmasında başlıca filtreleme, basıncı regüle etme ve yağlama gibi aşamalardan geçmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan basınç düzenleyici (LFR-D-M101-1 (186484), FESTO, Esslingen-Berkheim, Germany) bir şartlandırıcıdır. Bu şartlandırıcı, basınç sınırlama valfi, filtre gibi temel elemanlardan oluşmaktadır. Çalışmada çıkış basıncı 6 bar'a ayarlanmıştır. Çalışma esnasında sistemdeki basınç, şartlandırıcı üzerinde 5 bar'a ayarlanmıştır.

2.5.2.2. Elektropnömatik Valf

Valfler; pompa, kompresör veya vakum pompası gibi elemanlar tarafından üretilen basınçlı havanın akışını başlatma, durdurma veya yön değiştirme yönünden kumanda veya kontrolü sağlayan elemanlardır. Bir konum valfi; basınçla, mekanik olarak ve/veya elektrik sinyali ile kontrol edilebilmektedir.

Bir valfin tetiklenme şekli, kapasitesi, kumanda hattının uzunluğu gibi etkenlere bağlı değil, tetikleme süresi ve mekanik durumlara göre değişir. Tetikleme sürecinde, işaret elemanı olarak yaklaşım şalterleri, algılayıcılar (sensör) gibi elemanlar kullanılmaktadır. Konum değiştirmesini elektrik bobini yardımı ile mıknatıs etkisini oluşturan valflere selenoid valfler denir. Atmosfere bırakılan (egzos) basınçlı hava, basınca ve akış hızına bağlı olarak rahatlar, özellikle kapalı hacimlerde gürültüye sebep olmaktadır. Bu gürültüyü susturucu ortadan kaldırmaktadır.

Bu çalışmada 4 adet elektropnömatik valf (MHE-MS1H-372G-M7, FESTO, Esslingen-Berkheim, Germany) kullanılmıştır. Valfin çalışma basıncı -0,9 ile 8 bar olmasına rağmen 5 bar'da çalışılmıştır. Kullanılan valf 3 yollu ve 2 konumludur (3/2); fakat bu çalışma için tasarlanan devre için bu valflerin 3 nolu yolu kapatılarak 2 yollu ve 2 konumlu valf olarak kullanılmıştır (2/2). Valfin üzerine yine susturucu (UC-M7-50, FESTO, Esslingen-Berkheim, Germany), hızlı bağlantı rekoru (QSML-M7-4-100, FESTO, Esslingen-Berkheim, Germany) ve kör tapa (QSC-F-10H, FESTO, Esslingen-Berkheim, Germany) kullanılmıştır (Deppert ve Stoll, 1994; Parr, 1994).

2.5.2.3. Silindir

Silindir, pnömatik endüstrisinde görev yapan önemli bir elemandır. Silindirlerin görevi lineer hareket yapmaktır. Silindirin lineer hareketi mekanik yöntemlerden yararlanarak sınırlı bir dönel ve/veya salınımlı harekete dönüşebilir. Silindir aracılığı ile basınçlı havadaki statik enerji mekanik işe dönüşür. Endüstride kullanılan silindirlerin piston hızları

ortalama 0,05 ile 1 m/s civarındadır. Çalışmada kullanılan silindir (NDT-100-600-PPV-A-S2, FESTO, Esslingen-Berkheim, Germany) asimetrik yapıdadır.

2.5.2.4. Konum Sensörleri

Pnömatik silindirlere uygulanan yapı olarak pnömatik ve elektrik işaret çıkışlı iki tür sensör bulunmaktadır. Yaklaşım sensörleri silindir hareketlerini denetlemede kullanılmaktadır. Elektrik sinyali çıkışlı yaklaşım sensörü, bir mıknatıs yardımı ile sinyal üretir. Bu yapısından dolayı kuvvetli manyetik alanların bulunduğu ortamlarda manyetik uyarılan sensörler tercih edilmemelidir. Silindir üzerinde konum alt ve üst sınırlarını güvenli olarak sağlamak amacıyla sensör (SME-8-K-LED-24, FESTO, Esslingen-Berkheim, Germany) kullanılmıştır. Bu sensörün cevap süresi 0,5 ms'den daha azdır. Sensör açık ve kapalı kontağa sahip olup bu kontaklar sürücü devrenin çıkış geriliminin besleme devresini kontrol etmektedir.

2.5.2.5. Dönüştürücüler

Pnömatik endüstrisinde pnömatik elektrik ve elektrik dönüştürücüler kullanılmaktadır. Elektriksel bir işaret alıp pnömatik işarete dönüştüren selenoid valf en yaygın olarak kullanılan dönüştürücüdür. Selenoid valfler elektronik darbe (EP) dönüştürücüdür. Ayrıca pnömatik bir işaret, elektriksel bir işarete dönüştürülmek istenirse bu dönüştürücüye de pnömatik-elektrik (PE) dönüştürücü denir.

2.5.2.6. Programlanabilir Mantıksal Kontrol (PLC, Programmable Logic Control)

PLC, üzerine gelen sayısal veya analog sinyali işleyiciden alan ve bu sinyale göre mantıksal işlemler yapabilen bir aygıttır. Ayrıca PLC ile LCD ekran arasında iletişim sağlanarak kontrol parametreleri üzerinde ayarlamalar yapılabilir. PLC’de PID (Proportional Integrative Differansial) ve diğer kontrol türlerini de uygulamak mümkündür (Karacan, 1988; Deppert ve Stoll, 1988).

2.5.2.7. Diyaframlı Pompa

Deney aşamasında kullanılan özel sıvıya, gerçek şartları simüle edebilmesi için deney düzeneği ve depo arasında sürekli devir daim yaptırılmaktadır. Bu süreçte korozif etkileri en aza indirebilmek için sistemde, hava ile tahrik edilen içerisinde metal aksam bulunmayan diyaframlı pompa kullanılmıştır. Pompanın debisi tahrik kaynağı olan hava debisi ile orantılı olarak ayarlanabilmektedir (Deppert ve Stoll, 1988).

2.5.2.8. Sıcaklık Kontrol Ünitesi

Sistemde akışkanın sıcaklığını ayarlayabilmek için PID (Proportional Integrative Differansial) ENDA marka ETC 442 kodlu sıcaklık kontrol cihazı ve istenilen sıcaklığın elde edilebilmesi için 1000 W gücünde teflon kaplı ısıtıcı kullanılmıştır. Isıtıcının sürülmesi aşamasında SSR (Solid State Relay) kullanılmıştır. SSR kullanılmasının amacı ise güç sisteminin sürülmesi aşamasında mekanik gecikmeleri elimine etmektir (Parr, 1994).

2.5.2.9. Depo

Deney aşamasında kullanılan akışkanın depolandığı kısım pleksiglas'tan yapılmıştır.

2.6. Mikrosızıntı Değerlendirmeleri

Örnekler, termal siklus ve mekanik yükleme sonrası boya penetrasyonu için hazırlandı. Bu amaçla restorasyon ve restorasyonun 1 mm etrafındaki alan dışındaki tüm diş yüzeyi 2 kat tırnak cilası ile kaplandı. Dişler %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda oda sıcaklığında 24 saat bekletildi (Zaimoğlu ve Karaağaçlıoğlu, 1991; Hasanreisioğlu et al., 1996; Uludağ et al., 2009). Yıkayıp kurutulan örnekler şeffaf akril (Cold-curing orthodontoc acrylic, Orthocryl E Q, Dentaurum, Ispringen, Germany) kalıplar içine gömüldükten sonra, düşük devirde çalıştırılan su soğutmalı kesit alma cihazı (Microcut, Metkon, Bursa, Türkiye) (Şekil 2.28.) ile mesio-distal yönde yaklaşık 0,5 mm'lik 2 adet kesit alındı. Böylece her diştten 2 kesit alınarak (Şekil 2.29.), mikrosızıntı 4 yüzeyde değerlendirildi (Krifka et al., 2009; Uludağ et al., 2009) ve yüzeylerin ortalaması alınarak o dişe ait mikrosızıntı değeri hesaplandı (Uludağ et al., 2009).



Şekil 2.28. Microcut cihazı.



Şekil 2.29. Örneklerden kesit alınması.

2.6.1. Görüntü Analizi

Mikrosızıntı değerlendirmesi için görüntü analiz sistemi kullanılarak ölçümler yapıldı. Çalışmamızda ışık mikroskobu (Carl Zeiss Discovery V8, Zeiss, Oberkochen, Germany) kullanılmıştır (Şekil 2.30.). Görüntü analiz sistemi olarak da Axio Vision LE Release 4.8.2. (Zeiss, Oberkochen, Germany) kullanıldı. Mikroskoba entegre edilmiş kamera (Canon Powershot A620 Digital Camera) direkt olarak mikroskoptan görüntü yakalanmasını sağlamaktadır. Yakalanan görüntü üzerinde renk ve kontrast değişiklikleri ve ölçüm yapılabilmektedir (Carl Zeiss Microimaging, 2010).



Şekil 2.30. Çalışmamızda kullanılan ışık mikroskobu.

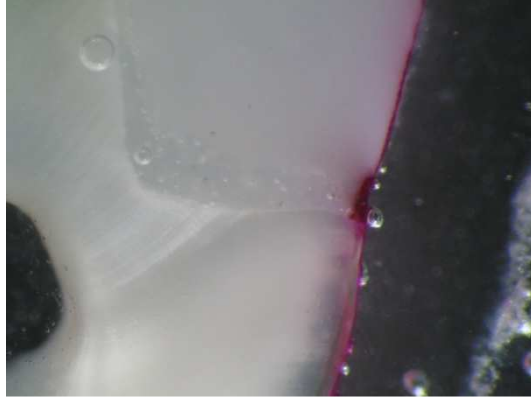
Analiz basamakları:

1. Görüntü analiz sisteminin kalibrasyonu için $\times 40$ ve $\times 10$ büyütmede mikronluk skalanın fotoğrafı çekildi. Görüntü analiz sisteminde bu fotoğraf üzerinde ölçüm yapıldı. Çıkan değerlere karşılık gelen gerçek değerler Axio Vision LE Release 4.8.2 (Zeiss, Oberkochen, Germany) programına girilerek $\times 40$ ve $\times 10$ büyütmenin kalibrasyonu sağlandı.
2. İncelemeye hazırlanmış kesitler lam ve lamel altında balzamlı olarak fikse edilerek görüntü analizi sisteminde mikroskop altına yerleştirildi.
3. Görüntüler, görüntü analiz programı kullanan bilgisayara bağlı dijital kamera vasıtasıyla elde edildi. Kamera ve mikroskop ayarları standardizasyon için bir defa yapılmış olup tüm fotoğraflar bu ayarlar ile çekildi. Çekilen fotoğraflar bilgisayar ortamında Axio Vision LE Release 4.8.2 (Zeiss, Oberkochen, Germany) programı ile açıldı ve 4 kesit yüzeyinde ölçümler yapıldı. Yapılan ölçümler:
 - Diş/restorasyon ara yüzeyinin doğrusal uzunluğu $\times 10$ büyütmede (Şekil 2.31.),

- Örneklerin mine ve dentin kenarlarındaki boya penetrasyonu miktarı $\times 40$ büyütmede ölçüldü (Şekil 2.32.).



Şekil 2.31. Diş/restorasyon ara yüzünün lineer uzunluğu $\times 10$ büyütme.



Şekil 2.32. Mine ve dentin kenarlarındaki boya penetrasyonu miktarı $\times 40$ büyütme.

Bu 4 ölçümün ortalaması alındı ve boya penetrasyonu gösteren diş/siman ara yüzeyi yüzdesi hesaplandı (Youngsan et al., 1990; Uludağ et al., 2009).

$$\text{Mikrosızıntı yüzdesi} = \frac{\text{Mikrosızıntı miktarı}}{\text{Diş-restorasyon arayüzeyi uzunluğu}} \times 100$$

3. BULGULAR

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 15 paket programı yardımı ile değerlendirilmiştir. Verilere ilişkin frekans ve yüzdesel değerlerin yanında tanımlayıcı değerler verilmiştir. Değerler non-parametrikdir. Verilerin normallik testleri sonucunda 3 gruplu karşılaştırmalarda Bonferonni düzeltilmiş Kruskal-Wallis H testi ve ikili karşılaştırmalarda da Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Çalışma üç gruplu olduğu için iki gruplu karşılaştırmalarda Bonferonni düzeltmesi için kullanacağımız güven düzeyi $0,05/3=0,017$ olarak alınmıştır

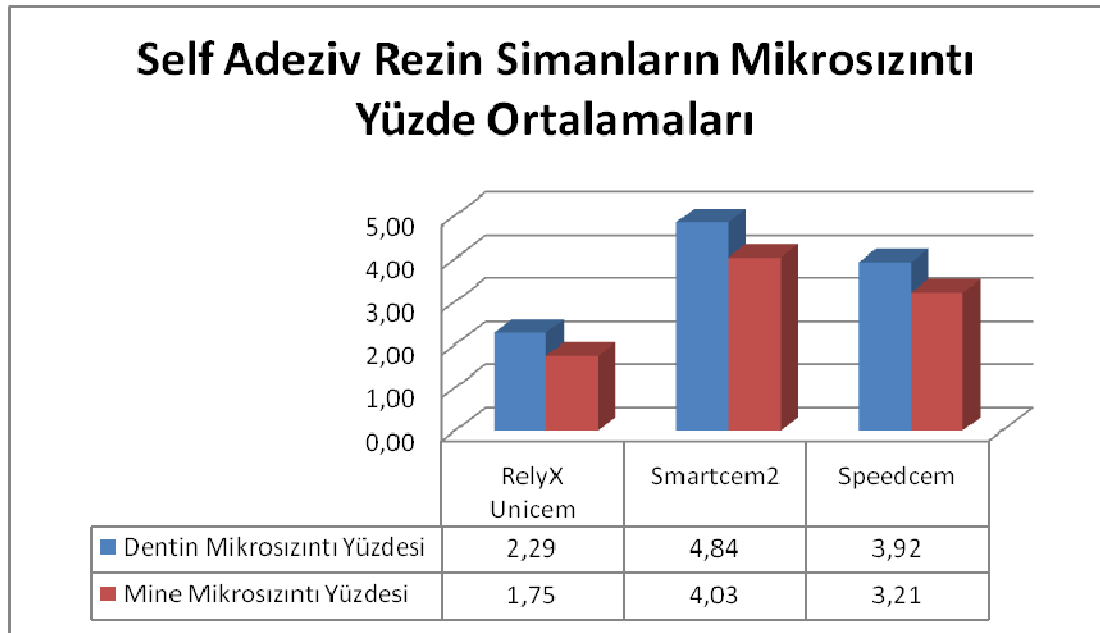
Self-adeziv rezin simanların mikrosızıntı değerleri mine ve dentinde karşılaştırıldığında (Çizelge 3.1.) (Şekil 3.1.), RelyX Unicem grubunda değerler, minede (%1,32), dentinde (%1,35) ile anlamlı derecede düşük görülmektedir ($p < 0,05$). Smartcem2 ile yapıştırılanların mikrosızıntı yüzde ortalamaları minede (%3,98), dentinde (%4,58) ve Speedcem ile yapıştırılanların mikrosızıntı yüzde ortalamaları minede (%3,09), dentinde (%3,50) olup bu iki grubun sonuçları benzerdir.

Seramik inleylerin mikrosızıntı yüzdeleri mine ve dentinde karşılaştırıldığında (Çizelge 3.2.) (Şekil 3.2.), Turkomcera inleyler grubunda değerler, minede (%3,67), dentinde (%4,94) ile diğer gruplara oranla anlamlı derecede yüksektir. IPS e.max Press inleyler minede (%1,92), dentinde (%1,89) ve CEREC 3 inleyler minede (%2,57), dentinde (%2,47)'dir. Ancak, iki grubun sonuçları benzerdir.

Çizelge 3.1. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile bu değerlerin self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırılması ($p<0,05$).

	Grup1	N	Mean	Median	Min.	Max.	Ss	Kruskall-Wallis H			
								Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaş Tırma
Dentin Ortalama	A:RelyX Unicem	30	319,08	197,99	44,78	897,98	223,77	25,9	26,41	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	30	677,66	661,40	214,34	1321,49	269,19	59,8			
	C:Speedcem	30	573,52	528,89	186,08	1680,68	357,73	48,7			
Mine Ortalama	A:RelyX Unicem	30	242,35	185,88	59,62	872,07	192,15	23,3	34,74	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	30	570,15	547,85	69,35	930,28	182,39	62,5			
	C:Speedcem	30	458,15	413,32	131,16	1104,79	228,32	48,5			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Dentin	A:RelyX Unicem	30	2,29	1,35	0,33	6,78	1,67	26,4	25,00	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	30	4,84	4,58	1,46	10,71	2,13	59,6			
	C:Speedcem	30	3,92	3,50	1,47	10,58	2,25	48,4			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Mine	A:RelyX Unicem	30	1,75	1,32	0,41	6,59	1,43	23,6	34,81	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	30	4,03	3,98	0,48	6,82	1,26	63,0			
	C:Speedcem	30	3,21	3,09	1,02	8,24	1,69	47,7			

*RelyX Unicem grubunda değerler hem mine hem de dentinde anlamlı derecede düşük görülmektedir ($p<0,05$).

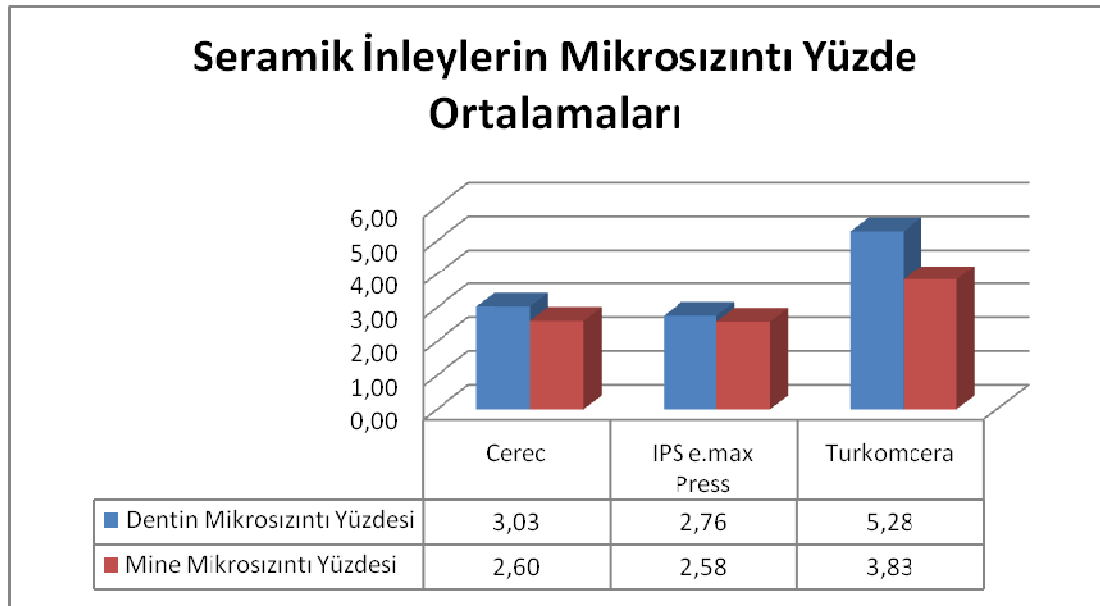


Şekil 3.1. Self-adeziv resin simanların mikrosızıntı yüzde ortalamaları grafiği.

Çizelge 3.2. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile bu değerlerin seramikler yönünden karşılaştırılması ($p<0,05$).

	Grup2	n	Mean	Median	Min.	Max.	ss	Kruskall-Wallis H			
								Sıra Ort	H	P	İkili Karşılaştırma
Dentin Ortalama	A:CEREC 3	30	438,81	352,56	44,78	1680,68	326,66	36,8	27,27	0,000*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	30	382,65	291,28	112,45	883,56	229,77	32,9			
	C:Turkom-Cera	30	750,92	722,65	318,16	1562,27	281,59	64,9			
Mine Ortalama	A:CEREC 3	30	372,99	365,16	59,62	917,65	197,41	39,7	12,33	0,002*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	30	353,83	285,12	63,11	985,52	248,93	36,6			
	C:Turkom-Cera	30	547,55	541,42	159,51	1104,79	234,82	58,4			
Mikrosızıntı Yüzdesi - Dentin	A:CEREC 3	30	3,03	2,47	0,33	10,32	2,10	36,4	26,04	0,000*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	30	2,76	1,89	0,83	6,20	1,67	33,7			
	C:Turkom-Cera	30	5,28	4,94	2,29	10,71	2,16	64,5			
Mikrosızıntı Yüzdesi - Mine	A:CEREC 3	30	2,60	2,57	0,41	5,57	1,33	40,1	9,71	0,008*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	30	2,58	1,92	0,41	6,88	1,85	37,8			
	C:Turkomcera	30	3,83	3,67	1,01	8,24	1,73	56,9			

*Turkomcera grubunda değerler hem mine hem de dentinde anlamlı derecede yüksek görülmektedir ($p<0,05$).



Şekil 3.2. Seramik inleylerin mikrosızıntı yüzde ortalamaları grafiği.

Self-adeziv rezin simanlar tek tek porselenler yönünden değerlendirildiğinde RelyX Unicem ile yapıştırılan inleylerden Turkomcera inley grubunda mikrosızıntı (Çizelge 3.3.) (Şekil 3.3.) değerleri minede (%2,2), dentinde (%4)

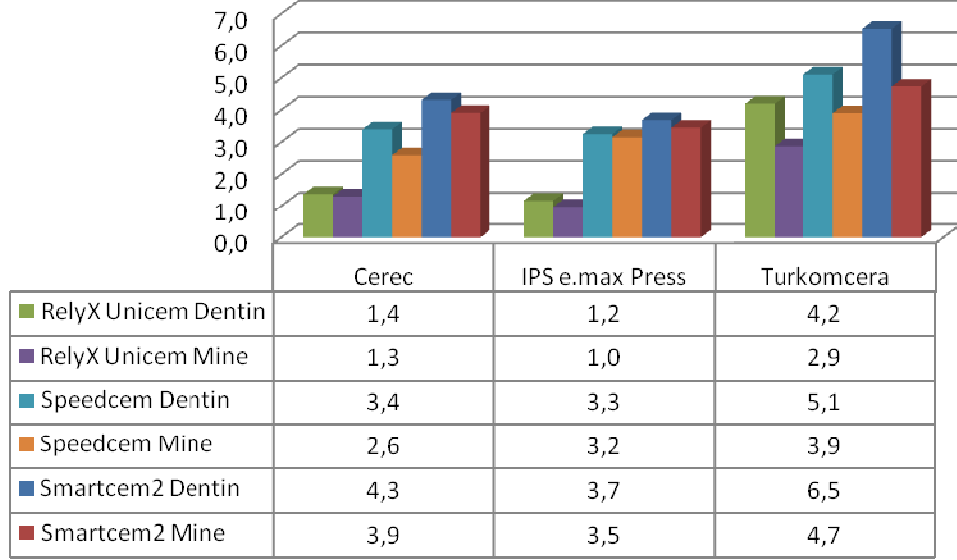
ile diğer gruplara oranla anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). RelyX Unicem ile yapıştırılan CEREC 3 inleyler minede (%1,2), dentinde (%1,3) sızıntı değerleri göstermektedir. RelyX Unicem ile yapıştırılan IPS e.max Press seramik inleyler ise minede (%0,9), dentinde (%1,2) sızıntı değerleri göstermektedir. CEREC 3 ve IPS e.max Press inleylerin sızıntı değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Çizelge 3.3. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile RelyX Unicem ile yapıştırılan seramiklerin karşılaştırılması ($p<0,05$).

	Grup2	RelyX Unicem						Kruskall-Wallis H			
		n	Mean	Medi an	Min	Max	ss	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaş tırma
Dentin Ortalama	A:CEREC 3	10	199,1	195,2	44,8	368,9	92,4	11,7	18,9	0,000*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	165,7	175,2	112,4	199,6	30,1	8,3			
	C:Turkom-Cera	10	577,1	526,1	318,2	898,0	181,5	24,3			
Mine Ortalama	A:CEREC 3	10	187,3	167,7	59,6	385,6	95,0	13,2	12,4	0,002*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	136,1	134,0	63,1	241,5	46,5	8,9			
	C:Turkom-Cera	10	393,0	299,4	159,5	872,1	253,1	22,3			
Mikrosızıntı Yüzdesi - Dentin	A:CEREC 3	10	1,4	1,3	0,3	2,7	0,7	11,5	19,2	0,000*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	1,2	1,2	0,8	1,3	0,2	8,4			
	C:Turkom-Cera	10	4,2	4,0	2,3	6,8	1,4	24,4			
Mikrosızıntı Yüzdesi - Mine	A:CEREC 3	10	1,3	1,2	0,4	2,6	0,7	12,8	10,3	0,006*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	1,0	0,9	0,4	1,8	0,4	9,9			
	C:Turkom-Cera	10	2,9	2,2	1,0	6,6	1,9	21,8			

*Turkomcera olanlarda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir ($p<0,05$).

Simanların Porselenler Yönünden Mikrosızıntı Yüzde Ortalamaları



Şekil 3.3. Simanların seramik inleyler yönünden mikrosızıntı yüzde ortalamaları.

Smartcem 2 ile yapıştırılan seramik inleylerden Turkomcera grubunda (Çizelge 3.4.) sızıntı değerleri dentinde anlamlı derecede yüksektir ($p < 0,05$). Bu grupta, minede (%4,5) sızıntı değeri ortaya çıkarken, dentinde (%5,9) sızıntı değerleri gözlenmiştir. Smartcem 2 ile yapıştırılan CEREC 3 inleyler minede (%3,9), dentinde (%4) sızıntı değeri göstermiştir. Smartcem 2 ile yapıştırılan IPS e.max Press inleyler ise minede (%3,6), dentinde (%4,5) sızıntı değeri göstermiştir. Smartcem 2 ile yapıştırılan IPS e.max Press inleyler ile CEREC 3 inleyler arasındaki fark anlamlı değildir ($p > 0,05$).

Çizelge 3.4. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Smartcem2 ile yapıştırılan seramik inleylerin karşılaştırılması (p<0,05).

	Grup2	Smartcem2						Kruskall-Wallis H			
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
Dentin Ortalama	A:CEREC 3	10	634,0	554,7	369,6	1045,8	200,9	13,6	11,1	0,004*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	506,5	599,1	214,3	834,3	219,6	10,1			
	C:Turkom-Cera	10	892,5	836,5	572,0	1321,5	242,7	22,8			
Mine Ortalama	A:CEREC 3	10	573,8	539,7	419,2	917,7	150,9	14,6	4,0	0,137	-
	B:IPS e.max Press	10	477,8	491,1	69,4	784,1	207,8	12,1			
	C:Turkomcera	10	658,8	624,2	483,2	930,3	151,6	19,8			
Mikrosızıntı Yüzdesi - Dentin	A:CEREC 3	10	4,3	4,0	2,7	6,9	1,3	12,1	10,6	0,005*	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	3,7	4,5	1,5	6,2	1,7	11,5			
	C:Turkom-Cera	10	6,5	5,9	3,9	10,7	2,3	22,9			
Mikrosızıntı Yüzdesi - Mine	A:CEREC 3	10	3,9	3,9	2,6	5,6	0,9	14	4,1	0,131	-
	B:IPS e.max Press	10	3,5	3,6	0,5	5,0	1,5	12,5			
	C:Turkom-Cera	10	4,7	4,5	3,3	6,8	1,1	20			

*Turkomcera olanlarda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir (p<0,05)

Speedcem ile yapıştırılan inleylerden Turkomcera grubunda (Çizelge 3.5.) değerler anlamlı derecede yüksektir (p<0,05). Bu grupta minede (%3,4), dentinde (%4,9) sızıntı değeri ortaya çıkmıştır. Speedcem ile yapıştırılan IPS e.max Press inleyler ise minede (%2,5), dentinde (%3,3) sızıntı değeri göstermiştir. Speedcem ile yapıştırılan CEREC 3 inleyler minede (%2,5), dentinde (%2,2) sızıntı değeri göstermiştir. Speedcem ile yapıştırılan CEREC 3 inleyler ile IPS e.max Press inleyler arasındaki fark anlamlı değildir (p>0,05).

Çizelge 3.5. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Speedcem ile yapıştırılan seramik inleylerin karşılaştırılması (p<0,05).

	Grup2	Speedcem						Kruskall-Wallis H			
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
Dentin Ortalama	A:CEREC 3	10	483,3	327,3	257,1	1680,7	431,9	11,4	10,4	0,006	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	454,1	474,6	186,1	883,6	213,1	12,3			
	C:Turkom-Cera	10	783,1	723,0	337,2	1562,3	326,6	22,8			
Mine Ortalama	A:CEREC 3	10	357,8	350,3	131,2	494,1	102,0	12	7,5	0,024	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	425,8	342,5	144,2	985,5	278,3	12,8			
	C:Turkom-Cera	10	590,8	546,6	304,0	1104,8	219,6	21,7			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Dentin	A:CEREC 3	10	3,4	2,2	1,9	10,3	2,6	12	7,5	0,024	C-A C-B
	B:IPS e.max Press	10	3,3	3,3	1,5	6,2	1,5	12,8			
	C:Turkom-Cera	10	5,1	4,9	2,3	10,6	2,2	21,7			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Mine	A:CEREC 3	10	2,6	2,5	1,0	4,0	0,9	12,7	4,3	0,115	-
	B:IPS e.max Press	10	3,2	2,5	1,0	6,9	2,1	13,6			
	C:Turkom-Cera	10	3,9	3,4	2,1	8,2	1,7	20,2			

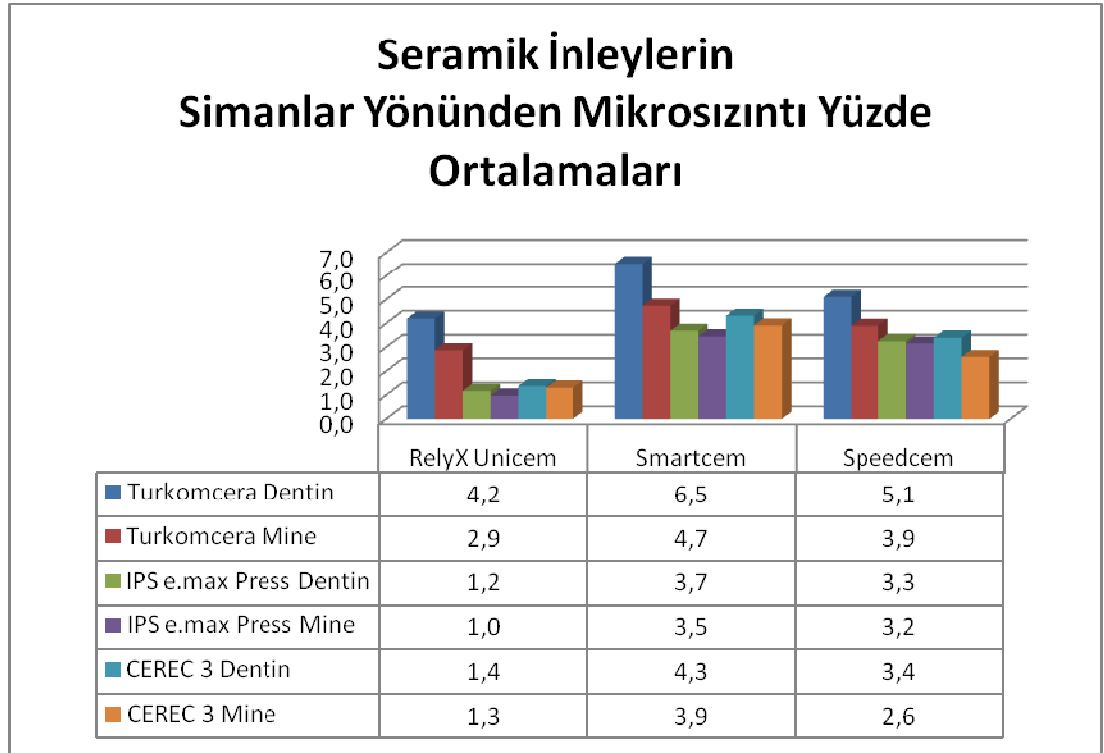
*Turkomcera olanlarda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir (p<0,05).

Seramik inleyler simanlar yönünden incelendiğinde CEREC 3 inleylerden (Çizelge 3.6.) (Şekil 3.4.) RelyX Unicem ile yapıştırılanlar minede (%1,2), dentinde (%1,3) (Şekil 3.5.) değerleri ile anlamlı derecede düşüktür (p<0,05). Smartcem2 ile yapıştırılanlar minede (%3,9), dentinde (%4) (Şekil 3.6.) sızıntı değeri göstermiştir. Speedcem ile yapıştırılanlar minede (%2,5), dentinde (%2,2) (Şekil 3.7.) sızıntı göstermiştir. Aralarındaki fark anlamlı değildir (p>0,05).

Çizelge 3.6. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Cerec inleylerin yapıştırılan self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırması (p<0,05).

	Grup1	Cerec						Kruskall-Wallis H			
		n	Mean	Median	Min	Max	Ss	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaş Tırma
Dentin Ortalama	A:RelyX Unicem	10	199,1	195,2	44,8	368,9	92,4	6,6	19,0	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	634,0	554,7	369,6	1045,8	200,9	23,7			
	C:Speedcem	10	483,3	327,3	257,1	1680,7	431,9	16,2			
Mine Ortalama	A:RelyX Unicem	10	187,3	167,7	59,6	385,6	95,0	6,8	20,5	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	573,8	539,7	419,2	917,7	150,9	24,6			
	C:Speedcem	10	357,8	350,3	131,2	494,1	102,0	15,1			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Dentin	A:RelyX Unicem	10	1,4	1,3	0,3	2,7	0,7	6,7	18,3	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	4,3	4,0	2,7	6,9	1,3	23,5			
	C:Speedcem	10	3,4	2,2	1,9	10,3	2,6	16,3			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Mine	A:RelyX Unicem	10	1,3	1,2	0,4	2,6	0,7	6,6	19,8	0,000*	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	3,9	3,9	2,6	5,6	0,9	24,1			
	C:Speedcem	10	2,6	2,5	1,0	4,0	0,9	15,8			

*Relyx olanlarda değerler anlamlı derecede düşük görülmektedir (p<0,05).



Şekil 3.4. Seramik inleylerin simanlar yönünden mikrosızıntı yüzde ortalamaları.

IPS e.max Press inleylerde; (Çizelge 3.7.) RelyX Unicem ile yapıştırılanların sızıntı değerleri anlamlı derecede düşüktür (p<0,05). RelyX Unicem ile

yapıştırılanlar minede (%0,9), dentinde (%1,2) (Şekil 3.8.) sızıntı göstermiştir ($p<0,05$). IPS e.max Press inleylerde Smartcem 2 ile yapıştırılanlar minede (%3,6), dentinde (%4,5)(Şekil 3.9.); Speedcem ile yapıştırılanlar minede (%2,5), dentinde (%3,3)(Şekil 3.10.) sızıntı göstermiştir. Aralarındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Çizelge 3.7. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerler (ss), ikili karşılaştırmalar ile IPS e.max Press inleylerin yapıştırılan self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırması ($p<0,05$).

	Grup1	IPS e.max Press						Kruskall-Wallis H			
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaş Tırma
Dentin Ortalama	A:RelyX Unicem	10	165,7	175,2	112,4	199,6	30,1	5,3	17,3	0,000 *	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	506,5	599,1	214,3	834,3	219,6	20,7			
	C:Speedcem	10	454,1	474,6	186,1	883,6	213,1	18,0			
Mine Ortalama	A:RelyX Unicem	10	136,1	134,0	63,1	241,5	46,5	6,3	13,7	0,001 *	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	477,8	491,1	69,4	784,1	207,8	19,6			
	C:Speedcem	10	425,8	342,5	144,2	985,5	278,3	18,2			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Dentin	A:RelyX Unicem	10	1,2	1,2	0,8	1,3	0,2	5,0	18,2	0,000 *	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	3,7	4,5	1,5	6,2	1,7	20,4			
	C:Speedcem	10	3,3	3,3	1,5	6,2	1,5	18,6			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Mine	A:RelyX Unicem	10	1,0	0,9	0,4	1,8	0,4	6,4	13,3	0,001 *	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	3,5	3,6	0,5	5,0	1,5	19,6			
	C:Speedcem	10	3,2	2,5	1,0	6,9	2,1	18,1			

*RelyX Unicem olanlarda değerler anlamlı derecede düşük görülmektedir ($p<0,05$).

Turkomcera inleylerde; (Çizelge 3.8.) RelyX Unicem ile yapıştırılanlar minede (%2,2), dentinde (%4) (Şekil 3.11.) sızıntı değerleri ile anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Smartcem2 ile yapıştırılanlar minede (%4,5), dentinde (%5,9)(Şekil 3.12.) değerleri ile anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). Speedcem ile yapıştırılanlar minede (%3,4), dentinde (%4,9) (Şekil 3.13.) değerleri ile anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$).

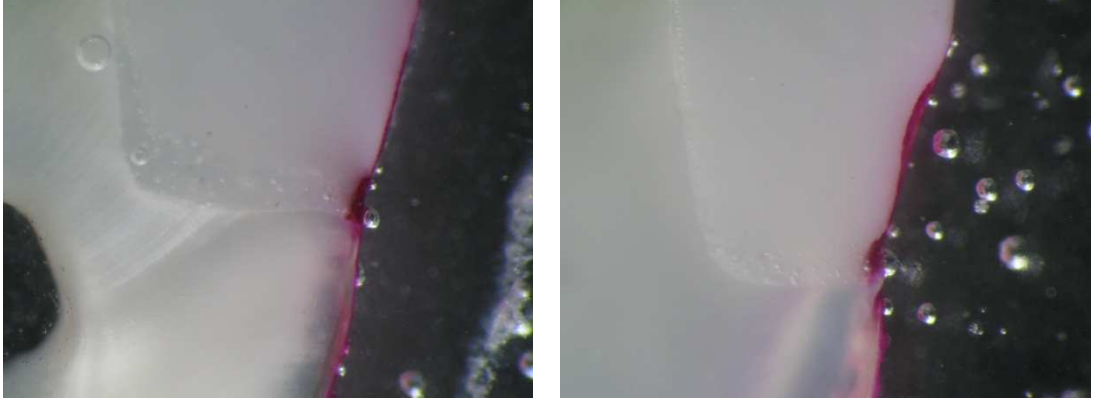
Çizelge 3.8. Mikrosızıntı ortalamaları, mikrosızıntı yüzde ortalamaları, standart sapma değerleri (ss), ikili karşılaştırmalar ile Turkomcera inleylerin yapııştırılan self-adeziv rezin simanlar yönünden karşılaştırması (p<0,05).

	Grup1	Turkomcera						Kruskall-Wallis H			
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaştırma
Dentin Ortalama	A:RelyX Unicem	10	577,1	526,1	318,2	898,0	181,5	9,4	8,3	0,016*	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	892,5	836,5	572,0	1321,5	242,7	20,6			
	C:Speedcem	10	783,1	723,0	337,2	1562,3	326,6	16,5			
Mine Ortalama	A:RelyX Unicem	10	393,0	299,4	159,5	872,1	253,1	9,4	8,0	0,018*	A-B A-C
	B:Smartcem2	10	658,8	624,2	483,2	930,3	151,6	20,3			
	C:Speedcem	10	590,8	546,6	304,0	1104,8	219,6	16,8			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Dentin	A:RelyX Unicem	10	4,2	4,0	2,3	6,8	1,4	10,9	6,6	0,037***	B-A B-C
	B:Smartcem2	10	6,5	5,9	3,9	10,7	2,3	20,9			
	C:Speedcem	10	5,1	4,9	2,3	10,6	2,2	14,7			
Mikrosızıntı Yüzdesi – Mine	A:RelyX Unicem	10	2,9	2,2	1,0	6,6	1,9	10	8,3	0,016***	B-A B-C
	B:Smartcem2	10	4,7	4,5	3,3	6,8	1,1	21,3			
	C:Speedcem	10	3,9	3,4	2,1	8,2	1,7	15,2			

*Relyx olanlarda değerler anlamlı derecede düşük görülmektedir (p<0,05).

**Speedcem olanlarda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir (p<0,05).

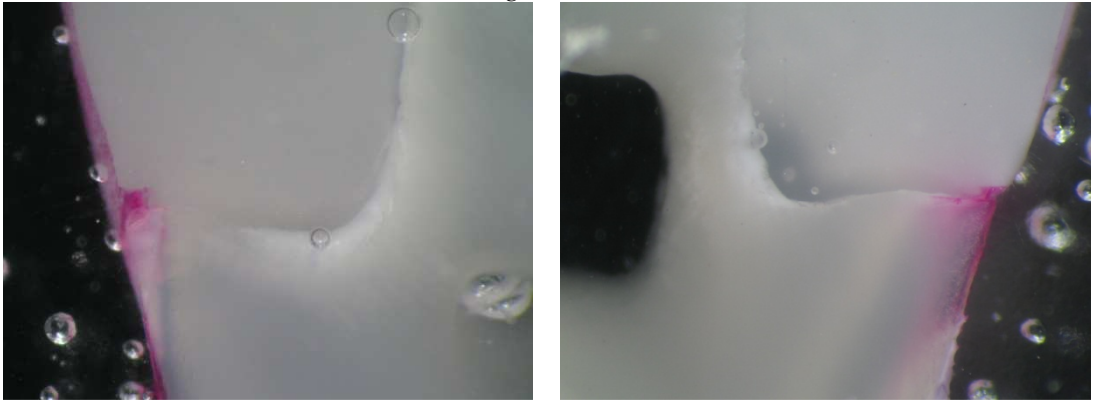
***Smartcem olanlarda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir (p<0,05).



(a)

(b)

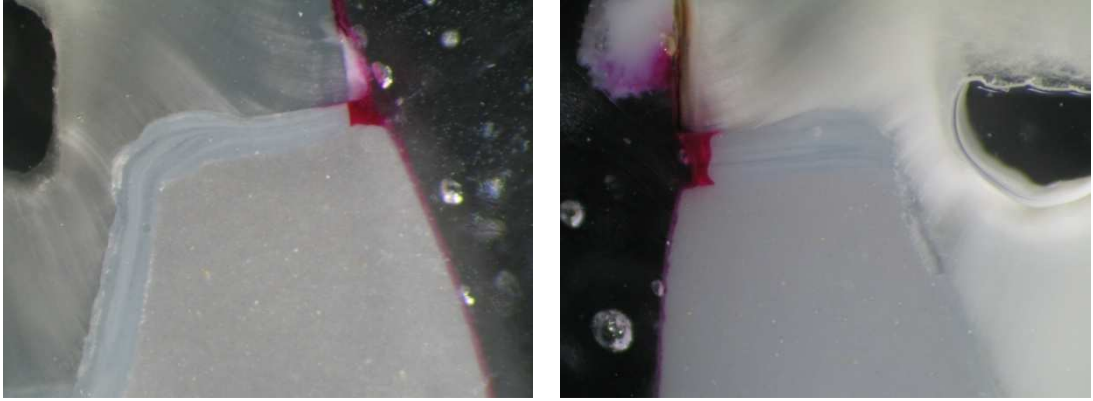
Şekil 3.5. CEREC 3 inleylerden RelyX Unicem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

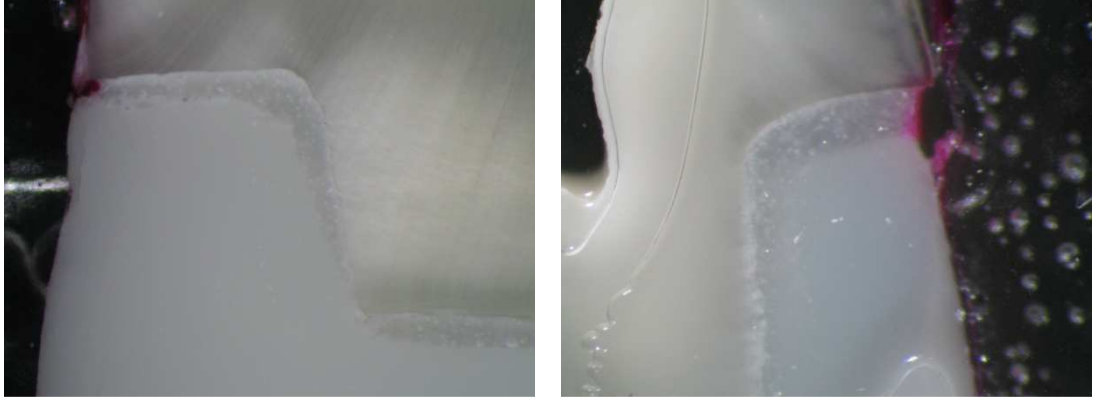
Şekil 3.6. CEREC 3 inleylerden Smartcem 2 ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

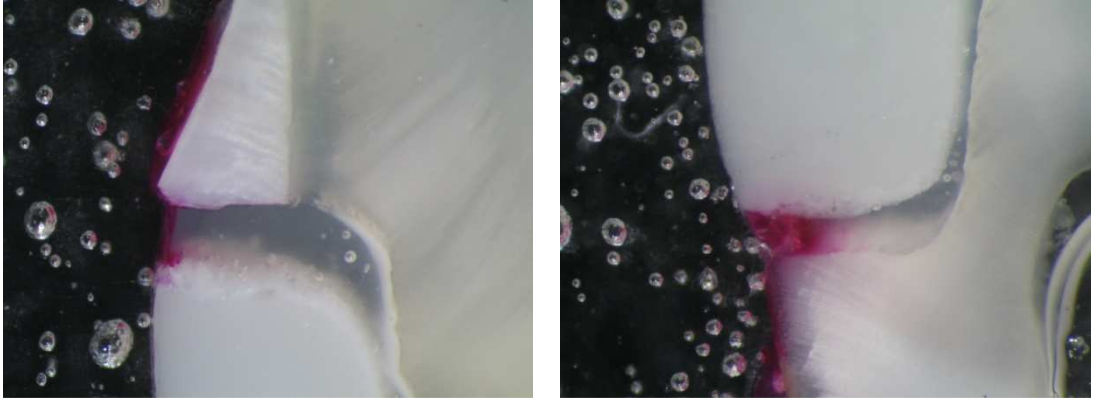
Şekil 3.7. CEREC 3 inleylerden Speedcem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

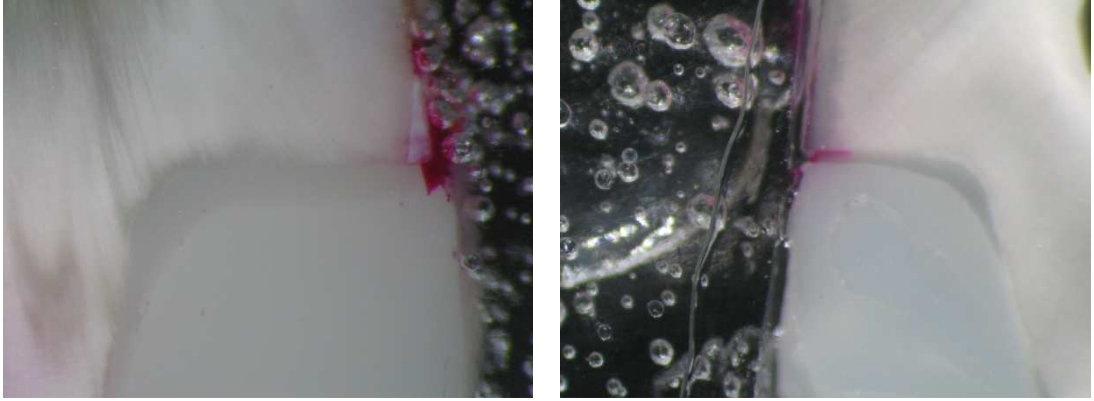
Şekil 3.8. IPS e.max Press inleylerden Rely X Unicem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

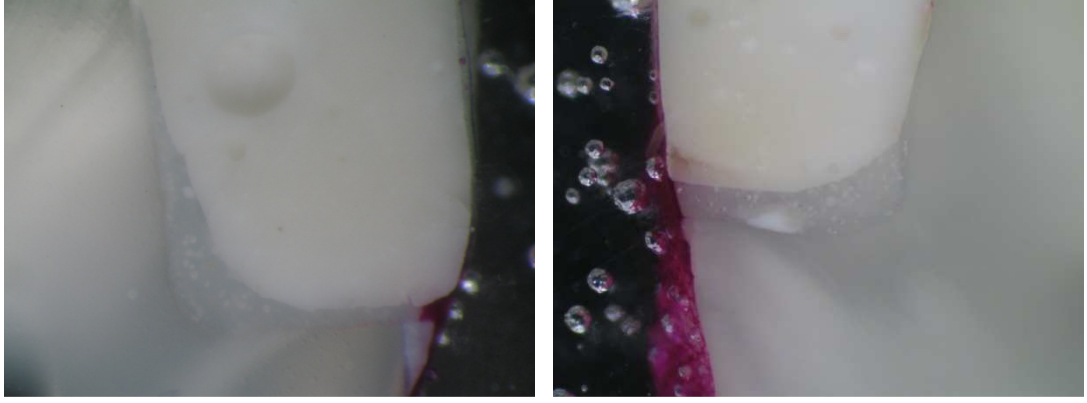
Şekil 3.9. IPS e.max Press inleylerden Smartcem2 ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

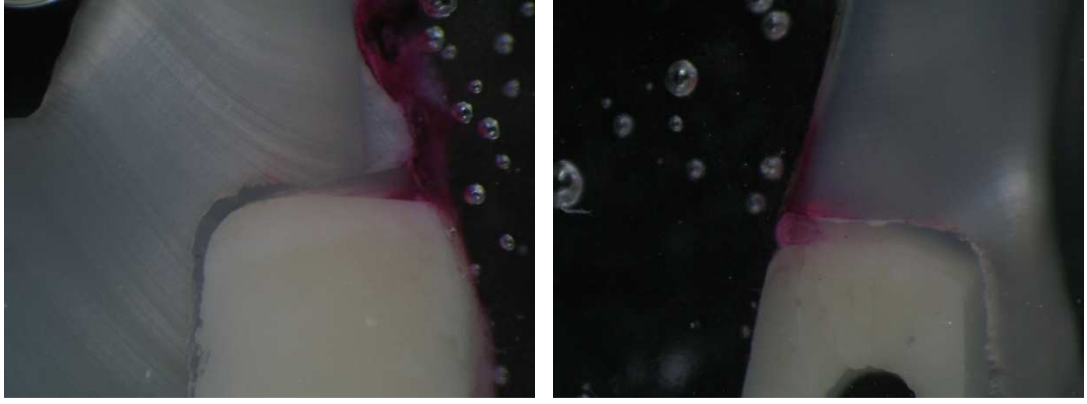
Şekil 3.10. IPS e.max Press inleylerden Speedcem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

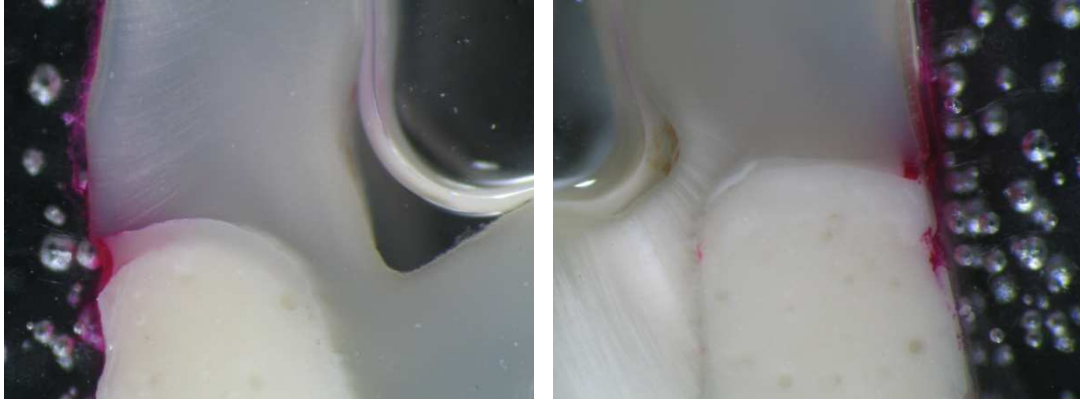
Şekil 3.11. Turkomcera inleylerden RelyX Unicem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

Şekil 3.12. Turkomcera inleylerden Smartcem 2 ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.



(a)

(b)

Şekil 3.13. Turkomcera inleylerden Speedcem ile yapıştırılanların mine (a) ve dentin (b) kesit görüntüleri.

4. TARTIŞMA

İdeal restoratif materyal diş dokusunu koruma yöntemleriyle birlikte, fonksiyonel, estetik gereklilikler ve uzun dönem güvenilirliği sağlamalıdır. Klinik çalışmalar ağız ortamında seramik restorasyonların estetik özellikleri, renk stabilitesini ve yorgunluk direncini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Kural olarak, rezin bazlı yapıştırma simanları mekanik yorulma dirençleri ve yapışma dirençlerindeki gelişmeler nedeniyle seramik restorasyonların yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Seramik restorasyonlara alternatif olarak indirekt kompozit rezin restorasyonlar kullanılmaktadır. İndirekt kompozit rezin restorasyonlar estetik ve mekanik özellikleri sağlamaktadırlar. Karşıt dentisyonda aşınmaya sebep olmamalarına rağmen kırılmaya karşı koyacak potansiyelleri yoktur. Diğer yandan kompozit restorasyonların aşınma ve renk değişimi eğilimleri daha fazladır (Stappert et al., 2008).

Günümüzde seramik materyali kullanılarak yapılan estetik restorasyonların diğerlerine göre biyolojik uygunluk açısından daha iyi olduğu iddia edilmektedir (Wendt ve Leinfelder, 1990). Ayrıca seramiklerin aşınmaya karşı dayanıklılığının kompozit rezinlerden daha iyi olması, seramik bloklar kullanıldığında polimerizasyon büzülmesi göstermemesi, kusursuz bir doğal görünüme sahip olması gibi avantajlarından dolayı posterior restorasyonlar için tercih edilmektedir (Baunann ve Heidemann, 1991). Seramik restorasyonların yapımı için pahalı bir donanım gerekmektedir (El-Mowafy, 2000).

Kompozit rezin restoratif materyalleri polimerizasyon sırasında belirgin boyutsal büzülmeye uğramaktadırlar (Pilo ve Ben-Amar, 1999). Bu durum zayıf marjın uyumuna neden olmaktadır. Farklı kompozit rezin restoratif

sistemleri ve teknikleri geliştirilmektedir ve direkt kompozit rezin yerleştirilmesi de bu tekniklerden bir tanesidir (Beznos et al., 2001). Diş hekimleri direkt kompozit rezin yerleştirilmesi sırasında uygun anatomik formu, proksimal konturları ve kontakları gerçekleştirmekte zorlanmaktadırlar. İndirekt inley sistemleri direkt restorasyon yerleştirilmesindeki bu sınırlamaları ortadan kaldırmak için geliştirilmektedir (Soares et al., 2003; Uludag et al., 2009).

Güçlendirilmiş yeni seramik sistemleri adeziv simantasyon teknikleri ile paralel kullanıldıkları zaman anterior ve posterior dişlerde başarı oranının arttığı görülmüştür. Değişik sistemler kullanılarak yapılan inley ve onleylerin klinik performansları ile ilgili kısa ve uzun dönemli yapılmış bir çok çalışma vardır (Krejci et al., 1992; Fradeani et al., 1997; Krämer et al., 1999; Molin ve Karlsson, 2000; Coelho Santos et al., 2004). Günümüzde pek çok yeni materyal ve tekniğin geliştirilmiş olması sonucu hekim uygun restorasyon seçmek konusunda zorlanmaktadır. Bu konuda hastanın sosyo ekonomik durumundan, ağız hijyenine kadar pek çok faktör göz önünde bulundurulmalı, iyi bir klinik ve radyografik muayene sonunda karar verilmelidir. Kompozit rezin ve seramik inleyler restoratif diş hekimliğinde yeni seçenekler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu materyallerin özelliklerini değerlendirmek için en etkili yöntem klinik çalışmalardır. Ancak, klinik çalışmaların uzun zaman alması ve zorluğu araştırmacıları güç durumda bırakmaktadır. Bu yüzden kenar sızıntısı, kenar uyumu ve renk değişimi gibi ölçütler laboratuvar şartlarında birtakım testler uygulanarak karşılaştırılmaktadır. Laboratuvar testleri, restoratif materyallerin gelişimine ve başlangıç değerlendirmesine imkan sağlayarak klinik değerlendirmelere katkıda bulunmaktadır (Korkut et al., 2011).

Çekilmiş dişler üzerinde yapılan mikrosızıntı çalışmalarına bakıldığında farklı kavite preparasyonlarının uygulandığı görülmektedir. Sınıf II MO/DO kavite (Youngsan et al., 1991; Öztürk et al., 2007), Sınıf II MOD (Romão et al., 2004; Rosentritt et al., 2004; Uludağ et al., 2009), Sınıf V (Krejci et al., 1994; Pongprueksa et al., 2007; Arisu et al., 2008; Abd El Halim ve Zaki, 2011) en sık uygulanan kavite tipleridir. Bu çalışmada oklüzal derinliği 3 mm, bukkolingual yönde oklüzal genişliği 4 mm, proksimal kutularda 5 mm ve basamak derinliği pulpal yönde 2 mm olan Sınıf II MOD kavite hazırlandı.

Seramik inleyleri klinik uzun dönem performansları bakımından değerlendiren çok az çalışma bulunmaktadır. Yeterli veri olan sistem ise IPS Empress'tir. CAD/CAM seramik inleyler için de çok az çalışma vardır (Mörmann ve Krejci, 1992; Reiss ve Walther, 2000; Krämer et al., 2006).

Krejci ve arkadaşları (1992) IPS Empress seramik inleylerin klinik davranışlarını değerlendirmiş ve 1,5 yıl sonunda %100'lük bir başarı gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Fradeani ve arkadaşları (1997) 125 IPS Empress inleyi incelemişler ve 4 yıllık başarı oranı %95,63 olarak bulmuşlardır. Krämer ve arkadaşları (1999) 96 IPS Empress inleyi 4 farklı rezin siman ile yapıştırmışlar ve 4 yıl sonra 7 restorasyonda başarısızlık olmuştur. Üç restorasyon endodontik tedavi gerektirmiş ve 4 tanesi de kırılmıştır. Fuzzi ve Rapelli (1998) farklı iki sinterleme sistemi ile yapılan seramik inley ve onleyleri kompozit ile simante etmiş ve klinik performanslarını değerlendirmiştir. Onbir yıl sonra bazı restorasyonlar endodontik problemler, kırılmalar ve rekürrent çürük göstermiştir. Başarı oranı %95'dir. Molin ve Karlsson (2000) 3 seramik sistem (CEREC, IPS Empress ve Mirage) ve altın inleyin klinik ömrünü karşılaştırmıştır ve 5 yıl sonunda seramik materyalle ve altın inleylerdeki başarı oranı sırasıyla %92

ve %100'dür. Taschner ve arkadaşları (2009) IPS Empress seramik sistemi ile hazırladıkları inleylerin Rely X Unicem ve kontrol grubu olarak Variolink II ile yapıştırmışlardır. Variolink uygulamasından önce ise adeziv olarak Syntac uygulamışlardır. Bu restorasyonları 2 hafta, 6 ay ve 1 yıl sonra değerlendirmişlerdir. Bir yıl sonunda renk stabilitesi ve kavite uyumu açısından Syntac/Variolink II çok daha iyi sonuçlar göstermiştir.

En detaylı çalışılmış seramik inley onley restorasyonlar CEREC tarafından üretilmiştir. 4,2 yıllık kullanım sürecinde 15 klinik çalışmanın sistematik analizi sonucunda renk stabilitesi ve uyum bakımından CEREC inleylerde %97,4 başarı oranı bulunmuştur (Martin ve Jedynakiewicz, 1999). Her hastada iki CEREC inley restorasyonunun bulunduğu 16 hastada yapılan 8 yıllık klinik takip sonucunda 32 restorasyondan 3 tanesinde kırık gözlenmiştir (Pallasen ve Van Dijken, 2000). Otto ve De Nisco'nun 2002 yılında yaptıkları çalışmalarında 200 CEREC inley onleynin %53'ünde seramik kırığı, %20'sinde diş kırığı ve %7'sinde endodontik problemler gibi başarısızlıklarla birlikte 10 yıl'ı aşan bir sürede başarı oranının %90,4 olduğu rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalarda lösit ile güçlendirilmiş preslenebilir seramiklerde inley/onley materyali olarak kullanılmıştır. IPS Empress ile yapılan 6 klinik araştırma (Tidehag ve Gunne, 1995; Fradeani et al., 1997; Frakenberger et al., 2000; Molin ve Karlsson, 2000) değerlendirilmiş ve başarı oranlarının 4,5 yılda %96, 7 yılda ise %91 olduğu bildirilmiştir (El-Mowafy ve Brochu, 2002).

1985 yılından günümüze dek Cerec, Cicero, Procera, Celay, DC-Zirkon ve Cercon gibi çok sayıda CAD/CAM sistemleri geliştirilmiştir (Kelly, 2004; Griggs, 2007; Conrad et al., 2007). Cicero sisteminin çalışma aşamaları; model hazırlığı, optik tarama, dizayn, sinterleme işlemi, sentrik oklüzyon ayarı,

artikülasyon ayarları, tabakaların oluşturulması ve bilgisayar destekli yapım aşamasıdır (Van Der Zel et al., 2001). Procera sistemin probu ile day model taranır ve preparasyonun 3 boyutlu şekli belirlenir. Elde edilen veriler elektronik olarak biri İsveç diğeri Amerika'da olmak üzere sadece iki merkezde bulunan CAM ünitelerine aktarılır. Alt yapılar bu iki merkez laboratuvarından birinde üretilir. Sistemin tasarım ve üretim ünitelerinin bağlantısı internet aracılığı ile sağlanmaktadır (Becker ve Kandahl, 2005). Celay mekanik bir cihazdır. Bitişik iki bölümden oluşan cihazın sol bölümü kopyalama odası, sağ bölümü ise freze odasıdır. Kopyalama odasındaki aşındırma özelliği olmayan tarayıcı uçlar, maketin yüzeyinde dolaştırıldığında, freze odasındaki özel frezler porselen bloğu şekillendirmeye başlar (O'Brein, 2002). Cercon sistemde sinterlenmemiş zirkonyum oksit kullanılmaktadır. Aşındırılan zirkonyum oksit blok, olması gerektiğinden hacimce %30 oranında daha büyüktür. Sinterleme işlemi ile hacimce küçülme sağlanır ve gerçek boyutu kazandırılmaktadır (Lothar, 2001). DC-HIP Zirkon sistemde tam sinterlenmiş Y-TZP seramik bloklar kullanılmaktadır. Böylece sinterlenmiş bloklar final boyutunda işlenmektedir. Sistemde kazınma işlemi sonrasında herhangi bir ısıl işlem uygulanmadığı için restorasyonların kole uyumları ve adaptasyonu son derece iyidir (Steyern et al., 2005). 2002 yılında piyasaya sunulan Lava tam seramik sisteminde yarı sinterlenmiş Y-TZP kullanılmaktadır. ZrO₂ bloktan elde edilen altyapı, olması gerektiğinden hacimce %20-25 oranında daha büyüktür. Sonrasında yapılan sinterleme işlemi ile hacimce küçülme sağlanarak zirkonyum altyapıya gerçek boyutu, yoğunluğu ve direnci kazandırılmaktadır (Piwowarczyk et al., 2005).

Bu çalışmada kullanılan CEREC 3 sisteminin en büyük avantajlarından birisi tek seansta restorasyonun tamamlanıp ağza simante edilebilmesidir. Çok

kısa sürede restorasyonların frezesi tamamlanmaktadır. CAD ve CAM üniteleri birbirine radyo dalgaları ile bağlantılı olduğu için, bu üniteler birbirinden bağımsız çalışabilmektedir. Bu özellik sayesinde bir üniteye bir restorasyon dizayn edilirken diğer üniteye bir restorasyon freze edilebilmektedir (Mörmann ve Bindl, 2002).

Yapılan çalışmalarda CEREC 1 ile CEREC 2 inleylerin uyumu arasında %30 oranında bir fark olduğu görülmüştür. CEREC 2 ile karşılaştırıldığında CEREC 3 inleylerin kenar uyumunun çok daha iyi olduğu gözlenmektedir. Mark II (Vita) inleyler ise Dicor MGC'den çok daha iyi kenar uyumuna sahiptir. (Kelly, 2006; s:33). Bu sebeple çalışmamızda CEREC 3 ile Vitamark II inleyler kullanılmıştır.

Bu çalışmada ısı ve basınçla preslenen lityum disilikat içerikli IPS e.max Press, CEREC 3 cihazı ile yapılan feldspatik porselen olan Vitamark II ve refraktör day tekniği ile yapılan alüminyum oksit içerikli Turkomcera inleyler kullanılmıştır. IPS e.max Press ve Vitamark II inley yapımında oldukça sık kullanılmaktadır. Turkomcera ile yapılan inley çalışmasına rastlanmamıştır.

Trajtenberg ve arkadaşlarının (2008) yaptıkları çalışmada day spacer uygulanmış ve uygulanmamış gruplar arasında mikrosızıntı değerlerinde belirgin bir fark olmamıştır. Bu çalışmada Panavia rezin simanın, hem mine hem de dentinde mikrosızıntısı day spacer uygulanmış ve uygulanmamışlarda aynı çıkmıştır. Bunu RelyX Unicem takip etmiştir. Minede day spacer uygulanmış ve uygulanmamışlarda %2, dentine day spacer ile %10, day spacer uygulanmadan %12 mikrosızıntı değerleri ortaya çıkmıştır. Multilink rezin siman ile minede day spacer uygulanmış olanlarda

%13, mine ve dentinde day spacer uygulanmadan %15 ve dentin marjinde day spacer uygulanarak en fazla mikrosızıntıyı %28 ile göstermiştir. Multilink rezin siman en yüksek mikrosızıntıyı göstermiştir. Bu sonuçlar rezin siman uygulamasında day spacer kullanımının önemli bir rolü olmadığını göstermektedir (Trajtenberg et al., 2008). Bu nedenle çalışmamızda kullanılan örneklerde inleylerin hazırlanması aşamasında üretici firmaların tavsiye ettikleri şekilde day spacer uygulaması yapılmıştır.

Özcan ve Vallittu (2003) yaptıkları çalışmada IPS Empress kronlara hidroflorik asiti takiben silan uygulamasının makaslama direncini arttırdığını bulmuşlardır. Hidroflorik asit, seramiğin camsı ve kristalsi bileşenlerini selektif olarak eriterek, düzensiz, pöröz bir yüzey yapısı oluşturmakta ve seramiğin yüzey alanını artırarak rezinin seramikle mikro-retansiyonunu kolaylaştırmaktadır. Bu işlemi takiben uygulanan silan ise rezin sistemi ile silika esaslı seramikler arasında kimyasal, kovalent ve hidrojen bağlar sağlamaktadır (Blatz ve ark., 2003; Kumbuloğlu ve ark., 2005). Bu amaçla bu çalışmada hazırlanan seramik örneklerden IPS e.max Press ve CEREC 3 inlelere hidroflorik asit ve silan uygulaması yapılmıştır. Turkomcera inlelere ise sadece Al_2O_3 ile pürüzlendirme yapılmıştır. Yüksek dirençli seramik materyallerinde Al_2O_3 ile partikül abrazyonu tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntem yüzey enerjisini ve ıslanabilirliği arttırmaktadır (Blatz et al., 2009).

Seramik inleylerin simantasyonu sırasında tüm örneklerle benzer koşulları sağlamak için, simantasyon sırasında inleyler parmak basıncı ile kaviteye oturtulup, daha sonra oklüzal yüzeylerinden sabit bir kuvvet uygulanmıştır. Bu amaçla Romão ve arkadaşlarının 2004 yılında yaptıkları çalışmada

olduğu gibi hazırlanan özel bir düzenek vasıtasıyla simantasyon sırasında örneklere dikey yönde 1 kg statik yük uygulanmıştır.

Ağız ortamında ısı değişiklikleri olduğunda, restoratif materyaller genişleyebilir veya büzülebilir. Soğuk yiyecekler restorasyonda büzülme meydana getirerek aralığın genişlemesine, sıcak yiyecekler ise genişleme meydana getirerek daralmasına neden olabilmektedir (Hatrack et al., 2003). İnley restorasyonların yapıştirılmasında kullanılan yapıştirıcı ajanların, inleylerin uzun ömürlülüğünde ve kalitesinde önemli etkilerinin olduğu yapılan çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Rosentritt et al., 2004).

Dental materyallerle ilgili deneylerin doğrudan in vivo koşullarda yapılması zaman alıcı, zor ve bazı durumlarda olanaksız olduğundan, ağız içi ortamını taklit eden deney düzenekleri oluşturularak bu sorunlar giderilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, termal siklus, suda bekletme ve yük uygulaması gibi yaşlandırma yöntemleri kullanılmaktadır (Arcoria et al., 1990).

Restoratif diş hekimliğinde yapıştirma materyalleri değerlendirilecek ise termal siklus standart bir protokoldür. Termal siklus ile yapıştirma materyallerini soğuk ve sıcak derecelere tabi tutularak ağız içi durumu simüle edilmektedir (Abd El Halim ve Zaki, 2011). Termal siklus işleminde su sıcaklıkları 4°C-5°C ile 50°C-60°C'ler arasında değişmektedir. Örnekler bu su banyoları içinde dönüşümlü olarak 20-60 saniye bekletilmekte ve bu işlem 500-20,000 devir arasında tekrarlanmaktadır (Arcoria et al., 1990).

Trowbridge (1987), ağıza alınan soğuk ya da sıcak yiyeceklerin dişlere sadece birkaç saniye süreyle temas ettiğini, dolayısıyla su banyolarındaki bekleme

sürelerinin ve devir sayılarının da buna uygun olarak saptanmasının klinik açıdan daha gerçekçi olduğunu bildirmiştir.

Brantley ve arkadaşları (1986) doğal ortama uygun olabilmesi için, termal siklusun birkaç bin devrin üzerinde yapılmaması ve su banyolarındaki bekleme sürelerinin mümkün olduğunca kısa olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Restoratif materyallerin yüksek termal büzülme/genleşme özelliklerine rağmen, diş-adeziv arayüzeyinde oklüzal streslerin yanında ağız içi sıcaklık değişimleri tekrarlanan büzülme/genleşme streslerini etkileyebilmektedir. Termal siklus ile yapay yaşlandırma etkisi iki yol ile olabilmektedir:

- Sıcak su, arayüz elemanlarının ve bozulan ürünlerin ya da zayıf polimerize rezin oligomerlerinin hidrolizini hızlandırabilir.
- Restoratif materyaldeki yüksek termal büzülme/genleşmeye bağlı olarak (dişle karşılaştırsak) diş-biyomateryal arayüzünde tekrarlayan büzülme/genleşmeler olmaktadır (De Munck et al., 2005).

Dişler normal fonksiyonlarında ve parafonksiyon sırasında aşırı oklüzal streslere maruz kalmaktadırlar. Oklüzal yüklerin dişte esnemelere neden olduğu söylenmektedir. Diş esnedikçe, gerilme ve makaslama stresleri dişin servikal bölgesini etkilemektedir. Termal siklus ve oklüzal yükleme, restoratif materyallerin ağız içinde maruz kaldıkları yaşlandırma efektlerinin in vitro simülasyonudur. Termal siklus ağız içi ısı değişikliklerini simülasyonu için kullanılırken, oklüzal veya mekanik yükleme çiğnemeyi simüle etmektedir (Arisu et al., 2008).

Mekanik yükleme, diş yapısına rezin adezyonunu etkileyebilmektedir. Bağlanma testlerini karşılaştıracak olursak suda bekletme ve termal siklusun mikrosızıntı üzerine etkisi minimaldir. Mikrosızıntı, mekanik yüklemekten daha çok etkilenmesine rağmen termal siklus ile birlikte daha belirgin hale gelmektedir (De Munck et al., 2005).

Behr ve arkadaşları (2003) 2 dk'da bir değişen 6000×5/55°C termosiklusu ve 1,66 Hz'lik 1,2×10⁶ ×50 N'luk mekanik yüklemenin 5 yıllık oral stresi taklit ettiğini belirtmişlerdir. Çalışmanın sonuçları bazı gerçekler ile sınırlanmaktadır. Seçilen TCML parametreleri beş yıllık oral stresleri taklit etmiş olsa da yükleme sadece aksiyel olarak gerçekleştirilmiştir ki bu da klinik durumda gerçekleşmemektedir. Eksentrik yükleme veya yüklemenin çeşitleri bu çalışma tasarımında gerçekleştirilememiştir (Behr et al., 2003).

Romão ve arkadaşları (2004) 30 molar dişe açtıkları MOD Sınıf II inley üzerine ısı ve basınç altında preslenen IPS Empress, bilgisayar yardımı ile hazırlanan CEREC 2 ve sinterlenerek hazırlanan Colorlogic inleyler hazırlamıştır. Hazırlanan bu inleyleri Variolink II ile yapıştırmış ve 78 N ile 100,000 mekanik yükleme sonrasında 5°C-55°C de 700 termal siklus uygulamış siman kalınlığı mikrosızıntı arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir (Romão et al., 2004).

Seramik inleylerde yapılan mekanik yükleme ve yükleme yapılmayan gruplar karşılaştırıldığında yükleme yapılanların yapışma dayanıklılıklarında azalma gözlemlenmiştir (Saavedra et al., 2009).

Bu çalışmada ağız ortamı ile uyumlu olmasını sağlamak amacı ile örneklerin tümü öncelikle 37°C'de distile su içinde 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra

tüm örnekler 5±2°C'de ve 55±2°C'de 1000 kez termal siklus işlemi uygulanmıştır. Dişler her ısı derecesinde 30 sn süre ile bekletilmiştir. Termal siklustan sonra örnekler aksiyel yönde santral fossalarından yaklaşık 5 mm çapındaki çelik küre ile yaklaşık 50 N kuvvet ile 1,6 Hz frekansta 100.000 kez yüklendiler (Uludag et al., 2009).

Kenar sızıntısının belirlenmesinde in vivo ve in vitro yöntemler kullanılmaktadır. İn vivo yöntemler mevcut restorasyonun kenarlarının görünürdeki durumu, renk değişikliği, radyolojik görüntüsü ve bir sond yardımıyla bölgenin kontrol edilmesidir. İn vitro yöntemler ise; boyalar, kimyasal işaretleyiciler, radyoizotoplar, bakteriler veya basınçlı havanın diş dolgu ara yüzüne yaptığı sızıntının stereomikroskop ve SEM yardımı ile tayin edilmesidir (Bauer ve Henson, 1984).

Yapılan birçok kenar sızıntısı çalışmasında kenar sızıntısını belirlemede bazik fuksin boya penetrasyon yöntemi kullanılmıştır (Reid et al., 1993). Ucuz ve basit olan bu yöntemle, sızıntının olup olmadığı gözlenip, aynı zamanda da çeşitli restorasyonların performansı belirlenmekte ve karşılaştırılmaktadır (Hürmüzlü ve ark., 2004).

İN vitro mikrosızıntı testleri restoratif materyallerin ağız içindeki örtücülük kabiliyetlerini değerlendirmeye çalışmaktadır. Boya penetrasyonu en popüler mikrosızıntı testidir (Romão et al., 2004; Behr et al., 2009; Uludag et al., 2009; Korkut et al., 2011). Youngsan ve arkadaşları (1998) dentine giren pigment artışı eğiliminin avantajlı olabileceğini çünkü bunun dentin geçirgenliğinden dolayı gerçek sızıntıyı farklılaştırma problemini azaltabileceğini belirtmektedir. Dentin/restorasyon arayüzündeki penetrasyon değerlendiriliyor ise dentin tübüllerindeki boya penetrasyonu

gerçek karıştırıcı faktördür. Diğer bir yandan, in vitro mikrosızıntı testlerinde kullanılan boyalar oral kavitedekilere göre daha sıkı kabul edilmektedir. Pashley in vitro ve in vivo sızıntı çalışmalarının muhtemel farklılıklarını şu şekilde sıralamaktadır:

- Boyanın kolay yayılması ve bakterilerle karşılaştırılması,
- Protein ve kalsifiye debrislerle kapanmış olan marjinlerin örtücülüğü,
- Canlı dişlerdeki dentinal sıvıların pozitif basıncı,
- Moleküler penetrasyona karşı bölünmüş tübüllerdeki fibrinojenin karşıt etkisi.

Sonuç olarak eğer materyal boya testinde iyi bir performans gösterdiyse muhtemelen klinik seviyede daha iyi performans gösterecektir (Korkut et al., 2011).

Romão ve arkadaşları 2004 yılında yaptıkları çalışmalarında incelenecek bölge dışındaki diş yüzeyleri 2 kat tırnak cilası kaplamışlardır. Daha sonra örnekleri %50 gümüş nitrat solüsyonunda ışıksız bir ortamda 2 saat, halojen ışıkta ise 6 saat bekletmişlerdir. Örnekleri mesio-distal yönde kesit alma metoduyla incelemişlerdir (Romão et al.,2004). Bazı araştırmacıların (Cortes et al., 1998) %2'lik gibi yüksek konsantrasyonlarda bazik fuksin kullanılmasıyla sızıntının belirlenmesi ve sınıflandırılmasının kolay olacağını savunmalarına karşın, yaygın olarak %0,5'lik konsantrasyonda bazik fuksin kullanılmaktadır (Helvatjoglou-Antoniades et al., 2000; Uludağ et al., 2009). Bu nedenlerle bu çalışmada kenar sızıntısını belirlemede %0,5'lik konsantrasyonda bazik fuksin boya penetrasyon yöntemi tercih edilmiştir.

Örnekler 24 saat bazik fuksinde bekletilmiş ve mesio-distal yönde 0,5 mm'lik 2 adet kesit alınarak mikrosızıntı 4 yüzeyde incelenmiştir.

Korkut ve arkadaşlarının (2011) yaptıkları çalışmada bilgisayarlı stereomikroskop kullanılmıştır. Dijital fotoğraflar üzerinden ölçümler yapılmış ve marjinal gap, mikrosızıntı yönünden değerlendirilmiştir. Ölçümler bu şekilde değerlendirildiği için gözlemci hataları elimine edilmiştir (Korkut et al., 2011). Dijital görüntü analizi boya penetrasyonunun uzunluğunun nicel olarak ölçülmesine izin vermektedir. Bu yöntem mikrosızıntının miktarını ve durumunu, subjektif değerlendirme yapılan geleneksel skorlama yöntemine göre daha doğru belirlemektedir (Youngsan et al., 1991; Romão et al., 2004; Behr et al., 2009; Uludag, et al., 2009).

Marjinal bütünlük, in vitro olarak boya penetrasyonu ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirilebilmektedir. Diş simante restorasyonların sızdırmazlığının incelenmesinde her iki yöntem de kullanılmaktadır. Boya penetrasyonu ile ölçülen sızıntı; bakteri, sıvı ve moleküllerin kavite duvarı ve restoratif materyal arasından geçişi olarak tanımlanmaktadır. SEM tüm diş ve restorasyon çevresini değerlendiren nicel bir yöntemdir. Boya penetrasyonu, kavitenin tüm derinliğindeki yetersizliği değerlendirirken, SEM örneklerin yüzeyini değerlendirmektedir (Krifka et al., 2009).

Boya penetrasyonu, ilgili materyal ve tekniklerdeki eksiklikleri vurgulama konusunda başarılı olmasına rağmen bir kaç skorlama yöntemi de mevcuttur. Ancak, bu yöntemler sızıntıyı belirlemede bilimsel olmayan yöntemlerdir. Bilgisayarlı görüntü analizi, boya penetrasyonun uzunluğunun nicel ölçümüne ve kron dentininde boyanma gösteren yerlerin

yüzdesini belirlememize izin vermektedir. Bu ölçümler restorasyonun sızıntı yüzdesini belirlemede kullanılmaktadır. Diş/restorasyon ara yüzeyindeki boya penetrasyonu uzunluğunun yüzdesi yalnızca kavite preparasyonu standart ise kullanılabilir. Eğer bu standardizasyon kabul edilmez ise 2 mm uzunluğundaki sızıntı diş/restorasyon ara yüzeyi 2 mm ise %100, diş/restorasyon ara yüzeyi 4 mm ise %50 sızıntı olarak yorumlanabilmektedir (Youngsan et al., 1990).

Bu çalışmada stereomikroskop kullanılmıştır. Bu mikroskoba bağlı dijital fotoğraf makinesi ile görüntüler bilgisayara kaydedilmiştir. Dijital görüntü analiz sistemi ile lineer olarak mikrosızıntı değerleri ölçülmüştür. Diş/restorasyon arayüzü de ölçülerek mikrosızıntı yüzdeleri hesaplanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan seramik inleylerin mikrosızıntı değerleri mine ve dentinde karşılaştırıldığında Turkomcera inleyler grubunda değerler; minede ve dentinde yüksek görülmektedir. IPS e.max Press inleyler ve CEREC 3 inleyler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir. Isı ve basınçla şekillenen seramikler, refraktör day üzerinden kayıp mum tekniği ile elde edilen boşluğa 0,3-0,4 MPa basınç altında 1150°C'de lösit içerikli seramik ingotların preslenmesiyle yapılmaktadır. Bu sistem ile yapılan inleylerin adaptasyonu diğer inleylere göre daha iyi olduğu kanıtlanmıştır çünkü revetman modele seramiğin preslenmesi esnasında çok az boyutsal değişiklik olmaktadır. Metal döküm tekniğinde olduğu gibi soğuma sırasındaki büzülme revetman genişmesini telafi etmektedir (Romão et al., 2004).

Literatürde ısı ve basınç, CEREC ve sinterize porselenlerin mikrosızıntı ve uyum hassaslığını karşılaştıran çalışmalar bulunmaktadır. 1999 yılında

Audenino ve arkadaşları (1999) ısı ve basınçla hazırlanan Empress'lerin ortalama gap değerini 53 µm bulmuşlar ki bu değer 85 µm bulunan sinterlenen porselen Colorlogic sisteminkinden belirgin derecede azdır. 1995 yılında Sjögren CEREC-1 CAD-CAM ile Empress ısı ve basınçla hazırlanan seramiklerin kenar ve iç uyumunu karşılaştırmış ve bilgisayar ile hazırlanan sisteminkini daha zayıf bulmuştur. Mikrosızıntı ile ilgili olarak 1994 yılında Eskander ve Shehab bilgisayar ile hazırlanan CEREC-1 ile fired sistem Vitadur-N arasında boya penetrasyonu açısından fark bulamamışlardır.

Romão ve arkadaşlarının (2004) yaptıkları çalışmada siman kalınlığı en yüksek sistem Colorlogic daha sonra CEREC ve en düşük IPS Empress'de görülmüştür. Minede boya penetrasyonları istatistiksel farklılık göstermemiştir. Dentinde ise Colorlogic sistem belirgin bir şekilde yüksek iken CEREC 2 ve IPS Empress benzer değerler vermiştir. Mine ve dentin seviyesinde siman kalınlığı ile mikrosızıntı arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır (Romão et al., 2004).

Bu çalışmada self-adeziv rezin simanlar tek tek porselenler yönünden değerlendirildiğinde RelyX Unicem ile yapıştırılan seramik inleylerden Turkomcera inley grubunda minede ve dentinde mikrosızıntı yüzdeleri anlamlı şekilde yüksektir. RelyX Unicem ile yapıştırılan CEREC 3 ve IPS e.max Press inleyler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Smartcem 2 ile yapıştırılan seramik inleylerden Turkom-Cera grubunda sızıntı değerleri dentinde anlamlı derecede yüksektir. Smartcem 2 ile yapıştırılan IPS e.max Press inleyler ile CEREC 3 inleyler arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı değildir. Speedcem ile yapıştırılan inleylerden Turkom-Cera grubunda değerler anlamlı derecede yüksektir. Speedcem ile yapıştırılan CEREC 3 inleyler ile IPS e.max Press inleyler arasındaki fark

istatistiksel olarak anlamlı değildir. In-Ceram kronların yapımı sırasında refraktör die üzerinde AL_2O_3 toz kondenzasyonu ve sonrasındaki cam infiltrasyonu yapılmaktadır. Yapım aşamaları tamamlandığında alüminöz altyapı kırılmalıdır ve fazla materyalin uzaklaştırılması sırasında kenar uyumu bozulabilmektedir. Fırınlama sırasındaki büzölmeler de uyumu bozabilmektedir (Ural et al., 2010). TurkomCera inleylerin sızıntılarının yüksek olması fırınlama sırasındaki büzölmeler ve kenar uyumsuzluklarından kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Reich ve arkadaşları (2008) CEREC 3 ve IPS Empress onleylerin uyumlarını karşılaştırmışlar ve IPS Empress onleylerin uyumunu daha iyi bulmuşlardır. Bu çalışmada da IPS e.max Press inleylerin sızıntısı CEREC 3 inleyle göre daha düşük çıkmıştır. IPS e.max Press gibi basınçla preslenen inleylerin kenar sonlanmaları CEREC inleylerden daha iyi olmaktadır. Bitmiş CEREC inleylerde kenar kırıkları olmakta ve bu da başarısızlıklara neden olmaktadır.

Hahn ve arkadaşları (2001) seramik inleylerin uyum hassasiyetinin mikrosızıntı üzerindeki etkisini araştırmışlar ve $27 \mu m$ 'dan $406 \mu m$ 'a kadar siman aralığı değerleri bulmuşlardır. Yüksek viskoziteli rezin siman kullanıldığı zaman bu değerlerin mikrosızıntı üzerinde etkisi olmadığını ancak düşük viskoziteli siman kullanıldığında kalın siman boşluğu olanlarda daha fazla mikrosızıntı olduğu bulunmuştur. Siman boşluğu ne kadar geniş olursa, materyalin büzölmesine bağlı olarak polimerizasyon stresleri o kadar fazla olmaktadır.

Uludağ ve arkadaşlarının (2009) 120 IPS Empress inley üzerinde yaptıkları mikrosızıntı çalışmasında dentin marjinlerinin aksine mine marjinlerinde iyi

bir kapanma sağlanmıştır. Çünkü mine marjinlerindeki sızıntının derecesi oldukça düşük çıkmıştır. Yapıştırma ajanlarının kompozisyonları ve diğer özel karakteristikleri, örneğin; sertleşme özellikleri ve dentin adezivlerinin kullanımı sızıntının derecesini belirlemektedir. Panavia 21'in mine marjinlerindeki sızıntısı Variolink II ve RelyX ARC'den yüksek çıkmıştır.

Minedeki özelliklere karşın RelyX Unicem, dentinde, diğer rezin simanlarla karşılaştırılabilir sonuçlar vermektedir. Asitlemenin minedeki pozitif etkisinin karşısında, dentinde asitleme, yapışmaya zarar veren bir etki yaratmaktadır. Asitleme yapıldıktan sonra yapılan mikrogerilim dentinde oldukça düşük çıkmaktadır. Asitleme self-adeziv rezin simanın kollojen matrikse infiltrasyonunu engellemektedir (Radovic ve Vulicevic, 2008; Radovic et al., 2008).

Mineye bağlanma büyük teknik gereksinim ve zorluklar içermeyen basit bir süreçtir. Diğer yandan dentine bağlanma daha zor bir süreçtir. Mine ve dentine bağlanma arasındaki bu farkta birçok faktör rol oynamaktadır. Hacimsel olarak mine %90'dan fazla hidroksiapatit içeren yüksek mineralize bir dokudur. Dentin ise önemli oranda su ve organik materyal içerir ve bu da bağlanma mekanizmasını bozan nemli bir yüzey oluşturmaktadır (Arisu et al., 2008). Çalışmamızda dentinde mineye göre tespit edilen yüksek sızıntı skorları yapılan diğer çalışmalarla (Romão et al., 2004; Arisu et al., 2008; Uludag et al., 2009) benzerdir. Bu sonuç iki dokunun kompozisyonları ile ilişkilendirilebilmektedir.

Seramik sistemlerden ve yapıştırma simanlarından bağımsız olarak, dentin marjinleri istatistiksel olarak her zaman için mine marjinlerinden daha yüksek boya penetrasyonu göstermişlerdir. Restorasyon marjindeki rezin

simanın klinik aşınmasını azaltmak için küçük siman aralığının gerekliliği gösterilmiştir (Romão et al., 2004).

Yeni adeziv sistemlerin uzun dönem klinik çalışmaları olmadığı için restoratif materyallerin laboratuvar testleri çok önemlidir (Toman et al., 2008).

Rosentritt ve arkadaşları (2003) tam seramik inleylerin marjinal adaptasyonunu SEM ve mikrosızıntı testleri ile belirlemiştir. Her bir dişin kenar uyumu diş-siman ve siman-inley arasındaki geçişleri ile ilgili olarak siman-dentin ve siman-mine birleşimlerinde değerlendirilmiştir. İnleyler dişlere 2 rezin siman (Variolink II, Panavia F), bir kompomer (Dyract Cem Plus), bir rezin modifiye cam iyonomer (Fuji Plus) ve bir self-adeziv rezin siman (RelyX Unicem) ile üretici firma tavsiyelerine uyarak yapıştırılmıştır. Termal siklus ve mekanik yükleme sonrası testler yapılmıştır. Smear tabakasını modifiye eden sistemler genellikle düşük bağlanma direnç değerleri vermektedir ancak RelyX Unicem rezin simanlara benzer bağlanma özellikleri göstermiştir. Daha az sayıda boşluk ve daha iyi homojenite sağlayan kapsüllü uygulama sonuçları geliştirmiştir. Resin modifiye cam iyonomer siman ve kompomer zayıf marjinal adaptasyon ve aşırı sızıntı sonuçları vermiştir.

Frakenberger ve arkadaşları (2008) çalışmalarında, seramik inleyleri 2 self-adeziv rezin siman (Maxcem ve RelyX Unicem) ve 4 kompozit rezin siman (Calibra, Variolink II, Multilink, Panavia F 2.0) ile yapıştırmışlar ve marjinal uyumlarını değerlendirmişlerdir. Tüm örnekler termalsiklus ve mekanik yükleme uygulandıktan sonra SEM ile marjinal analizleri yapılmıştır. Mine

ve dentinde Maxcem en kötü sonuçları verirken, RelyX Unicem dentinde en iyi sonuçları vermiştir.

Uyumu iyi olan inleylerde kullanılan yapıştırma simanının vizközitesinin dentin marjinlerindeki etkisi çok belirgin değildir. İnley sınırları mine-
sement sınırını içine alacak şekilde sonlanıyorsa marjinal uyum çok daha önemlidir. Bu durumda yüksek vizköziteli yapıştırma ajanları tercih edilmelidir (Hahn et al., 2001). Bizim çalışmamızda kullanılan self-adeziv rezin simanlar düşük vizköziteye sahiptir (Ferracane et al., 2011). Bu sebeple farklı yapım tekniğiyle yapılan seramik inleylerde farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Simantasyon öncesinde kavite ile inleylerin uyumu ne kadar iyi olursa marjinal uyum o kadar iyi olur ve sızıntı o kadar az olur. Sızıntı sadece iyi uyumla engellenemez aynı zamanda restorasyon ve diş yüzeyi arasında güçlü bir adezyon gerçekleşmesi gerekmektedir (Shinkai et al., 1995).

Bu çalışmada simanlar karşılaştırıldığında RelyX Unicem mine ve dentinde en iyi sonuçları göstermiştir. Speedcem ve Smartcem2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Blatz ve arkadaşları (2010) 6 farklı self-adeziv rezin simanı zirkonyum disklere yapıştırmışlar, termal siklus sonrasında yapışma dirençlerini karşılaştırmışlardır. RelyX Unicem Applicap (RUA), Gcem ve Clearfil SA siman farklı adeziv yapışma mekanizmalarına sahip olsalar da benzer yapışma direnci göstermişlerdir. RUA dual-cure likit-toz rezin materyaldir ve fosforik asit grupları ile birlikte metakrilat monomerlerini içermektedir. Bu fosforik asit grupları hidrojen bağlanması ile yüzey adezyonunu

gerçekleştirmektedir. En yüksek bağlanmayı RUA göstermiştir. Bunun yanında 4-META içeren ürünler de dişle kimyasal bağlanma sergilemektedir. Gcem 4-META ve UDMA içermektedir. Bunlar BisGMA ile karşılaştırıldığında, daha düşük moleküler ağırlık ve vizköziteye sahip materyallerdir.

Behr ve arkadaşları (2004) ise, dentin marjinde sonlandırılan tüm seramik kronları yapıştırdıktan sonra termal siklus (ısı döngü) ve mekanik yükleme uygulamışlar ve marjinal adaptasyonları ile sızıntılarını incelemişlerdir. Self-adeziv rezin siman olan RelyX Unicem diğer rezin simanlardan daha iyi sonuçlar vermiştir.

Behr ve arkadaşları (2009) 32 Empress 2 MOD inleyi Maxcem, Multilink Sprint, RelyX Unicem Clicker ve Panavia F 2.0 ile yapıştırmışlardır. Panavia F 2.0 kontrol grubu olarak alınmıştır. 90 gün suda bekletilen örneklere uygulanan termal siklus ve mekanik yükleme sonrasında dentin ve minede marjinal uyumları SEM ve boya penetrasyonu testi ile değerlendirilmiştir. En düşük boya penetrasyonu sergileyen Panavia grubunu RelyX grubu takip etmiştir. Maxcem ve Multilink %60'a varan önemli derecede boya penetrasyonu göstermiştir. En kötü performansı gösteren sistem Multilink Sprint olmuştur.

Porselen veneer, tüm seramik inleyler restorasyonları, parsiyel seramik kronlar, tüm seramik kronlar, altın inleyler, tam döküm kronlar ve fiber postlar RelyX Unicem ile simante edilmiş ve mikrosızıntıları değerlendirilmiştir. Variolink II ile karşılaştırıldığında RelyX Unicem'in porselen veneerlerdeki mikrosızıntısı belirgin bir şekilde yüksek çıkmıştır. Tüm seramik MOD inleyler self-adeziv rezin siman ile yapıştırıldığında,

mine ve dentindeki mikrosızıntı değerleri Variolink ve Panavia F gibi rezin simanlarla karşılaştırılabilir sonuçlar vermiştir (Radovic ve Vulicevic, 2008).

Bu çalışmada seramik inleyler simanlar yönünden değerlendirildiğinde CEREC 3 inleylerden RelyX Unicem ile yapıştırılanlar minede ve dentinde anlamlı derecede düşük mikrosızıntı yüzdeleri göstermişlerdir. Smartcem2 ve Speedcem arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

IPS e.max Press inleylerde; RelyX Unicem ile yapıştırılanların sızıntı değerleri anlamlı derecede düşük görölmektedir. IPS e.max Press inleylerde Smartcem 2 ile yapıştırılanlar, Speedcem ile yapıştırılanlardan yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiş olsa da aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Turkomcera inleylerde; RelyX Unicem ile yapıştırılanlar minede ve dentinde mikrosızıntı değerleri anlamlı derecede düşüktür. Smartcem2 ile yapıştırılanlar minede ve dentinde anlamlı derecede yüksektir. Speedcem ile yapıştırılanlar minede ve dentinde anlamlı derecede yüksektir.

Bu çalışmada inleylerin simantasyonunda kullanılan simanlardan Smartcem2 ve Speedcem'in RelyX Unicem'e göre daha kötü sonuçları göstermesi, içerdiği asidik monomerlerin düzgün bir şekilde nötralize olamaması ve bu sebeple asidik potansiyelinin devam etmesi ile polimerizasyon reaksiyonunun etkilenmesi ve sonuç olarak adezyonun tehlikeye düşmesi ile açıklanabilmektedir. Bu simanların farklı kimyasal yapılaraya sahip olması da mikrosızıntı sonuçlarını etkilemiş olabilir.

Schenke ve arkadaşları (2008) Vita Mark II seramik blokları ile CEREC 3 kullanarak parsiyel seramik kronlar yapmışlar ve bunları konvansiyonel

yapıştırma tekniği, rezin kaplama yapıştırma tekniği ve RelyX Unicem ile yapıştırmışlar sonuç olarak Rely X Unicem en iyi mikrosızıntı sonuçlarını göstermiştir. Yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre tüm seramik restorasyonların simantasyonunda RelyX Unicem'i tavsiye etmişlerdir.

Ağız ortamında restoratif materyallerde termal etkiler nedeni ile ortaya çıkan büzülme ve genişmenin yanı sıra abrazyon, erozyon ve çözünmeler de görülmektedir. Asitler özellikle asidik kompleks ajanlar simanlarda önemli oranlarda çözünmeye yol açmakta ve kenar sızıntısını artırmaktadır. Tükürük, pelikül tabakası, yiyecek ve içeceklerin sıcaklık farklılıkları ağız içerisinde bulunan restoratif materyallerin estetik ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Gürdal et al., 2002). Bu gibi nedenlerle yapmış olduğumuz bu in vitro çalışmanın ağız ortamını tam olarak taklit etmesi mümkün değildir. Çalışmamızda kullanılan mekanik yükleme Uludag ve arkadaşlarının 2009 yılında yapmış oldukları çalışmadaki gibi aksiyel yönde gerçekleştirilmiş ve ağız içindeki lateral hareketler teste yansıtılamamıştır. İn vitro koşullar altında gerçekleştirilen bu çalışmanın kliniğe ışık tuttuğu düşüncesindeyiz, ancak in vivo çalışmalarla da desteklenmesi gerekmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapım teknikleri farklı seramik inleylerin (CEREC 3, IPS e.max Press, Turkomcera), farklı adeziv sistemler ile çekilmiş ve prepare edilmiş doğal dişler üzerine adeziv smantasyon tekniğiyle yapıştırıldığı, termal siklus ve mekanik yüklemeler sonrası mikrosızıntı yönünden değerlendirildiği çalışmamızda, RelyX Unicem, Speedcem ve Smartcem 2 self-adeziv rezin siman kullanılmıştır. Buna göre;

1. Yapıştırma simanı ve restorasyon kenarlarının mine veya dentinde sonlanması mikrosızıntıyı belirgin olarak etkilemiştir.
2. Yapıştırma simanları içinde minede ve dentinde en düşük sızıntıyı RelyX Unicem vermiştir.
3. Seramik inleyler içinde basınçla preslenen sistem IPS e.max Press ile CAD-CAM sistemi birbirlerine yakın sızıntı sonuçları göstermiştir. Minede ve dentinde en yüksek sızıntı değerlerini Turkomcera inleyler göstermiştir.
4. Adeziv diş hekimliğindeki gelişmelere rağmen yeni sistem inleyler ve self-adeziv rezin simanlar tam olarak mikrosızıntıyı önlemeyi başaramamıştır.

ÖZET

Yapım Teknikleri Farklı Seramik İnlelerin Farklı Adeziv Sistemler ile Yapıştırılması Sonrası Mikrosızıntı Yönünden Değerlendirilmesi

Çalışmamızın amacı ısı ve basınç altında şekillendirilen lityum disilikat içerikli, bilgisayar yardımı ile hazırlanan lösit-cam içerikli ve yüksek miktarda alüminyum oksit içerikli cam infiltre seramik ile hazırlanan üç farklı yapıdaki ve yapım teknikleri farklı seramik inleynin üç farklı self-adeziv rezin siman kullanarak yapıştırılmasının ardından ortaya çıkan mikrosızıntı sonuçlarını değerlendirmektir. Çalışmanın ilk aşamasında 90 adet çekilmiş çürüksüz alt 3. molar dişlere Sınıf II MOD kaviteler açılmıştır. Birinci gruba Vitamark II bloklar kullanılarak CEREC 3 cihazı ile, ikinci gruba IPS e.max Press ve son gruba Turkomcera seramik inleyle hazırlanmıştır. Hazırlanan seramik inleyle 10'arlı gruplar halinde 3 farklı self-adeziv rezin siman ile aynı koşullarda simante edilmiştir. Bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra örneklerin tümü 37°C'de distile su içinde 24 saat bekletildi ve 5°C ve 55°C'lik banyo solüsyonlarında her bir banyo solüsyonunda siklus süresi 30 sn olmak üzere toplam 1000 devirlik termosiklus işlemi uygulandı. Termosiklustan sonra örnekler 10'arlı gruplar halinde aksiyel yönde santral fossalarından yaklaşık 5 mm çapındaki çelik küre ile yaklaşık 50 N kuvvet ile 1.6 Hz Frekansta 100.000 kez yüklendiler. Örnekler, termosiklus ve mekanik yükleme sonrası boya penetrasyonu için hazırlanmıştır. Bu amaçla restorasyon ve restorasyonun 1 mm etrafındaki alan dışındaki tüm diş yüzeyi 2 kat tırnak cilası ile kaplanmıştır. Dişler %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Yıkayıp kurutulan örnekler şeffaf akril kalıplar içine gömüldükten sonra düşük devirde çalıştırılan su soğutmalı kesit alma cihazı ile mesio-distal yönde yaklaşık 0,5 mm'lik 2 adet kesit alınmıştır. Böylece her dişten 2 kesit alınarak, mikrosızıntı 4 yüzeyde değerlendirilmiş ve yüzeylerin ortalaması alınarak o dişe ait mikrosızıntı değeri hesaplanmıştır. Çalışmamızda ışık mikroskobu kullanılmıştır. Görüntü analiz sistemi olarak da Axio Vision LE Release 4.8.2 kullanılmıştır. Boya geçiş derecelerinin fotoğrafları bilgisayarda $\times 40$ büyütmede kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar normallik testleri sonucunda 3 gruplu karşılaştırmalarda Bonferonni düzelmeli Kruskal-Wallis H testi ve ikili karşılaştırmalarda da Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Sonuçlara göre simanlar ve seramik inleyle kendi içlerinde değerlendirildiğinde; RelyX Unicem grubunda değerler anlamlı derecede düşük görülmektedir ($p < 0,05$), Turkomcera grubunda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir ($p < 0,05$). Gruplar teker teker incelendiğinde ise RelyX Unicem, Smartcem2 ve Speedcem ile yapıştırılan seramik inleylelerden Turkomcera grubunda değerler anlamlı derecede yüksek çıkmıştır ($p < 0,05$). Seramik inleyle yönünden değerlendirildiğinde ise CEREC 3 ve IPS e.max Press ile hazırlananlardan RelyX Unicem ile yapıştırılanlar anlamlı derecede düşüktür ($p < 0,05$). Turkomcera ile yapıştırılanlarda ise Relyx olanlarda değerler anlamlı derecede düşük ($p < 0,05$), Speedcem olanlarda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir ($p < 0,05$), Smartcem2 olanlarda değerler anlamlı derecede yüksek görülmektedir ($p < 0,05$).

Anahtar Sözcükler: Seramik inley, Mekanik yükleme, mikrosızıntı, self-adeziv rezin siman, termosiklus

SUMMARY

Microleakage of Different Inlay Ceramic System Luted with Different Self-adhesive Resin Cements

The aim of this study was to evaluate the microleakage of CEREC 3, IPS e.max Press and Turkomcera inlays luted with three self-adhesive resin cements (RelyX Unicem, Smartcem2, Speedcem).

Standardized Class II MOD cavities were prepared in 90 unrestored human mandibular third molars. Ceramic inlays were constructed according to each manufacturer's instructions and were cemented using three self-adhesive resin cements. The specimens were stored in distilled water at 37 °C for 24 h and subjected to thermocycling in water for 1000 times between 5-55°C with a dwell time of 30 seconds. Subsequently, the specimens were subjected to 100.000 cycles of mechanical loading of 50 N at 1.6 Hz in 37 °C water. The specimens were immersed in %0.5 basic fuchsin solution for 24 h and were sectioned using low-speed diamond blade. The length of dye penetration at the tooth/restoration interface and the length of tooth/restoration interface measurements were recorded with microscopic digital analysis to obtain the percentage of dye leakage at the tooth/restoration interface..

Microleakage measurements were assessed using Kruskal-Wallis tests with Bonferonni correction and multiple comparisons were undertaken using Mann-Whitney U test at a confidence level set at $p < .05$. Microleakage at the RelyX Unicem interface was lower than other groups ($p < .05$). Microleakage of Turkomcera system was higher than CEREC3 and IPS e.max Press ceramic inlays ($p < .05$). Regardless of the ceramic system and self-adhesive resin cements, dentin margins exhibited higher dye penetration than enamel margins.

Keywords: Ceramic inlay, mechanical loading, microleakage, self-adhesive resin cement, thermocycle

KAYNAKLAR

- 3M ESPE RESEARCH AND DEVELOPMENT SCIENTIFIC SERVICE. (2007). RelyX Unicem self-adhesive universal resin cement technical data sheet. Erişim:[<http://multimedia.3m.com/mws>]. Erişim Tarihi: 10.05.2011
- 3M ESPE RESEARCH AND DEVELOPMENT SCIENTIFIC SERVICE. (2009). RelyX Unicem self-adhesive universal resin cement clinical studies. Erişim: [<http://multimedia.3m.com/mws>]. Erişim Tarihi: 10.05.2011
- ABD EL HALIM, S., ZAKI, D. (2011). Comparative evaluation of microleakage among three different glass ionomer types. *Oper Dent.*, **36**:36-42
- ABO-HAMAR, S.E., HILLER, K.A., JUNG, H., FEDERLIN, M., FRIEDL, K.H., SCHMALZ, G. (2005). Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Invest.*, **9**:161-167.
- ALAÇAM, T., NALBANT, L., ALAÇAM, A. (1998). İleri Restorasyon Teknikleri. Polat Yayınları, Ankara. s:199-211,309-340.
- ALLEN KL, SCHENKEL AB, ESTAFAN D. (2004). An overview of the CEREC 3D CAD/CAM system. *Gen Dent.*, **52**:234-235.
- AL-MAKRAMANI, B.M.A., RAZAK, A.A.A., ABU-HASSAN, M.I. (2009). Comparison of the load at fracture of Turkom-Cera to Procera Allceram and In-ceram all-ceramic restorations. *J Prosthodont.*, **18**:484-488.
- AL-MAKRAMANI, B.M.A., RAZAK, A.A.A., ABU-HASSAN, M.I. (2010). Biaxial flexural strength of Turkom-Cera core compared to two other all-ceramic systems. *J Appl Oral Sci.*, **18**:607-612.
- ANUSAVİCE, K.J. (2003). Phillips' Science of Dental Materials. Elseiver. Chapter 21.
- ARISU, H.D., ÜÇTAŞLI, M.B., ELİGÜZELOĞLU, E., ÖZCAN, S., ÖMÜRLÜ, H. (2008). The effect of occlusal loading on the microleakage of Class V restorations. *Oper Dent.*, **33**:135-141.
- ARCORIA, C.J., VITASEK, B.A., FERRACANE, J.L. (1990). Microleakage of composite resin restorations following thermocycling and instrumentation, *Gen. Dent.*, **38**:129-131.
- AUDENINO, G., BRESCIANO, M.E., BASSI, F., CAROSSA, S. (1999). In vitro evaluation of fit of adhesively luted ceramic inlays. *Int J Prosthodont.*, **12**:342-347.
- ATALI, P.Y., ÇAKMAKÇIOĞLU, Ö., TOPBAŞI, B., TÜRKMEN, C., SÜSLEN, Ö. (2011). IPS Empress Onlays luted with two dual-cured resin cements for endodontically treated teeth: A 3-year clinical evaluation. . *Int J Prosthodont.*, **24**:40-42.

- AYYILDIZ, S., UYAR, A., YÜZÜGÜLLÜ, B. (2009). Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.*, **19**:219-226.
- BAUER, J.G., HENSON, J.L. (1984). Microleakage: a measure of the performance of direct filling materials, *Oper. Dent.*, **9**:2-9.
- BAUNANN, M.A., HEIDEMANN, D. (1991). Biocompatibility of Dental Inlay Ceramics, Mörmann, W.H. *Proceedings of the International Symposium on Computer 103 Restorations: State of the Art of the Cerec Method*, Berlin Quintessence Verlag, s:373-376.
- BECKER, C.M., KANDAHL, W.B. (2005). Current theories of crown colour, margin placement and pontic design. *J Prosthet Dent.*, **93**:107-115.
- BEHR M., ROSENTRITT M., REGNET T., LANG R., HANDEL G. (2004). Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. *Dent Mater.*, **20**:191-197.
- BEHR, M., HANSMANN, M., ROSENTRITT, M., HANDEL G. (2009). Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent. *Clin Oral Investig.* **13**:459-464.
- BELLI, R., PELKA, M., PETSCHT, A., LOHBAUER, U. (2009). In vitro wear gap formation of self-adhesive resin cements: A CLSM evaluation. *J Dent.*, **37**:984-993.
- BLATZ, M., SADAN A., KERN M. (2003). Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent.*, **89**: 268-274.
- BLATZ, M.B., PHARK, J., OZER, F., MANTE, F.K., SALEH, N., BERGLER, M., SADAN, A. (2010). In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. *Clin Oral Invest.*, **14**:187-192.
- BOTOLOTTO, T., ONISOR, I., KREJCI, I. (2007). Proximal direct composite restorations and chairside CAD/CAM inlays: Marginal adaptation of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel conditioning. *Clin Oral Invest.*, **11**:35-43.
- BRANTLEY, C.F., KANOY, B.E.Jr., STURDEVANT, J.R. (1986). Thermal effects on retention of resin-bonded retainers, *Dent. Mater.*, **2**:67-71.
- BURKE, E.J., QUALTROUGH, A.J. (1994). Aesthetic inlays: composite or ceramic? *Br Dent J.*, **176**:53-60.
- CADENARO, M., NAVARRA, C.O., ANTONIOLLI, F., MAZZONI, A., DI LENARDA, R., RUEGGERBERG, F.A., BRESCHI, L. (2010). The effect of curing mode on extent of polymerization and microhardness of dual-cured, self-adhesive resin cements. *Am J Dent.*, **23**:14-18.
- CARL ZEISS MICROIMAGING GMBH. (2010). Axio vision perform to perfection. Erişim:[www.zeiss.de/axiovision]. Erişim tarihi: 22.05.2011.

- CHALTON, D.G., MOORE, B.K. (1992). In vitro evaluation of two microleakage detection tests. *J Dent.*, **20**:55-58.
- CHANG J.C., HART D.A., ESTEY A.W., CHAN J.T. (2003). Tensile bond strength of five luting agents to two CAD/CAM restorative materials and enamel. *J Prosthet Dent.*, **90**: 18-23.
- COELHO SANTOS, M.J.M., MONDELLI, R.F.L., LAURIS, J.R.P., NAVARRO, M.F.L. (2004). Clinical evaluation of ceramic inlays and onlays fabricated with two systems: Two year clinical follow up. *Oper Dent.*, **29**:123-130.
- CONRAD, H.J., SEONG, W., PESUN, I.J. (2007). Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *J Prosthet Dent.* **98**:389-404.
- CORTES, O., GARCÍA, C., PEREZ, L., PEREZ, D. (1998). Marginal microleakage around enamel and cementum surfaces of two compomers. *J Clin Pediatr Dent.*, **22**:307-310.
- CRISPIN, B.J., JO, Y.H., HOBBO, S. (1994). Esthetic ceramic restorative materials and techniques. In: Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals. Quintessence Pub. Co. Inc., Tokyo, p:155-297.
- CURA C., SARAÇOĞLU A., ÇÖTERT, S. (2003). Effect of different bonding agents on shear bond strengths of composite-bonded porcelain to enamel. *J Prosthet Dent.*, **89**:394-399.
- DAYANGAÇ, G.B. (2000). Kompozit rezin restorasyonlar. Ankara: Güneş Kitapevi Ltd. Şti., s:1-99.
- DE MUNCK, J., LANDUYT, K.V., PEUMANS, M., POITEVIN, A., LAMBRECHTS, P., BRAEM, M., MEERBEEK, B.V. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *J Dent Rest.*, **84**:118-132.
- DENRY, I., HOLLOWAY, J.A. (2010). Ceramics for dental applications: A review. *Materials*, **3**: 351-368.
- DEPPERT, W., STOLL, K. (1988). Pnömatik Maliyetlerin Azaltılması. 1. Baskı. Ankara: Vogel Yayınevi.
- DEPPERT, W., STOLL, K. (1994). Pnömatik Kumandalar. 1. Baskı. Ankara: Vogel Yayınevi.
- 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.
- DIETSCHI D., SPREAFICO R. (1997). Adhesive Metal-Free Restorations. Current Concepts for the Esthetic Treatment of Posterior Teeth. Quintessence Publishing Co.Inc., Chicago.
- DONG, J.K., LUTHY, H., WOHLWEND, A., SCHARER, P. (1992). Heat pressed ceramics: Technology and strength. *Int J Prosthodont.*, **5**:9-16.

- DOUGLAS, W.H., CHEN, C.J., CRAIG, R.G. (1980). Neutron activation analysis of microleakage around a hydrophobic composite restorative. *J Dent Res.*, **59**:1507-1510.
- DOUGLAS, W.H., FIELDS, R.P., FUNDINGSLAND, J. (1989). A comparison between the microleakage of direct and indirect composite restorative systems. *J Dent.*, **17**:184-188.
- DURET, F., BLOUIN, J.L., DURET, B. (1988). CAD/CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc.*, **117**:115-120.
- EL-MOWAFY, O. (2000). Management of extensive carious lesions in permanent molars of a child with nonmetallic bonded restorations-a case report, *J Can Dent Assoc.*, **66**:302-307.
- EL-MOWAFY, O. (2001). The use of resin cements in restorative dentistry to overcome retention problems. *J Can Assoc.*, **67**:97-102.
- EL-MOWAFY, O., BROCHU, J.F. (2002). Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations--a literature review. *J Can Dent Assoc.*, **68**:233-237.
- FERRACANE, J.L., STANSBURY, J.W., BURKE, F.J.T. (2011). Self-adhesive resin cements-chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehab.*, **38**:295-314.
- FERRARI, M., CAGIDIACO, M.C., DAVIDSO, C.L. (1997). Resistance of cementum in Class II and V cavities to penetration by an adhesive system. *Dent Mater.*, **13**:157-162.
- FERRARI, M., VICHI, A., FEILZER, A.J. (2001). Materials and luting cements for indirect restorations. *Advances in operative dentistry: contemporary clinical practice*. ROULET, J.F., WILSON, N.H.F., FUZZI, M. Quintessence Publishing., Berlin. p:98.
- FERRARI, M., DAGOSTIN, A., FABIANELLI, A. (2003). Marginal integrity of ceramic inlays luted with a self-curing resin system. *Dent Mater.*, **19**:270-276.
- FRADEANI, A., AQUILANO, A., BASSEIN, L. (1997). Longitudinal study of pressed glass-ceramic inlays for four and a half years. *J Prosthet Dent.* **78**:346-353.
- FRAKENBERGER, R., LOHBAUER, U., SCHAIBLE, R.B., NIKOLAENKO, S.A. (2008). Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. *Dent Mater.*, **24**:185-191.
- FUZZI, M., RAPPELLI, G. (1998). Survival rate of ceramic inlays. *J Dent.* **26**:623-626.
- GARBER, D.A., GOLDSTEIN, R.E. Porcelain and Composite Inlays and Onlays. Esthetic Posterior Restorations. Quintessence Publications Co.Inc., Chicago, 1994.
- GLAVINA, D., SKRINJARIC, I. (2001). A new method for fabricating ceramic inlays: the CAD/CIM system technology for the 21st century. *Acta Stomatol Croat.*, **35**:53-58.
- GRIGGS, J.A. (2007). Recent advances in materials for all-ceramic restorations. *Dent Clin N Am.* **51**:713-727.

- GURDAL, P., AKDENİZ, B.G., SEN B.H. (2002). The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.*, **29(9)**:895-901.
- GWINNETT, A.J., BARATIERI, L.N., MONTEIRO, S., RITTER, A.V. (1994). Adhesive restorations with amalgam: Guidelines for the clinician. *Quintessence Int.*, **25**:687-695.
- HAHN, P., ATTIN, T., GRÖFKE, M., HELLWIG, E. (2001). Influence of cement viscosity on microleakage of ceramic inlays. *Dent Mater.*, **17**:191-196.
- HASANREISOĞLU, U., SÖNMEZ, H., ÜÇTAŞLI, S., WILSON, H.J. (1996). Microleakage of direct and indirect inlay/onlay systems. *J Oral Rehab.*, **23**:66-71.
- HATRICK, C.D., EAKLE, W.S., BIRD, W.F. (2003). Principles of Bonding, In: Dental Materials, Clinical Applications for Dental Assistants and Dental Hygienists, Ed: Saunders, Elsevier, s:41-59.
- HEIKEL, Y., FREYMAN, M., FANTI, V., CLAISSE, A., POUMIER, F., WATSON, M. (2000). Apikal microleakage of radiolabeled lysozyme over time in three techniques of root canal obturation. *J Endod.*, **26**:148-152.
- HELVATJOGLOU-ANTONIADES, M., THEODORIDOU-PAHINI, S., PAPADOGIANNIS, Y., KAREZIS, A. (2000). Microleakage of bonded amalgam restorations: effect of thermal cycling, *Oper. Dent.*, **25**:316-323.
- HICKEL, R., DASCH, R., JANDA, M., TYAS, M., ANUSAVICE, K. (1998). New direct restorative materials. *Int Dent J.*, **48**:3-16.
- HIKITA, K., MEERBEEK, V., DE MUNCK, J., IKEDA, T., VAN LANDUYT, K., MAIDA, T., LAMBRECHTS, P., PEUMANS, M. (2007). Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.*, **23**:71-80.
- HILL, E.E. (2007). Dental cements for definitive luting: A review and practical clinical considerations. *Dent Clin N Am.*, **51**:643-658.
- HÜRMÜZLÜ, F., SİSO, S.H., İSİN, D. (2004). Yeni jenerasyon dentin bonding ajanların amalgam restorasyonlarda marjinal sızıntıya etkisi. *Cumhuriyet Üniv Dis Hek Fak Derg.*, **7**:22-26.
- IBARRA, G., JOHNSON, G.H., GEURTSSEN, W., VARGAS, M.A. (2007). Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resinbased dental cement. *Dent. Mater.*, **23**: 218-225.
- IVOCLAR VIVADENT, PRODUCT INFORMATION (2005). The compatible all-ceramic system, Research & Development Scientific Services.
- IVOCLAR VIVADENT. (06.06.2009). IPS e-max press instructions for use. Erişim:[<http://www.ivoclarvivadent.com/en/all/products/all-ceramics/ips-emax-technicians/ips-emax-press>]. Erişim Tarihi:31.03.2011.

- JACOBSEN, P. (1998). Properties of restorative materials "Restorative Dentistry", (Ed. P. Jacobsen)'da, Reed Educational and Professional Publishing Ltd., Oxford, p:70-81.
- JEDYNAKIEWICZ, N.M. (2001). Cerec: Science, Research, and Clinical Application. *Compend Contin Educ Dent.*, **22**: 7-13.
- JOHNSON, W.T., ZAKARIASEN, K.L. (1983). Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **56**:305-309.
- JUNG, S., MIN, K., CHANG, H., PARK, S., KWON, S., BAE, J. (2007). Microleakage and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. *J Prosthet Dent.*, **98**:270-276.
- KARACAN, İ. (1988). Pnömatik Kontrol. 5. Baskı. Cilt I. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matbaası.
- KARADAĞ, S. (2005). Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. *Atatürk Üni Diş Hek Fak.*, **15(2)**:80-87.
- KELLY, J.R. (2004). Dental Ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin N Am.*, **48**:513-530.
- KELLY, J.R. (2006). Machinable ceramics. In: *State of the Art of CAD/CAM Restorations*, Ed.: W.H. Mörmann. Germany: Quintessence, p:29-38.
- KELLY, J.R. (2008). Dental ceramics: What is this stuff anyway? *JADA*. **139**:4-7.
- KRÄMER, N., FRAKENBERGER, R., PELKA, M., PETSCHERT, A. (1999). IPS Empress inlays and onlays after four years- a clinical study. *J Dent*. **27**:325-331.
- KRÄMER, N., EBERT, J., PETSCHERT, A., FRAKENBERGER, R. (2006). Ceramic inlays bonded with two adhesives after 4 years. *Dent Mater.*, **22**:13-21.
- KREJCI, I., LUTZ, F. (1991). Marginal adaptation of Class V restorations using different restorative techniques. *J Dent.*, **19**:24-32.
- KREJCI, I., KREJCI, D., LUTZ, F. (1992). Clinical evaluation of a new pressed glass ceramic inlay material over 1.5 years. *Quintessence Int.* **23**:446-472.
- KRIFKA, S., ANTHOFER, T., FRITZSCH, M., HILLER, K.A., SCHMALZ, G., FEDERLIN, M. (2009). Ceramic inlays and partial ceramic crowns: Influence of remaining cusp wall thickness on the marginal integrity and enamel crack formation in vitro. *Oper Dent.*, **34**:32-42.
- KOCABALKAN, E. (1993). Dishekimliğinde mikrosızıntı ve tespit yöntemleri. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg.*, **3**:52-56.

- KORKUT, L., COTERT, H.S., KURTULMUS, H. (2011). Marginal, internal fit and microleakage of zirconia infrastructures: An in-vitro study. *Oper Dent.*, **36**:72-79.
- KUMBULOĞLU, O., LASSILA, L.V.J., USER, A., TOKSAVUL, S., VALLITTU, P.K. (2005). Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *J. Oral Rehabil.*, **32**:128-133.
- LIU, P.R. (2005). A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent.*, **26**:507-512.
- LIU, Q., MENG, X., YOSHIDA, K., LUO, X. (2011). Bond degradation behavior of self-adhesive cement and conventional resin cements bonded to silanized ceramic. *J Prosthet Dent.*, **105**:177-184.
- LLYOD, B., RALPH, W.P., MELVIN, R.L. (1985). Textbook of Operative Dentistry II.ed, W.B. Saunders., Tokyo.
- LOTHAR, V. (2001). Cercon the all ceramic CAM system by Degussa Dental. *Quintessence*, **52**:811-14.
- MARTIN, N., JEDYNAKIEWICZ, N.M. (1999). Clinical performance of CEREC ceramic inlays: a systematic review. *Dent Mater.*, **15**:54-61.
- McLEAN, J.W., ODONT, D. (2001). Evolution of dental ceramic in the twentieth century. *J Prosthet Dent.*, **85**:61-66.
- MOLIN, M.K., KARLSSON, S.L. (2000). A randomized 5-year clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems. *Int J Prosthodont.* **13**:194-200.
- MÖRMANN, W.H., BINDL, A. (2000). The cerc 3-a quantum leap for computer-aided restorations: Initial clinical results. *Quintessence Int.* **31**:699-712.
- MÖRMANN, W.H., BINDL, A. (2002). All ceramic, chairside computer aided design/computer aided machining restorations. *Dent Clin N Am.*, **46**:405-426.
- MÖRMANN, W.H.(2006). The evolution of the CEREC system. *JADA.*, **137**:7-13.
- MÖRMANN, W.H., BRANDESTINI, M. (2006). The fundemantal inventive principles of CEREC CAD/CAM. In: *State of the Art of CAD/CAM Restorations*, Ed.: W.H. Mörmann. Germany: Quintessence, **p**:1-9.
- MÖRMANN, W., KREJCI, I. (1992). Computer-designed inlays after 5 years in situ: clinical performance and scanning electron microscopic evaluation. *Quintessence Int.*, **23**:109-115.
- MÖRMANN, W.H., WOLF, D., ENDER, A., BINDL, A., GOHRING, T., ATTIN, T. (2009). Effect of two self-adhesive cements on marginal adaptation and strength of esthetic ceramic CAD/CAM molar crowns. *J Prosthodont.* **18**:403-410.

- O'BRIEN, W.J. (2002). *Dental Materials and Their Selection*. 3rd Edition. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago.
- OTTO, T., DE NISCO, S. (2002). Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont.*, **15**:122-128.
- ÖZCAN, M., VALLITTU, P.K. (2003). Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater.*, **19**: 725-731.
- ÖZTÜRK, A.N., İNAN, Ö., İNAN, E., ÖZTÜRK, B. (2007). Microtensile bond strength of Cad-Cam and pressed-ceramic inlays to dentin. *Eur J Dent.*, **2**:91-96.
- PALLESEN, U., VAN DIJKEN, J.W. (2000). An 8-year evaluation of sintered ceramic and glass ceramic inlays processed by the Cerec CAD/CAM system. *Eur J Oral Sci.*, **108**:239-246.
- PARR, E.A. (1994). *Endüstriyel Kontrol El Kitabı*. Cilt II. Ankara: Evren Ofset A.Ş., Web Ofset Tesisleri.
- PILO, R., BEN-AMAR, A. (1999). Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent.*, **82**:209-213.
- PIWOWARCZYK A., OTTL, P., LAUER, H.C., KURETZKY, T. (2005). A clinical report and overview of scientific studies and clinical procedures conducted on the 3M ESPE Lava All-Ceramic System. *J Prosthodont.*, **14**:39-45.
- PONGPRUESKA, P., KUPHASUK, W., SENAWONGSE, P. (2007). Effect of elastic cavity wall and occlusal loading on microleakage and dentin bond strength. *Oper Dent.*, **32**:466-475.
- POWIS, D.R., PROSSER, H.J., SHORTALL, A.C. (1988). Long term monitoring of microleakage of composites. Part I:Radiochemical diffusion technique. *J Prosthet Dent.*, **60**:304-307.
- PRADELLE-PLASSE, N., WENGER, F., PICARD, B., COLON, P. (2004). Evaluation of microleakage of composite resin restorations by an electrochemical technique: the impedance methodology. *Dent Mater.*, **20**:425-434.
- QUALTROUGH. A.J., PIDDOCK, V. (1997). Ceramics update. *J Dent.*, **25**:91-95.
- RADOVIC, I., VULICEVIC, Z.R. (2008). Fiber posts and endodontically treated teeth: A compendium of scientific and clinical perspectives. Marco Ferrari, Lorenzo Breschi, Simone Grandhi. *Modern Dentistry Media*.
- RADOVIC, I., MONTICELLI, F., GORACCI, C., VULICEVIC, Z.R., FERRARI, M. (2008). Self-adhesive resin cements: Aliterature review. *J Adhes Dent.*, **10**:251-258.

- REICH, S., GOZDOWSKI, S., TRENTZSCH, L., FRANKENBERGER, R., LOHBAUER, U. (2008). Marginal fit of heat-pressed vs. CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype. *Oper Dent.*, **33**:644-650.
- REID, J.S., SAUNDERS, W.P., BAIDAS, K.M. (1993). Marginal fit and microleakage of indirect inlay systems, *Am J Dent.*, **6**:81-84.
- REISS, B., WALTHER, W. (2000). Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of Cerec restorations. *Int J Comput Dent.*, **3**:9-23.
- ROBERSON, T.M., HEYMANN, H.O., SWIFT, E.J. (2006). Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry, 5th Edition, Elsevier Health Sciences.
- ROMÃO, W., MIRANDA, W.G., CESAR, P.F., BRAGA, R.R. (2004). Correlation between microleakage and cement thickness in three Class II inlay ceramic systems. *Oper Dent.*, **29**:212-218.
- ROSENSTIEL, S.F., LAND, M.F., CRISPIN, B.J. (1998). Dental luting agents: A review of current literature. *J Prosthet Dent.*, **80**:280-301.
- ROSENTRITT, M., BEHR, M., LANG, R., HANDEL, G. (2003). Influence of cement type on the marginal adaptation of all-ceramic MOD inlays. *Dent Mater.*, **20**:463-469.
- SAAVEDRA, G., ARIKI, E.K., FEDERICO, C.D., GALHANO, G., ZAMBONI, S., BALDISSARA, P., BOTTINO, M.A., VALANDRO, L.F. (2009). Effect of acid neutralization and mechanical cycling on the microtensile bond strength of glass-ceramic inlays. *Oper Dent.*, **34**:211-216.
- SAHIN, V., ULUDAG, B., USUMEZ, A., OZKIR, S.E. (2010). The effect of repeated firings on the color of an alumina ceramic system with two different veneering porcelain shades. *J Prosthet Dent.*, **104**:371-378.
- SCHMALZ, G., FEDERLIN, M., REICH, E. (1995). Effect of dimension of luting space and luting composite on marginal adaptation of a Class II ceramic inlay. *J Prosthet Dent.*, **73**:392-399.
- SEGURA, A., DONLY, K.J. (1993). In vitro posterior composite polymerization recovery following hygroscopic expansion. *J Oral Rehabil.*, **20**:495-499.
- SJÖGREN, G., LANTTO, R., GRANBERG, A., SUNDSTOM, B.O., TILLBERG, A. (1999). Clinical examination of leucite-reinforced glass ceramic crowns (Empress) in general practice; a retrospective study. *Int J Prosthodont.*, **12**:128-138.
- SHINKAI, K., SUZUKI, S., LEINFELDER, K.F., KATOH, Y. (1995). Effect of gap dimension on wear resistance of luting agents. *Am J Dent.*, **8**:149-151.
- SOARES, C.J., MARTINS, L.R., FERNANDES NETO, A.J., GIANNINI, M. (2003). Marginal adaptation of indirect composites and ceramic inlay systems. *Oper Dent.*, **28**:689-694.

- STAPPERT, C.F.J., CHITMONGKOLSUK, S., SILVA, N.R.F.A., ATT, W., STRUB, J.R. (2008). Effect of mouth-motion fatigue and thermal cycling on the marginal accuracy of partial coverage restorations made of various dental materials. *Dent Mater.*, **24**:1248-1257.
- STEYERN, P.V., CARLSON, P., NILNER, K. (2005). All ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zirkon technique. A 2 year clinical study. *J Oral Rehab.*, **32**:180-187.
- SWIFT, E.J., STRUDEVANT, J.R., RITTER, A.V. (2006). Class I and II indirect tooth-colored restorations. In: *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. Ed: ROBERSON, T.M., HEYMANN, H.O., SWIFT, E.J., St. Louis, Mosby Elsevier.
- TASCHNER, M., FRANKENBERGER, R., GARCIA-GODOY, F., ROSENBUSCH, S., PETSCHULT, A., KRÄMER, N. (2009). IPS Empress inlays luted with a self-adhesive resin cements after 1 year. *Am J Dent.*, **22**:55-59.
- TAYLOR, M.J., LYNCH, E. (1992). Microleakage. *J Dent.*, **20**:3-10.
- TIDEHAG, P., GUNNE, J. (1995). A 2-year clinical follow-up study of IPS Empress ceramic inlays. *Int J Prosthodont.*, **8**:456-460.
- TOMAN, M., TOKSAVUL, S., AKIN, A. (2008). Bond strength of all-ceramics to tooth structure using new luting systems. *J Adhes Dent.*, **10**:373-378.
- TRAJTENBERG, C.P., CARAM, S.J., KIAT-AMNUAY, S. (2008). Microleakage of all-ceramic crowns using self-etching resin luting agents. *Oper Dent.*, **33**:392-399.
- TROWBRIDGE, H.O. (1987). Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Oper Dent.*, **12**:164-172.
- TRUSHKOWSKY, R.D. (1999). Accurate provisional cementation: Prelude to an esthetic ceramic restoration. *Contemporary esthet.*, **21**:80-84.
- TÜRKMEN, C., DURKAN, M., ÖKSÜZ, M. (2009). Shear bond strength of indirect composites luted with three self-adhesive resin cements to dentin. *J Adhes.*, **85**:919-931.
- ULUDAG, B., OZTURK, O., OZTURK, A.N. (2009). Microleakage of ceramic inlays luted with different resin cements and dentin adhesives. *J Prosthet Dent.*, **102**:235-241.
- URAL, Ç., BURGAZ, Y., SARAÇ, D. (2010). In vitro evaluation of adaptation in five ceramic restoration fabricating techniques. *Quintessence Int.*, **41**:585-590.
- VAN DER ZEL, J.M., VLAAR, S., DE RUITER, W.J., DAVIDSON, C. (2001). The CICERO system for CAD CAM fabrication of full ceramic crowns. *J Prosthet Dent.*, **85**:261-267.
- VROCHARI, A.D., ELIADES, G., HELLWIG, E., WRBAS, K. (2009). Curing efficiency of four self-etching, self adhesive resin cements. *Dent Mater.*, **25**:1104-1108.

- WASSEL, R.W., WALLS, A.W.G., STEELE, J.G. (2002). Crowns and extra-coronal restorations: Materials selection. *Br Dent J.*, **192**:199-211.
- WENDT, S.L., JR., LEINFELDER, K.F. (1990). The clinical evaluation of heattreated composite resin inlays. *J Am Dent Assoc.*, **120**:177-181.
- WILLIAMS, P.T., SCHRAMKE, D., STOCKTON, L. (2002). Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. *Oper Dent.*, **27**:628-635.
- WRBAS, K., HEIN, N., SCHIRRMEISTER, J.F., ALTENBURGER, M.J., HELLWIG, E. (2007). Two-year clinical evaluation of Cerec 3D ceramic inlays inserted by undergraduate dental students. *Quintessence Int.*, **38**:575-581.
- YOUNGSAN, C.C., GREY, N.J.A., JONES, J.G. (1990). In vitro marginal microleakage: examination of measurements used in assessment. *J Dent.*, **18**:142-146.
- YOUNGSON, C.C., JONES, J.C., MANOGUE, M., SMITH, I.S. (1998). In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *Int Endod J.*, **31**:90-99.
- ZAİMOĞLU, A., KARAAĞAÇLIOĞLU, L. (1991). Microleakage in porcelain laminate veneers. *J Dent.*, **19**:369-372.
- ZAİMOĞLU, A., CAN, G. (2004). Sabit Protezler. Ankara: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Yayınları.
- ZARONE, F., RUSSO, S., SORRENTINO, R. (2011). From porcelain-fused-to-metal to zirconia: Clinical and experimental considerations. *Dent Mater.*, **27**:83-96.
- ZORTÜRK, M., YAĞCI, F., KILINÇ, D.İ. (2008). Üç farklı siman ajanının Turkom Cera™ tam seramik kronların vertikal kırılma direnci üzerine etkisi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **18**:47-52.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı: Elif

Soyadı: Saran

Doğum yeri ve tarihi: Ankara / 27.12.1982

Uyruğu: T.C

Medeni durumu: Evli

İletişim Adresi: Gazi Mah. Çatallı Sok. 30/16 Yenimahalle Ankara

II- Eğitimi

2007 - 2011 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Eğitimi

2000 - 2006 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Lisans Eğitimi

1996 - 2000 Ankara Ayrancı Süper Lisesi

1993 - 1996 Ankara İlköğretim Okulu

1988 - 1993 Ankara Gazi İlköğretim Okulu

Yabancı Dili: İngilizce

III- Mesleki Deneyimi

2007 – 2011 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

IV- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Diş Hekimleri Birliği

V- Bilimsel İlgi Alanları

YUCEDAG, E., KARAKUS, O. (2011). Porselen Laminate Veneerler ile Diastemaların Estetik Rehabilitasyonu: Bir Olgu Sunumu. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, [Epub ahead of print].

SAHIN, S., YUCEDAG, E., GENÇ, F., AKAL AKTAS, U.K. (2010). Reducing Class III Malocclusion of the Patient with Cleft Lip and Palate by Fixed Prosthesis: Report of a Case. The 17th scientific Congress of Turkish Association of oral and maxillofacial surgeons (TAOMS), October 2010 İstanbul, Turkey

VI- Bilimsel Etkinlikleri

Yapım teknikleri farklı seramik inleylerin farklı adeziv sistemler ile yapıştırılması sonrası mikrosızıntı yönünden değerlendirilmesi (Proje)

Tam Protezlerde Estetik (Seminer)

Tam Protezlerde Oklüzyon (Seminer)

VII- Diğer Bilgiler

- 2010 Türk, Yunan ve İsrail Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Dernekleri 1. Bilimsel Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- 2008 Türk Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Derneği 15. Uluslararası Kongresi, Antalya, Türkiye.
- 2008 17. Uluslararası İmplantoloji Sempozyumu, Goldman School of Dental Medicine Boston, MA, USA.
- 2007 1. Uluslararası Zimmer ve Mutlu Dental İmplantoloji Günleri, Ankara, Türkiye.
- 2006 Estetik Diş Akademisyenleri Derneği 9. Bilimsel Konferansı, Ankara, Türkiye.
- 2005 17. Expodental Ağız ve Diş Sağlığı Sempozyumu, Ankara, , Türkiye.
- 2005 Estetik Diş Akademisyenleri Derneği 8. Bilimsel Konferansı, Ankara, Türkiye.