T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

TAM SERAMİK MATERYALLERİ İLE REZİN SİMANLAR ARASINDAKİ BAĞLANMA DAYANIMININ İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Emel GÜR

Danışman

Prof. Dr. Bülent KESİM

KONYA-2006

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ..... 1

2. LİTERATÜR BİLGİ 3

2.1. Dental Seramiklerin Gelişimi 3

2.2. Tam Seramikler..... 5

2.2.1. Tam Seramik Sistemleri 5

2.2.1.1. Isı ile Presleme Tekniği Kullanılarak Elde Edilen Seramikler 7

2.2.1.2. Dökülebilir Tam Seramikler 12

2.2.1.3. Refraktör Die'lar Üzerinde Fırınlanan Seramikler..... 14

2.2.1.4. Bilgisayar Destekli Tam Seramik Kopyalama Sistemi ile Üretilen Seramikler... 17

2.3. Rezin Esaslı Yapıştırıcı Simanlar 22

2.3.1. Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları 23

2.3.1.1. Kompozit Rezin Yapıştırma Simanların Yapısı..... 23

2.3.1.2. Kompozit Rezin Simanların Avantajları 24

2.3.1.3. Kompozit Rezin Simanların Dezavantajları 24

2.3.1.4. Kompozit Rezin Simanların Kullanıldığı Restorasyonlar 25

2.3.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer (RMCİS) Yapıştırıcı Simanlar..... 26

2.3.2.1 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanların Yapısı 26

2.3.2.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanların Kullanım Yerleri 28

2.3.3. Adeziv Rezin Simanlar (Modifiye Akrilik Rezin Simanlar) 28

2.3.3.1. Adeziv Rezin Simanlar (Modifiye Akrilik Rezin Simanlar)'ın Yapısı..... 29

2.3.3.2. Adeziv Rezin Simanlar (Modifiye Akrilik Rezin Simanlar)'ın Kullanım Yerleri 29

2.3.4. Poliasit Modifiye Rezin Simanlar (PMRS) 30

2.3.4.1. Poliasit Modifiye Rezin Simanların (PMRS) Yapısı 30

2.3.4.2. Poliasit Modifiye Rezin Simanların Avantajları 30

2.3.4.3. Poliasit Modifiye Rezin Simanların Dezavantajları 31

2.3.4.4. Poliasit Modifiye Rezin Simanların Kullanım Yerleri 31

2.4. Çalışmada Kullanılan Rezin Yapıştırıcı Simanlar 32

2.4.1. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Siman 32

2.4.1.1. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Kompozisyonu 32

2.4.1.2. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları 34

2.4.1.3. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Kontrendikasyonları 34

2.4.1.4. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Avantajları 34

2.4.2. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Siman 35

2.4.2.1. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları 37

2.4.2.2. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Simanın Kontrendikasyonları 37

2.4.2.3. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Simanın Avantajları 37

2.4.3. Rely X ARC Rezin Yapıştırıcı Siman 38

2.4.3.1. Single Bond Dental Adeziv Sistem 38

2.4.3.2. 3M Rely X Seramik Primer 39

2.4.3.3. Rely X ARC Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları 39

2.4.3.4. Rely X ARC Rezin Yapıştırıcı Simanın Avantajları 39

2.4.4. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Siman 40

2.4.4.1. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları 41

2.4.4.2. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Simanın Kontrendikasyonları 41

2.4.4.3. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Simanın Avantajları 41

2.5. Seramik-Rezin Siman Bağlantısı 42

2.5.1. Seramik Yüzey Düzenleme İşlemleri 42

2.5.1.1. Mekanik ve Mikromekanik Bağlantı 42

2.5.1.2. Kimyasal Bağlantı 45

2.5.1.2.1. Silan Bağlı Ajanlar 46

2.6. Bağlanma Dayanımı Testleri 48

2.6.1. Microtensile Bağlanma Testi 49

2.7. Termal Siklus Uygulaması 51

2.8. Scanning Electron Microscopy (SEM) Analizi 52

3. MATERYAL VE METOT 53

3.1. Çalışmada Kullanılan Seramik Örneklerin Hazırlanması 53

3.1.1. IPS Empress II Seramik Örneklerinin Hazırlanması 53

3.1.2. ProCAD (Cerec) Seramik Örneklerinin Hazırlanması 55

3.2. Seramik Bağlantı Yüzeylerinin Hazırlanması 56

3.3. Rezin Yapıştırıcı Simanların Seramik Örneklere Bağlanması 58

3.3.1. Variolink II Rezin Simanın Seramik Örneklere Bağlanması 60

3.3.2. Panavia F Rezin Simanın Seramik Örneklere Bağlanması 61

3.3.3. Rely X ARC Rezin Simanın Seramik Örneklere Bağlanması 62

3.3.4. Fuji Plus Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın Seramik Örneklere Bağlanması 63

3.4. Termal siklus Testi 64

3.5. Microtensile Testi 64

3.6. SEM Analizi 67

3.7. İstatiksel Değerlendirmeler 68

4. BULGULAR 69

4.1. Microtensile Testi Bulguları 69

4.2. Stereomikroskop Bulguları 77

4.3. SEM Analizi Bulguları 78

5. TARTIŞMA ve SONUÇ..... 84

6. ÖZET..... 109

7. SUMMARY..... 111

8. LİTERATÜR LİSTESİ 113

9. ÖZGEÇMİŞ..... 129

10. TEŞEKKÜR..... 130

RESİM LİSTESİ

Resim 3.1a. IPS Empress 2 ingotları 53

Resim 3.1b. ProCAD(Cerec) blokları 53

Resim 3.2a. IPS Empress 2 seramik örneğinin kumlama+asitleme yüzey işlemi yapılmış SEM görüntüsü 57

Resim 3.2b. ProCAD seramik örneğinin kumlama+asitleme yüzey işlemi yapılmış SEM görüntüsü 57

Resim 3.3a. IPS Empress 2-siman örnekleri 58

Resim 3.3b. ProCAD-siman örnekleri 58

Resim 3.4. Seramik-siman örneğinin akrilik bloğa yapıştırılması 65

Resim 3.5. Seramik-siman örneğinin Buehler Isomet 1000 cihazında kesilmesi 66

Resim 3.6. Örneğe microtensile testin uygulanması 66

Resim 3.7a. Adeziv+koheziv kopmanın olduğu grupların SEM görüntüleri 80- 82

Resim 3.7b. Adeziv kopmanın olduğu grubun SEM görüntüsü 83

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Rezin Siman Sistemleri 59

Tablo 4.1. Çok yönlü varyans analizi sonuçları 69

Tablo 4.2. IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin bağlanma dayanımı değerleri 70

Tablo 4.3. IPS Empress 2 seramiğine bağlanan yapıştırıcı simanların bağlanma dayanımlarının termalsiklussuz ve termalsikluslu koşullardaki ve her siman için termalsiklussuz ve termalsikluslu gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırma 72

Tablo 4.4. ProCAD seramiğine bağlanan yapıştırıcı simanların bağlanma dayanımlarının termalsiklussuz ve termalsikluslu koşullardaki ve her siman için termalsiklussuz ve termalsikluslu gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırma 75

Tablo 4.5. Stereomikroskop incelemesi sonucu IPS Empress 2-yapıştırıcı siman örneklerinde görülen başarısızlık tipleri 77

Tablo 4.6. Stereomikroskop incelemesi sonucu ProCAD-yapıştırıcı siman örneklerinde görülen başarısızlık tipleri 78

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 4.1. IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin bağlanma dayanımları 70

Grafik 4.2. IPS Empress 2 seramiği için termal koşullara göre simanlar arası bağlanma dayanımları 73

Grafik 4.3. ProCAD seramiği için termal koşullara göre simanlar arası bağlanma dayanımları 76

1. GİRİŞ

Diş hekimliğinde kaybolan diş dokusunu yenilemek, estetik, fonksiyon ve biyolojik uyumu sağlamak için yoğun çalışmalar devam etmektedir. Sabit protezlerde kullanılan seramik, estetik ve doku dostu bir materyaldir.

Seramiklerin kırılmasını önlemek amacıyla metal altyapı kullanılmıştır. Ancak seramiğin fiziksel özelliklerini arttırmak üzere geliştirilmiş olan metal destekli seramik sistemlerinde, metal altyapıdan dolayı estetik ve biyolojik uyumluluk yeterince sağlanamamaktadır.

Son yıllarda gerek seramiğin yapısındaki gelişmelere, gerekse fırınlama tekniklerindeki değişikliklere bağlı olarak, gerilme ve makaslama kuvvetlerine karşı daha dayanıklı seramik türleri elde edilmiştir. Seramiklerdeki bu gelişmeler, konvansiyonel seramiklerin metal altyapılarla desteklenme zorunluluğunu ortadan kaldırarak tam seramikten yapılan sabit protetik restorasyonları günümüze kazandırmıştır.

Adeziv bağlantı teknikleri ve modern seramik sistemleri yüksek estetik sağlayan tedavi seçenekleri sunmaktadır. Seramik laminate veneerler, seramik inlay ve onlay'ler ve tam-seramik kronlar gibi rezin esaslı restorasyonların uzun süreli klinik başarısını gösteren çok sayıda klinik çalışma yapılmıştır (Blatz ve ark 2003a).

Günümüzde klinik kullanım için metal yapısını elimine eden ve optimal ışık geçişi sağlayan çok sayıda tam-seramik materyali ve sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerden IPS Empress 2 ve Cerec son geliştirilen sistemlerdendir. Metal destekli seramikler kırılmaya karşı dayanıklı olmalarına rağmen, metal altyapılarının seramikten yansımaları nedeniyle estetik değildirler.

Yapısındaki lityum disilikat nedeniyle IPS Empress 2 ve leucite içeriğiyle ProCAD (Cerec), metal destekli seramiklerdeki metal altyapıyı elimine edebilmekte, böylece estetik olmaları nedeniyle özellikle tam seramik anterior ve posterior kronlarda kullanılabilmektedirler (Chen ve ark 1999, Oh ve ark 2000, Cattell ve ark 2002, Attia ve Kern 2004).

Rezin simanların seramiğe bağlantısı, protetik diş tedavisinde önemli rol oynar. Doğrudan dişe yapıştırılan tam seramik restorasyonların yanı sıra, metal destekli seramik restorasyonlarda meydana gelen kırıkların rezin simanlarla tamirinde de rezin siman-seramik bağlantısı önemli bir yer almaktadır.

Araştırmacılar, seramik restorasyonların simantasyonu için rezin kullanılması gerektiği sonucuna varmışlardır. Adeziv teknolojisinin gelişmesiyle günümüzde çeşitli rezin simanlar piyasaya sürülmüştür. Klinik başarı için simanla güçlü bir bağlantı elde edilip, diş yapısı desteklendiğinde restorasyonun dayanıklılığı artar. İyi bir seramik-rezin bağlantısının elde edilmemesi sonucu zamanla restorasyonun marjinal bütünlüğü, tutuculuğu bozulabilmekte ve hatta bu durum, restorasyonun kırılmasına yol açabilmektedir (Blatz ve ark 2003a).

Seramik-rezin bağlantısı için; silika esaslı seramik-rezin bağlantısı ile ilgili çok sayıda araştırma ve doküman olduğu halde, yüksek dayanımlı seramik materyalleri ve rezin bağlantısı üzerine çok az sayıda çalışma yapılmıştır (Blatz ve ark 2003a).

Bu çalışmanın amacı; farklı yapıda iki seramik ile dört farklı siman kullanarak seramik-siman bağlantısını ve bu bağlantı üzerinde termal siklusun etkisini mikrotensile test yöntemiyle incelemek ve ayrıca SEM görüntüleri ile değerlendirmektir.

2. LİTERATÜR BİLGİ

2. 1. Dental Seramiklerin Gelişimi

Dental materyal olarak seramiğin; korozyona, aşınmaya ve asitlere direncinin birçok materyale göre daha üstün olması, araştırmaların bu materyal üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur (McLean 1991, Hondrum 1992).

Seramiğin diş hekimliğinde kullanılabileceği ilk kez 1723 yılında Pierre Fauchard tarafından bildirilmiştir (Kelly ve ark 1996).

Dental seramikler, mevcut olan birçok olumlu niteliklerine karşın pöröz yapısı yüzünden kırılgandır. Bu nedenle üreticiler bir destek bulmaya yönelmiş ve bu amaçla metal altyapı kullanılmıştır (Wall ve Cipra 1992, Robert 1993, Kelly ve ark 1996).

1950'lerde "lösit" eklenmesi ile seramiğin genleşme katsayısı yükseltilerek altın alaşımları ile güçlü bağlantısı sağlanmış (Kelly ve ark 1996), 1958 yılında ise Vines ve arkadaşları vakum ile pişirilen ince seramik tozunu ve vakumlu fırınlamayı geliştirmişlerdir (Kelly ve ark 1996, McLean ve Odont 2001).

1962 yılında Weinstein ve arkadaşları ilk defa % 11-15 oranında K_2O (potasyum oksit) içeren seramik tozu ile metal destekli seramik restorasyonları yapmışlardır (McLean ve Odont 2001).

Ancak metal altyapının ışığın geçişine izin vermemesi nedeniyle mevcut doğal dişlerle renk uyumunun sağlanmasında zaman zaman sorunlar ortaya çıkmaktadır (Hondrum 1992).

Metal altyapının ağız sıvılarından etkilenerek korozyona uğraması dişetinde renklenmelere sebep olabilmektedir (Palmer ve ark 1991). Ayrıca bazı hastalarda çeşitli metallere karşı hassasiyet ve alerji gelişebilmektedir (Rosenblum ve Schulman 1997).

Metal altyapının dezavantajları, araştırmacıları daha başka arayışlara yöneltmiştir. Bunun sonucunda, ışığın doğal dişe benzer şekilde kırılarak geçebildiği ve yansıyabildiği, metal altyapı içermeyen tam seramikler üretilmiştir (Hondrum 1992, Robert 1993).

1903 yılında Charles Land platin folyonun seramik pişirilirken destek olarak kullanıldığı yüksek ısı seramikleri ile hazırlanan ve seramik jaket kron olarak isimlendirilen ilk tam seramik kronu geliştirmiştir (Wall ve Cipra 1992, Crispin 1994, Shillingburg 1997).

1965 yılında McLean ve Hughes, altyapısı % 40-50 oranında alumina kristalleri ile kuvvetlendirilmiş seramik ile jacket kron yapımını geliştirmişlerdir (O'Brien 1997, Shillingburg 1997, McLean ve Odont 2001).

1972 yılında ise Southan ve Jorgensen'in "refraktör day" materyalini geliştirmeleri ile diş hekimliğinde tam seramik sistemleri yaygınlaşmıştır (Hondrum 1992).

1976 yılında McLean ve Sced, çift folyo tekniği ile platin folyoyu kron iç yüzeyinde bırakarak alumina seramik jaket kronların güçlendirilmesini sağlamışlardır (Shillingburg 1997, McLean ve Odont 2001).

80'li yıllardan itibaren günümüze kadar dental seramiklerde hem estetik hem de dayanıklılığı arttırılan tam seramik sistemleri üzerine çalışmalar yapılmış olup, pek çok sayıda tam seramik sistemleri geliştirilmiştir (O'Brien 1997).

2.2. Tam Seramikler

Tam seramik restorasyonların avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Estetik özelliği mükemmeldir (Hondrum 1992, Seghi ve ark 1992).
- Renkte derinlik sağlarlar ve ışığı yansıtma özelliklerine sahip oldukları için doğal diş yapısına daha yakın görünümdedirler (Giordano ve ark 1995).
- Dokularla biyolojik olarak uyumlu ve korozyona dirençlidirler (Hondrum 1992).
- Doğal diş dokusuna yakın ısısal genleşme katsayısına ve ısı iletkenliğine sahiptirler (Ludwig 1991, Hondrum 1992).
- Komşu ve karşı metal dolgularla teması sonucu galvanik akıma neden olmazlar (Hondrum 1992, Seghi ve ark 1992).
- Baskı kuvvetlerine karşı dayanıklıdırlar (Ban ve Anusavice 1990, Wall ve Cipra 1992, Scotti ve ark 1995).
- Radyolusent olup, radyografik teşhiste engel teşkil etmezler (Hondrum 1992, Seghi ve ark 1992).
- Metal destekli seramik restorasyonlarda ortaya çıkan gingival renklenme ve alerjik kontakt stomatitit tam seramik restorasyonlarda görülmez (Chiristensen 1994, Hansen ve West 1997).
- Veneer seramiği ile kor arasında, metal-seramik arasında olduğu gibi bir bağlantı sorunu yoktur (Hondrum 1992, Seghi ve ark 1992).

2.2.1. Tam Seramik Sistemleri

Hastaların estetik beklentilerine daha uygun olan tam seramik sistemleri yapım tekniği yönünden 4 gruba ayrılabilirler:

1) Isı ile presleme tekniği kullanılarak elde edilen seramikler

a) Lösit esaslılar

IPS Empress, Ivoclar

Finesse All-Ceram düşük ısı seramiği-FAC, Dentsply

Optec preslenebilir seramik, Jeneric/Pentron

b) Lityum silikat esaslılar

IPS Empress 2, Ivoclar

c) Magnezyum aluminyumoksit esaslılar

Cerestore All-Ceram, Innotek Dental Corp.

2) Dökülebilir tam seramikler

Dicor, Dentsply

Cerapearl, Kyocera

CD 200

CCPG Dökülebilir kalsiyum fosfat cam seramik

OCC Olympuss dökülebilir seramik

3) Refraktör day'lar üzerinde fırınlanan seramikler

Hi-Ceram (Vita-Zahnfabrik, Almanya)

In-Ceram (Vita-Zahnfabrik, Almanya)

Optec (Jeneric/Pentron Inc., Wallingford, ABD)

Mirage (Chameleon Dental, Kansas, ABD)

Vitadur (Vita- Zahnfabrik, Almanya)

4) Bilgisayar destekli tam seramik kopyalama sistemi ile üretilen seramikler

a) Lösit esaslılar

ProCAD, Ivoclar

b) Aluminyum oksit esaslılar

In-Ceram Spinel

In-Ceram Alumina

Procera All-Ceram

Procera Ti-Ceram

c) Zirkonyum oksit esaslılar

In-Ceram Zirkonyum

DC Zirkon (DZ)

DC Zirkon (YZ)

d) Mika esaslılar

Dicor MGC, Dentsply

e) Potasyum aluminyum silisyum oksit esaslılar

Vita Mark II, Ivoclar (Wohlwend ve ark 1989, Hondrum 1992, Wall ve Cipra 1992, Kelly ve ark 1996).

2.2.1.1. Isı ile Presleme Tekniği Kullanılarak Elde Edilen Seramikler

a) Lösit esaslı seramikler

IPS Empress

1990 yılında Wohlewend tarafından temel yapısı anlatılan IPS Empress "lösit" içeren cam seramiktir (Rosenblum ve Schulman 1997, Dijken 1999).

Mum modelaj ve kayıp mum tekniği kullanılan bu sistemde, fosfat bağlı revetman içinde kısmen ön işlemlere tabi tutulmuş ve renklendirilmiş cam-lösit tabletler ısıtılıp preslenmektedir (Pröbster 1992, Wall ve Cipra 1992, Myers ve ark 1994).

Lösit kristalleri ile güçlendirilmiş feldispatik seramik olan IPS Empress'in kimyasal yapısı, SiO_2-Al_2O_3-K_2O'den oluşmaktadır (Ludwing 1991, Lehner ve ark 1992).

Yaklaşık 1-5 µm büyüklüğünde olan lösit kristalleri silikat cam matriks hacminin % 40'nı oluştururlar. Sistemde kontrol edilmiş yüzey kristalizasyonu söz konusudur (Holand ve Frank 1994).

Boyama ve tabakalama olmak üzere iki farklı yapım tekniğine sahiptir. Boyama tekniğinde elde edilen kron, estetiğe uygun olarak boyanıp, glaze işlemi ile bitirilir. Tabakalama tekniğinde ise preslemeden sonra, elde edilen yapı kontrollü olarak aşındırılarak üzerine uygun veneer seramik materyali uygulanıp, fırınlanır (Seghi ve ark 1992, Myers ve ark 1994, Garber ve Goldstein 1995).

IPS Empress'in aşındırma etkisi ve yüksek yarı geçirgenliği doğal dişlerdekine benzer, bükülme kuvvetlerine karşı dayanıklılığı 120-200 MPa'dır (Holand 1998).

Finesse Tam Seramik Düşük Isı Seramiği

Lösit oranı düşük olan feldispatik cam seramikleridir. Bu seramiklerde, dental seramiklerin arzu edilen özelliklerini maksimuma çıkarmak için lösit içeriği azaltılmıştır. Lösit içeriği % 8-10 oranındadır. Finesse seramikler, klasik yüksek ısı seramiklerde istenilen pozitif özelliklerin hepsine sahiptir. Lösit içeriğinin düşük olması nedeniyle karşıt dentisyona daha az zarar verirler (Ateş 2002).

Finesse seramikler, yüksek ısı seramiklere kıyasla % 70, diğer konvansiyonel seramiklere göre ise % 88 daha az mine aşınmasına neden olurlar (Hacker ve ark 1996).

Optec Preslenebilir Seramikler

Optec OPC lösit miktarı artmış bir feldispatik seramik türüdür. Basınç ve ısı altında muflanarak şekillendirilirler. Basınçlı fırın ve day materyali gibi özel ekipman gerektirirler.

Kor yapımında da kullanılabilir. Kor yapı, Optec HSP seramiğine benzer yüksek lösit ihtiva eden feldspatik seramikle veneerlenebilir (Rosenblum ve Schulman 1997).

b) Lityum silikat esaslı seramikler

IPS Empress 2

Kimyasal temeli SiO_2-Li_2O olan lityum disilikat içerikli IPS Empress 2, 1998 yılında Beall ve Echeverria tarafından geliştirilmiştir (Schweiger ve ark 1999).

IPS Empress 2, ısı ve basınç altında preslenen lityum disilikat cam seramik kor yapı üzerine florapatit yapıda cam seramiğin pişirilmesi ile dayanıklılığı arttırılan seramik sistemidir (Akgüngör ve ark 2005, Kümbüloğlu ve ark 2005).

Geleneksel "Leusit" seramiklere göre hacminin % 60 oranında yoğun lityum disilikat içermesi nedeniyle gerilmeye, kırılmaya ve kimyasal madde zararlarına karşı direnci arttırılmıştır (Carrier ve Kely 1995, Rinke ve Huls 1996). Ayrıca karşıt doğal diş aşınmasının daha az olması, optik özellikler ve translüsentlik açısından diğer tüm seramiklerden daha avantajlıdır (Holand ve ark 2000).

Preslenmiş kor üzerine tabakalama veya preslenmiş kron üzerine dış boyama olarak 2 yapım tekniği vardır (Carrier ve Kelly 1995, Rinke ve Huls 1996, Drummond ve ark 2000).

IPS Empress 2 boyama tekniği, IPS Empress boyama tekniğiyle aynıdır. Yani IPS Empress sisteminde IPS Empress boyama tekniği ingotları ve IPS Empress "Shades" kullanılmaktadır (Ivoclar-Vivadent 1999).

IPS Empress tabakalama tekniğinin aksine IPS Empress 2 tabakalama tekniğinde, bütün altyapılar kaybolan mum tekniğine göre indirgenmiş olarak hazırlanır. Manşet ön ısıtma fırınında ısıtıldıktan sonra seramik ingot EP500 veya EP600 fırınında basınç altında manşet içine yollanır. Endikasyona göre Chromoscap renk skalasındaki ingotlardan biri seçilir. İngotlar iki farklı büyüklüktedir. Köprü restorasyonları için büyük ingotlar seçilir (Ivoclar-Vivadent 1999).

IPS Empress 2 tabakalama ve boyama tekniği materyallerinin ısısal genleşme katsayıları birbirleriden farklı olduğu için birlikte kullanılamazlar (Ivoclar-Vivadent 1999).

Isısal genleşme katsayıları uyumlu olan lityum disilikat cam seramik kor yapı ile üzerine pişirilen apatit cam seramik materyaller arasında oluşan bağlanmanın güvenilir yapıda olduğu gösterilmiştir. IPS Empress ve IPS Empress 2'nin asıl farklılığı materyalin kor kısmındaki kimyasal yapılardır. Bu kor yapıdaki farklılık, IPS Empress 2'nin kırılmaya karşı olan direncini IPS Empress'e göre üç kat arttırmıştır. Ayrıca IPS Empress 2'de cam daha az olduğu için kırılmaya karşı direnç fazla, mikroçatlak oluşum riski en azdır (Heintze 1998).

IPS Empress 2 Tabakalama Tekniği Endikasyonları:

- Anterior ve posterior kronlar
- Bir gövdeli ve en fazla 2. premolar dişe kadar uzanan 3 üyeli anterior köprüler
- Teleskop teknik için primer komponentler (Ivoclar-Vivadent 1999).
- IPS Empress 2'nin geliştirilmesiyle elde edilen IPS e.max Press anterior ve posterior kron ve köprü yapımında kullanılmaktadır (Hummel ve Seger 2005).

IPS Empress 2 Tabakalama Tekniği Kontrendikasyonları:

- Doğal dişlerde aşırı abrazyon varsa uygulanmamalıdır.

- IPS Empress 2 tabakalama tekniği diğer seramik maddeleri ile birlikte kullanılmamalıdır.
- IPS Empress 2 tabakalama tekniği IPS Empress tabakalama ve boyama tekniği ile birlikte kullanılmamalıdır (Ivoclar-Vivadent 1999).

IPS Empress 2 Boyama Tekniği Endikasyonları:

- Tek kronlar
- İnlay/Onlay
- Laminate Veneerler (Ivoclar-Vivadent 1999).

IPS Empress 2 Boyama Tekniği Kontrendikasyonları:

- IPS Empress 2 boyama tekniği restorasyonları konvansiyonel simanlarla simante edilemez (Ivoclar-Vivadent 1999).

IPS Empress 2'nin Avantajları:

- Doğal translusentlik
- Bukalemun etkisi
- Flexural dayanıklılığa sahip olması
- Radyoopak olması
- Karşıt dentisyon ile uyumlu olması
- Bioyolojik olarak uyumlu olması
- Mineye yakın termal genleşme katsayısı (Ivoclar-Vivadent 1999, Holand ve ark 2000, Akgüngör ve ark 2005, Nagai ve ark 2005).

c) Magnezyum aluminyumoksit esaslı seramikler

Cerestore All-Ceram

Enjeksiyon yöntemi ile şekillendirilen bu teknikte, kristalize olmuş bir magnezyum alüminyum oksit kullanılır (Mante ve ark 1993).

Bu maddenin eşsiz özelliği, alüminöz seramik gibi fırınlama sırasında büzülme yapmamasıdır ve bu yüzden "non-shrink ceramic" olarak da adlandırılırlar. Sistemin yapısında % 87 inorganik (Al_2O_3, MgO, cam hamuru, kaolin, kil, kalsiyum stearate), % 13 organik madde bulunur (Wall ve Cipra 1992).

Kor materyalinin esas kristalin kısmını % 65-70 alüminyum oksit ve % 8-10 magnezyum alüminat oluşturur (McLean 1991, Anusavice ve Hjjatie 1992).

Epoksi day üzerinde yapılan büzülmesiz seramik altyapı, uzun bir ısı işlemine tabi tutulur. Alümina ve magnezyumaluminate spinel kistalleri oluşur. Bu reaksiyonda pişirme sırasında oluşan fırınlama büzülmesini önleyen hacim artışı meydana gelir. Bu altyapı üzerine konvansiyonel seramikler pişirilir (Piddock ve Qualtough 1990, Wall ve Cipra 1992).

2.2.1.2. Dökülebilir Tam Seramikler

Dicor

1983'te Grossman, tetrasilicicfluormica kristalleri içeren döküm cam kronları geliştirmiştir. Dicor adı verilen bu cam seramik, 1370°C'de fosfat bağlı revetman içerisinde santrifüj tekniği ile dökülür (McLean 1991).

Restorasyonun mum modelasyonu fosfat bağlı rövetmana alınır ve fırınlanarak mum atımı yapılır. Rövetmanın genleşmesi daha sonraki seramikleşme (kristalizasyon) aşamasında oluşacak büzülmeyi karşılayacak miktardadır. Döküm işlemi yapıldıktan sonra elde edilen kronlar şeffaf cam görünümündedir. Daha sonra kristalizasyon işlemi için tekrar ısıtılır. Bu işlemden sonra buzlu görünümde bir restorasyon elde edilir (Wohlwend ve ark 1989).

Böylece camsı görünüm ortadan kalkar ve dayanıklılık artar. Elde edilen restorasyon üzerinde renklendirme ve boyama yapılabilir. Ayrıca kor olarak dökülüp üzerine yüzey seramiği tabakalanarak uygulanabilir (Wall ve Cipra 1992, Giordano ve ark 1995).

Dicor, uygulama kolaylığı, fırınlama büzülmesinin az oluşu, yeterli ışık geçirgenliği ve opasite, polisajlanabilirlik, gerilim direnci, aşınma direnci ve kimyasal maddelere karşı dayanıklılık açısından üstünlük gösterir (Freidlander ve ark 1990, Shillinburg 1997).

Cerapearl

İlk kez Hobo ve Kyocera tarafından 1985 yılında, dökümü yapılabilen apatit seramik olarak geliştirilmiştir. Doğal diş minesi gibi hidroksilapatit kristalleri içerir (Piddock ve Qualtough 1990, Mante ve ark 1993).

Bu sistemde kalsiyumfosfat esaslı cam, kontrollü ısı uygulamasıyla kısmen kristalin bir yapıya dönüştürülür. Bu ilk kristalin faz oksiapatit yapısındadır ve stabil değildir. Suyun varlığında hemen hidroksilapatite çevrilir. Işık kırma indeksi, yoğunluğu ve termal iletkenliği doğal mineye benzer bulunmuştur (Kedici 1985, Piddock ve Qualtough 1990).

CD 200

Kimyasal olarak dayanıklı, esneme direnci iyi olan biyolojik uyumlu bir maddedir. Yapısında % 50 SiO_2, % 10 A l_2O_3, % 10 P_2O_5, % 20 CaO ve % 10 MgO bulunur. Mum atımı sonrası cam kütle 1500°C'de döküm makinesinde şekillendirilir. Bu şekilde 15 dakika kalan kütle daha sonra 890°C'de 2 saat kristalizasyon işlemine tabi tutulur. Rövetmanın uzaklaştırılması sonrası yüzey renklendirmesi için 830°C'de fırınlama işlemine tabi tutulur. Kenar uyumu iyi olan CD-200 materyali yaygın olarak kullanılmamaktadır (Maruyama ve ark 1991).

Dökülebilir kalsiyum fosfat cam seramik (CCPG)

Bu tip dökülebilir cam seramiklerde cam oluşumu P_2O_5 tarafından gerçekleştirilir. Doğal dişe çok yakın bir sertlikte olan CCPG, aluminus seramiklere yakın bir direnç sergiler (Iıjıma ve ark 1990).

Olympuss Dökülebilir seramik (OCC)

Mika ve lityum alumina silikat beta spodumen içerikli dökülebilir seramik materyalidir. Lityum alumina silikat, materyalin direncini arttırır. Baskı kuvvetlerine karşı direnci (850 MPa), esneme direnci (220-300 MPa) kabul edilebilir sınırlardadır. Klinik çalışmalarda mekanik performansı iyi bulunmuştur (Iıjıma ve ark 1990).

2.2.1.3. Refraktör Day'lar Üzerinde Fırınlanan Seramikler

Hi-Ceram

İlk kez 1972'de Southan ve Jorgensen tarafından, fosfat bağlı revetman üzerinde Platin yaprak kullanılmaksızın, alumina seramiği fırınlanarak elde edilmiştir. Kimyasal

yapısı, geleneksel alumina kor yapısına benzer, ancak daha fazla alumina içerir (Hondrum 1992).

Hi-Ceram, genel olarak aluminyum oksit miktarı % 50 oranında arttırılmış kor materyalidir. Aluminyum oksit çekirdek partikülleri miktarının ayarlanmasıyla belirli bir esneklik kazandırılmış ve yüksek derecelerde hacim kaybı engellenmiş olan bu materyal, konvansiyonel seramiklerden % 25 daha sert bir özellik sergilemektedir. Kor yapımı için kullanılan bu materyalin ısısal genleşme katsayısı konvansiyonel seramik ile uyumludur. Bu uyumluluk, genleşme çatlaklarını ve gerilime bağlı kırkları engellemektedir (Hondrum 1992, Wall ve Cipra 1992).

In-Ceram

1989'da Dr. Michael Sadoun sıvı faz içerisinde dağılmış alumina partikülleri anlamında tanımladığı "Slip Cast" dirençli alumina seramikleri olarak In-Ceram'ı keşfetmiştir (Giordano ve ark 1995).

In-Ceram seramik sisitemi alumina ve cam denilen üç boyutlu olarak birbirleriyle penetrasyon gösteren iki faz içermektedir (Kelly ve ark 1996). Birinci faz olarak, alumina kristallerinin su içindeki süspansiyonuna "slip" adı verilir ve bu slip özel refraktör day alçısı üzerine sürülerek fırınlanır. Bu işleme "slip casting" denir. Birbirlerine yalnızca küçük bağlarla tutunan kompakt alumina partikülleri oldukça pöröz bir yapı oluşturur (Pröbster 1992).

İkinci fazda, çok yüksek dirençli yoğun bir seramik kompozisyonu oluşturmak için pöröz yapıdaki az sinterlenmiş alumina partikülleri içine düşük viskozitele sodyum lanthanum alumina silikat camı infiltre edilmektedir. Böylece, alumina partikülleri

aralarındaki gözenekler cam diffüzyonu ile doldurularak, istenen düzeyde şeffaflık sağlanmaktadır (Shillinburg ve ark 1997, Alaçam ve ve ark 1998).

Bu pöröz yapının düşük viskoziteli cam ile infiltre edilmesiyle, en az % 70 alumina içeren ve yüksek dirence sahip alumina kor meydana gelir. Ayrıca, alumina ve cam arasındaki termal genleşme katsayılarının farklı olması sonucu arayüzde oluşan sıkışma kuvvetlerinin de dayanıklılığı arttırdığı bildirilmiştir (Pröbster 1992).

In-Ceram altyapıyla desteklenen restorasyonlar, ısısal genleşme katsayısı, In-Ceram ile uyumlu olan Vitadur N seramiği ile tamamlanır (Pera ve ark 1994).

Yüksek kırılma direncine sahip In-Ceram seramik sistemi anterior ve posterior kronların ve anterior köprülerin yapımında kullanılabilmektedir (Crispin 1994).

Optec HSP

Kristalin lösit içeren ve kor yapı kullanılmaksızın tam seramik kron yapımında kullanılan bir başka yöntemdir. Refraktör day veya foil üzerinde hazırlanabilen bu sistem, dayanıklılığı feldspatik seramiğin üstünde olmasına rağmen, kor yapılı seramikler kadar dayanıklı bulunmamıştır (Wall ve Cipra 1992).

Mirage

Refraktör day üzerinde fırınlanarak hazırlanan Mirage, zirkonyum oksit kristalleriyle güçlendirilmiş kor seramiğidir (Burke ve Watts 1994).

Vitadur

% 50 oranında Al_2O_3 içeren feldispatik seramiktir. Vitadur, refraktör day üzerine uyumlanan platin folyonun üzerine fırınlanarak elde edilir (Hondrum 1988).

2.2.1.4. Bilgisayar Destekli Tam Seramik Kopyalama Sistemi ile Üretilen Seramikler

a) Lösit esaslılar

ProCAD

IPS Empress ailesinden optimize lösit destekli cam seramik materyalidir. ProCAD lösit destekli cam seramik kompozisyonundadır. Lösit, $KAlSi_2O_6$ kristal faz ve $4SiO_2$-Al_2O_3-K_20'den oluşan cam seramik sisteminden oluşur. Kristaller, mekanik dayanıklılık, translusentlik ve yüksek termal ekspansiyon katsayısı gibi istenilen özelliklerin oluşması için spesifik boyutta uniform olarak dağılmış ve artmıştır. Cam seramikler, cam içinde kristallerin oluşması için, yoğun cam faz ve kristalize yapıdan oluşur. Kristal hacmin fazlalığı çok küçük pörözite sağlar (Ivoclar- Vivadent 2002).

ProCAD, CEREC sistemi için bloklar halinde kullanılmaktadır. ProCAD blokları, ProCAD Standart ve Estetik bloklar olarak elde edilmiştir. ProCAD Estetik blokları, Standart bloklara göre daha translusens olup, inlay ve veneerler için daha uygundur (Ivoclar- Vivadent 2002).

ProCAD Blok materyali kompozisyonu:

Kompozisyon	Ağırlık (%)
SiO_2	59-63
Al_20_3	16-21
B_20_3	0-1.5
Ba	0-1,5
CaO	0,5-2,5
CeO_2	0-1

K_2O	10-14
Na_2O	3,5-6,5
TiO_2	0-0,5
Pigmentler	0-1 (Ivoclar- Vivadent 2002).

ProCAD'in Endikasyonları:

- Inlay/Onlay
- Laminate Veneerler
- Anterior ve posterior kronlar (Ivoclar- Vivadent 2002).

ProCAD'in Avantajları:

- Doğal translusens özelliği
- Mine dokusuna yakın aşınma direnci
- Yüksek kırılma direnci (Chen ve ark 1999, Class ve ark 2000).
- Bukalemun etki göstermesi
- Kişisel karakteristik özelliklerin verilebilmesi
- Kolay uygulama yöntemi ve polisajlanma özelliği (Chen ve ark 1999, Ivoclar-Vivadent 2002).

b) Aluminyum oksit esaslılar

In-Ceram Spinel

Kuvvetlendirilmiş altyapı seramiğinde kullanılan bu sistem spinel enjeksiyonu ile şekillendirilen düşük büzülme oranı gösteren aluminyum magnezia spineldir. Özel fırınında zaman ve ısı kontrolü ile düşük büzülme oranı sağlanan bu materyal, estetiğin arttırılması için üretilmiş, ancak bükülme direnci 350 MPa olduğu için sinterize alumina

altyapılar kadar dayanıklılık gösterememiştir (Craig ve Ward 1997, McCable ve Walls 1998). In-Ceram Spinel, In-Ceram Alumina'ya göre daha translüsent ama daha az dayanıklıdır. In-Ceram Spinel, inlay, onlay ve laminate veneer yapımında kullanılmaktadır (Seghi ve Sorensen 1995).

In-Ceram Alumina

% 80-82 oranında sinterize aluminyum oksit matriks ile camın birleştirilmesi sonucu oluşan In-Ceram Alumina yüksek dirence sahip kor materyalidir. Kor yapı, CAD/CAM tekniğiyle kısmi olarak sinterize edilmiş seramik blokların işlenmesiyle elde edilir. Estetik özellikleri sağlamak için üst yapı olarak daha translusent bir seramik ile birlikte kullanılır. Mevcut seramiklerden 3-4 kat daha fazla bükülme direnci gösterdiği için anterior bölgede metal altyapı gerekliliğini ortadan kaldırmışlardır (Haselton ve ark 2000, Cho ve ark 2002).

In-Ceram Alumina, anterior bölgede estetik ve fonksiyonel sonuçlar gösterdiği için 3 üyeli anterior köprülerin yapımında kullanılabilmektedir (Raigrodski ve Chiche 2001).

Procera All-Ceram

Yüksek saflıkta aluminyum oksit seramik olarak bilinen Procera, Andersson ve Oden tarafından 1993'de geliştirilmiştir (McLean ve Odont 2001).

Procera All-Ceram, % 99,9 Al_2O_3 içeren kor materyalidir. Preparasyon verileri bilgisayara transfer edilerek, monütörde görüntülenir. Aluminyum oksitin fırınlama esnasında % 15-20 oranında büzüleceği hesaplanarak büyütülmüş daylı modeller, CAM teknolojisi ile oluşturulur. % 99'dan daha saf aluminyum oksit içeren toz, yüksek basınç uygulanarak dublike edilen büyütülmüş daylara preslenir. Bu işlem sonucu oluşan homojen ve yoğun kütlenin dış yüzeyi, kalınlığı 0,5 mm olacak şekilde bilgisayarda tasarlanarak

(CAD), CAM teknolojisi ile yontulur ve sinterize edilmek üzere 1600°C'de fırınlanır. Sinterizasyon işlemi ile büzülen kor yapı orijinal boyutuna döner (Oktay 2003).

Procera, anterior ve posterior bölgede yalnızca tek üyeli restorasyonlarda kullanılır (McLean ve Odont 2001).

Procera Ti-Ceram

% 99,6 oranında saf titanyum içeren kor seramiğidir. Copy-Milling (kopyalama-milleme) makinası ve kıvılcım spark erezyonu ile oluşturulur (Wall ve Cipra 1992) .

Nobelpharma firması tarafından geliştirilen bu sistemde, spark erozyon işlemleri ile oluşturulan titanyum altyapı üzerine düşük ısı seramiği pişirilir. Ancak bu sistem, diğer metal destekli seramik kron ve köprülere göre daha üstün estetik sağlamamaktadır (Piddock ve Qualtough 1990).

c) Zirkonyum oksit esaslılar

In-Ceram Zirkonyum

CAD/CAM teknolojisi ile işlenmesi için bloklar halinde elde edilen In-Ceram Zirkonyum, % 33 oranında parsiyel stabilize zirkonyumun, In-Ceram Aluminaya eklenmesiyle elde edilmiştir (Guazzato ve ark 2002).

In-Ceram Zirkonyum, kor yapıdaki opasiteden kaynaklanan estetik sınırlamalardan dolayı posterior bölgedeki kron ve köprü restorasyonları için tavsiye edilir (McLaren ve White 2000, Ariel ve ark 2001).

Guazzato ve ark (2002), In-Ceram Alumina (IA) ve In-Ceram Zirkonyumun (IZ) mekanik özellikleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, IZ'nın IA'dan daha sert olduğunu, fakat kırılma sertliği açısından anlamlı fark bulunmadığını tespit etmişlerdir.

DC Zirkon (DZ)

Sıcak basınçta tamamen sinterlenmiş % 5 mol Y_2O_3 içeren yitriyum- stabilize tetragonal polikristalin zirkonyum (Y-TZP)'dir. Altyapı, özel olarak tasarlanmış CAD/CAM sistemiyle kuru basınçla DZ blokların işlenmesi sonucu oluşturulur. Gren boyutu 0,28 µm olan çok ince bir mikroyapıya sahiptir (Tinscher ve ark 2001).

DC Zirkon (YZ)

Yapısında % 3 mol Y_2O_3 bulunduran yitriyum-stabilize tetragonal polikristalin zirkonyum (Y-TZP)'dir. YZ, kısmi sinterlenmiş bir bloğun CAD/CAM sistemiyle işlenmesine ve sonra yaklaşık 1400°C'de tamamen sinterlenmesi esasına dayanır. Gren boyutu 0,21 µm olan çok ince bir mikroyapıya sahiptir (Tinscher ve ark 2001).

d) Mika esaslılar

Dicor MGC

CAD/CAM tekniği ile işlenen Dicor MGC, % 30 oranındaki cam matriks içinde % 70 oranında tetrasilisik fluoromika kristallerinden oluşan bir seramiktir (Chang ve ark 2003). Bu seramik feldspatik seramikten daha yumuşak olup, çekme direnci Dicor'dan daha fazladır (Rosenblum ve Schulman 1997).

e) Potasyum aluminyum silisyum oksit esaslılar

Vita Mark II

Cam matriks içinde potasyum aluminyum silisyum oksit içeren CAD/CAM yöntemi ile işlenen feldspatik seramiklerdir. Vita Mark II blokları, Cerec sistemleri (seramik blokların makine yardımı ile şekillendirilmesi) veya Celay sistemi (seramik blokların dublikatının elde edilmesi) ile kullanılabilir (Mörmann 1991, Üçtaşlı ve Gemalmaz 2002).

Vita Mark II seramikler 10 yıldır başarıyla kullanılmaktadır. Bükülme dirençleri 120-154 MPa olup, çok iyi çalışma ve parlatılabilme özelliğine sahiptirler (Chen ve ark 1999).

Vita Mark II kor yapısının, okluzal yüzeyin anatomisi ve formunu yansıtabilmesi için kalınlığının 1,5 mm olması gereklidir. Bu kor yapı üzerine seramik pişirilir (Denissen ve ark 2000, Mou ve ark 2002, Reich ve Hornberger 2002).

2.3. Rezin Esaslı Yapıştırıcı Simanlar

Tam seramik restorasyonların simantasyonunda rezin esaslı yapıştırıcı simanların kullanımı son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir (Crispin ve ark 1994).

Rezin esaslı yapıştırıcı simanlar 4 grup altında toplanır:

1- Kompozit rezin simanlar

2- Rezin modifiye cam iyonomer simanlar

3- Adeziv rezin simanlar (Modifiye akrilik rezin simanlar)

4- Poliasit modifiye rezin simanlar (Leylek 1999, Ateş 2002).

2.3.1. Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları

2.3.1.1. Kompozit Rezin Yapıştırma Simanların Yapısı

Kompozit rezin simanların yapısı üç fazdan oluşur:

1) Organik polimer matriks

Bis-GMA (Bis-phenol-A-diglycidymethacrylate) veya UDMA(üretan dimetakrilat)'dan oluşur. UDMA, renk değişimine daha dirençli olup, iyi adezyon sağlar. Hem Bis-GMA hem de UDMA aşırı viskoz yapıya sahip olduğundan viskoziteyi azaltmak için matrikse TEG-DMA(trietilen glikol dimetakrilat) ilave edilmiştir (Didier ve Spreafico 1999).

2) İnorganik faz

Matriks içinde dağılmış olarak çeşitli şekil ve büyüklükte kuartz (kristalin silika), borosilikat cam, stronsiyum, baryum, lityum alüminyum silikat, yitriyum, cam, çinko gibi doldurucu partiküller bulunur. Doldurucu partiküllerin büyüklüğü, şekil ve miktarı rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirler. Partikül büyüklüğü arttıkça organik matriks oranı düşer, ısısal genleşme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi, su emilimi azalır, dayanıklılık artar (Gladwin ve Bagby 2000).

3) Ara faz

Matriks ile doldurucular arasında sıkı bir bağlanmayı sağlayan fazdır. Bu bağlanma silan bağlayıcı ajanlarla sağlanır. Silan bağlayıcı ajanlar bir uçtan polimer matrikse bağlanırken, diğer uçtan da doldurucuya (silika) bağlanır. Silan bağlayıcı ajanlar zayıf yapıya sahip matriksten nispeten daha güçlü yapıda olan dolduruculara streslerin iletimini sağlar, rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirdiği gibi rezin doldurucu ara yüzü

boyunca suyun geçişini önleyerek rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltır (Gladwin ve Bagby 2000).

2.3.1.2. Kompozit Rezin Simanların Avantajları

1- Fiziksel ve mekanik dayanıklılığı fazladır

2- Çözünürlüğü düşüktür

3- Farklı maddelere bağlanabilme yeteneğine sahiptir

4- Pek çok renk ve opasite seçeneklerine sahiptirler

5- Adezyonu iyi olduğu için daha konservatif preparasyon şekillerine müsaade eder

6-Preparasyonların optimal direnç ve retansiyonu sağlayamadığı durumlarda başarıyla kullanılabilirler

7- Seramiklerin altında kullanıldıklarında seramiğin kırılma direncini arttırırlar

8- Bazı rezin simanların flor salma özelliği vardır (Crispin ve ark 1994, Diaz-Arnold ve ark 1999).

2.3.1.3. Kompozit Rezin Simanların Dezavantajları

1- Mikrosızıntı ve pulpada hassasiyete neden olabilirler.

2- Çalışmada hassasiyet ve dikkat gerektirirler. İyi bir bağlantı sağlamak ve mikrosızıntıyı önlemek için diş yüzeyinin kontaminasyonuna engel olmak gerekir.

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

4- Oksijen varlığında polimerize olamazlar. Bu durum özellikle restorasyon kenarlarında çok önemlidir. Yapışkan, sertleşmemiş bir tabaka olarak göze çarpar. Simanın

sertleşmeden temizlenmesi, restorasyon-diş arasında marjinal bölgede açıklık kalmasına, postoperatif hassasiyete ve devamında da çürük oluşmasına neden olabilir.

5- Siman film kalınlığı geleneksel simanlara göre fazladır (Ogunyinka 2000, Roulet ve Degrange 2000).

Kompozit rezin yapıştırma simanları polimerizasyon şekillerine göre üç grupta toplanır:

1) Kimyasal olarak polimerize olan (chemical-cured, self-cured) kompozit rezin simanlar

2) Işık ile polimerize olan (light-cured) kompozit rezin simanlar

3) Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan (dual-cure) kompozit rezin simanlar (Barghi 1998).

2.3.1.4. Kompozit Rezin Simanların Kullanıldığı Restorasyonlar

1) Kimyasal Sertleşen Kompozit Rezin Simanlar

- Tam seramik kron ve köprüler
- Metal inley ve onley restorasyonları
- Adeziv köprüler
- Post-kor
- Fabrikasyon post ile kompozit kor
- Işık penetrasyonuna izin vermeyen kor yapısına sahip seramik kronlar
- Diş-siman ara yüzüne yeterli ışık transferini engelleyen koyu renkli kronlar
- İmplant üstü uygulamalar
- Zayıf retansiyonlu restorasyonlar
- Seramik inley/onley (Christensen 1998, El-Mowafy ve ark 1999).

2) Dual Sertleşen Kompozit Rezin Simanlar

- Tam seramik kron/köprü
- Seramik inley ve onley restorasyonları
- Rezin bağlantılı köprüler
- İmplant üstü uygulamalar
- Seramik laminate veneerler (El-Mowafy ve ark 1999).

3) Işıkla Sertleşen Kompozit Rezin Simanlar

- Seramik laminate veneerler
- Kompozit laminate veneerler (Didier ve Spreafico 1999)

2.3.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer (RMCİS) Yapıştırıcı Simanlar

Geleneksel cam iyonomer simanların yapısına rezin esaslı maddelerin ilavesiyle elde edilen geleneksel cam iyonomer siman ile kompozit rezin siman arasında bir simandır. Geleneksel cam iyonomer simanlardaki poliakrilik asit zinciri üzerine metakrilat gruplarının yerleştirilmesi ile cam iyonomer simanlar rezin modifiye edilirler (Azillah ve ark 1998).

RMCİS'lar için, rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer siman, rezin iyonomer, hibrid iyonomer, iyonomer modifiye rezin, "dual-cure" cam iyonomer rezin, ışıkla sertleşen cam iyonomer rezin gibi farklı adlandırmalar yapılmıştır (Vaikuntam 1997).

2.3.2.1 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanların Yapısı

Rezin modifiye cam iyonomer simanın en basit tipinde, geleneksel cam iyonomer simana az miktarda hidrofilik monomer olan HEMA (hidroksietil metakrilat) veya Bis-GMA gibi rezin ilave edilmiştir (Azillah ve ark 1998, Diaz-Arnold ve ark 1999).

RMCİS'ların kompleks formları da vardır. Bunların içeriğinde TEGDMA (Trietilenglikol Dimetakrilat), UDMA (Alifatik üretan dimetakrilat), MA-PAA (Metakrilat poliakrilik asit), CQ (Camphoroquinone) gibi güçlenmeyi sağlayan kimyasal bileşenler bulunur (Wilson 1990).

RMCİS'ın sertleşmesi sonrası iki tip matriks oluşur :

Fotokimyasal veya kimyasal olarak aktive edilebilen serbest radikal polimerizasyonu sonucu oluşan polimer matriks :

HEMA+fotokimyasal veya kimyasal initator/aktivatör- Poli-HEMA matriks

Asit-baz reaksiyonu sonucu oluşan cam iyonomer matriks :

Kalsiyum alüminosilikat cam(baz)+ Poliakrilik asit (PAA)- Kalsiyum ve alüminyum poliakrilat tuz+ Hidrojel (Wilson 1990, McLean ve ark 1994b).

RMCİS'lar toz/likit veya kapsül formlarında kullanılmaktadır.

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar geleneksel cam iyonomer simanlarla karşılaştırıldığında :

- Mekanik özellikleri daha iyi
- Suda çözünürlüğü daha az
- Çalışma zamanı daha fazla
- Asitlere karşı daha dirençli
- Sertleşme zamanı daha kısa
- Daha az mikrosızıntı göstermesi
- Mine ve dentine adezyonlarının daha iyi
- Flor salınımının zamanla daha fazla olması gibi avantajlar gösterirler (Wilson 1990).

RMCİS'ların en büyük dezavantajı poli-HEMA'nın hidrofilik yapısıdır. Bu rezin başlangıçta dehidratasyonu azaltarak polimerizasyon büzülmesini kompanze eder. Ancak sürekli su emilimi ve geciken dehidratasyon önemli boyutsal değişikliklerin ortaya çıkmasına neden olup, renk stabilitesi ve direnci etkileyecektir. RMCİS'lar dehidrate olduğunda ise önemli derecede büzülme ve bunun sonucu olarak diş-restorasyon bağlantısında kopma ve bozulmalar meydana gelir (Diaz-Arnold ve ark 1999).

RMCİS'lar, hidrojel oluşumu ve su absorbsiyonuna bağlı zaman içinde renk değişimi göstermeleri, düşük sıkışma ve esneme dayanıklılığına sahip olmaları, dayanıklılıkları ve estetik özelliklerinin kompozit rezinlerin altında olması gibi dezavantajlara da sahiptir (McLean 1996, Glayds ve ark 1999).

2.3.2.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanların Kullanım Yerleri

- Metal destekli seramik kron ve köprüler
- Tam seramik kron ve köprüler
- Metal inley ve onleyler
- Döküm post kor
- Döküm kron ve köprü simantasyonunda(Wilson 1990, Diaz-Arnold ve ark 1999).

Günümüzde kullandığımız rezin modifiye cam iyonomer simanlara örnek olarak; Fuji Plus (GC America) ve Vitremer Luting Cement (3M)'i verebiliriz.

2.3.3. Adeziv Rezin Simanlar (Modifiye Akrilik Rezin Simanlar)

Adeziv simanlar otopolimerize olan (self-cure) simanlardır. Dentin dokusuna bağlandıkları için adeziv siman olarak isimlendirilirler (O'Brien 1997, Platt 1999, Christensen 2000).

2.3.3.1. Adeziv Rezin Simanlar (Modifiye Akrilik Rezin Simanlar)'ın Yapısı

Adeziv simanlar, adezyonu arttıran metakriloksietil-fenil fosfat veya 4-matakriloksi etil trimellitik anhidrid (4-META) ile formüle edilmiştir. Toz-likit ya da iki pasta sistemi halindedir. Ayrıca, katalize edici ajan olarak tri-butil-boran ilave edilmiştir (O'Brien 1997, Platt 1999, Christensen 2000).

2.3.3.2. Adeziv Rezin Simanlar (Modifiye Akrilik Rezin Simanlar)'ın Kullanım Yerleri

- Metal kron ve köprülerin yapıştırılmasında
- Amalgamın dentin dokusuna bağlanmasında
- Amalgamın kompozite bağlanmasında (O'Brien 1997, Platt 1999, Christensen 2000).

Yapılan in vitro çalışmalarda; adeziv simanın asitle pürüzlendirme yapılmış ve silan kaplanmış döküm metal yüzeylerine bağlantısının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Adeziv simanların doldurucu oranı (< % 10) düşük olduğu için fiziksel özellikler açısından akrilik rezinlere benzerler. Yani bir yük altında deformasyona karşı orta dereceli bir direnç gösterirler (O'Brien 1997, Platt 1999, Christensen 2000).

Adeziv simanlar, döküm metal kron ve köprülerin simantasyonunda oldukça sık kullanılmalarına rağmen uzun ömürlü olmalarıyla ilgili az sayıda klinik veri vardır (O'Brien 1997).

Günümüzde kullandığımız adeziv rezin simanlara örnek olarak; C&B Metabond (Parkell; Sun Medical) ve Panavia (Kuraray Co., Ltd., Osaka/Japan)'ı verebiliriz.

2.3.4. Poliasit Modifiye Rezin Simanlar (PMRS)

RMCİS ile kompozit rezin arasında yer alan, cam iyonomer simanın esas bileşenlerine sahip olan fakat bileşenlerinin karanlıkta asit-baz reaksiyonu oluşturacak yeterliliğe sahip olmadığı materyallerdir. Bu maddeler "Kompomer" olarak adlandırılmıştır (McLean ve ark 1994b, Azillah ve ark 1998).

2.3.4.1. Poliasit Modifiye Rezin Simanların (PMRS) Yapısı

PMRS temel olarak rezin matriks (ürethan dimetakrilat (UDMA), hidroksimetilmetakrilat (HEMA) ve tetrakarboksil bütan (TCB)) ve hem kompozit rezinin polimerize olabilir gruplarını hem de cam iyonomer simanın asidik gruplarını içeren, asidik polimerize olabilir monomer içerir. Bunlara ilaveten yapılarında ağırlıkça % 72 oranında flor içeren floroalüminosilikat cam doldurucu partikülleri, reaksiyon başlatıcılar (initiatörler), stabilizatörler ve pigmentler bulunur. Kompomerler su içermezler (Tyas 2000).

2.3.4.2. Poliasit Modifiye Rezin Simanların Avantajları

1) İyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. Geleneksel CİS ve RMCİS'lara göre okluzal kuvvetlere dirençlidirler ve dentine daha iyi bağlanırlar

2) Mine ve dentine fizikokimyasal olarak bağlanırlar

3) Kıvamlarının koyu olması ve uygulama esnasında aletlere yapışmaması nedeniyle uygulaması kolaydır

4) Estetik özellikleri iyidir

5) Flor salma özelliği vardır

6) Suda çözünürlüğü geleneksel CİS'dan azdır, ortamın pH'sı düştükçe çözünürlük artmaktadır

7) Biyouyumlu materyaller olup, radyoopasite gösterirler

8) Toz ve likiti bir arada bulunduran kapsül şeklinde bulunup, karıştırma işlemini ortadan kaldırdıklarından, karıştırma sonucunda ortaya çıkan hava boşluklarına rastlanmaz

9) Erken nem sensitivitesi azaltılmıştır ve daha uzun çalışma zamanı sağlayabilirler (McLean ve ark 1994b, Tyas 2000, Gross ve ark 2001).

2.3.4.3. Poliasit Modifiye Rezin Simanların Dezavantajları

1) Kimyasal yapıları kompozit rezinlere benzemesine rağmen bükülme ve abrazyona dirençleri düşüktür

2) PMRC'ler, CİS'ın devamlı F salımı ve yeniden yüklenme gibi avantajlarını göstermezler

3) Hibrit kompozitlerle karşılaştırıldıklarında daha büyük doldurucu partiküller (0,2-2,5 μm) içerdiklerinden iyi cilalanamazlar (McLean ve ark 1994b, Gross ve ark 2001).

PMRC'ler, TCB rezin yapısındaki hidrofilik karboksilik gruptan dolayı diş sert dokularına CİS'lardaki gibi kendiliğinden bağlandığı kabul edilse de, ilave bağlayıcı ajan (Primer/Adeziv) kullanımı tavsiye edilmektedir. Florun uzun süreli salınımı istenildiğinde kendine özgü primer/adeziv sistemi, daha fazla bağlanma direnci istenildiğinde ise smear tabakasının uzaklaştırılması esasına dayanan adeziv sistemlerinden birinin kullanılması tavsiye edilmektedir (Yap ve Neo 1995).

2.3.4.4. Poliasit Modifiye Rezin Simanların Kullanım Yerleri

- Metal destekli tek seramik kron simantasyonu

- Tam tek seramik kron simantasyonu
- Diş kronunun yaklaşık yarısının kaldığı vakalarda krona destek sağlamak amacıyla kor yapımında (Garcia-Godoy 2000, Gross ve ark 2001).

Günümüzde kullandığımız poliasit modifiye rezin simanlara örnek olarak; Dyract (Caulk), Principle (Caulk), Protec (Vivadent) ve Advance (Caulk)'ı verebiliriz.

2.4. Çalışmada Kullanılan Rezin Yapıştırıcı Simanlar

2.4.1. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Siman

Variolink II, seramik ve kompozit restorasyonların yapıştırılması için Dual (ışıkla ve kendiliğinden) sertleşen kompozit rezin yapıştırıcı sistemidir. Variolink II, sadece laminate veneerlerin yapıştırılmasında ışıkla sertleştirme tekniği ile uygulanabilir. Bu durum için yalnızca Variolink II Base kullanılır (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

Variolink II, Tetric Ceram kompozit teknolojisini esas almıştır. Çalışma zamanı 37°C 'de 3,5 dakikadır. Base ve katalizörü 1:1 oranında karıştırılır (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

2.4.1.1. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Kompozisyonu

Monomer matriksi, Bis-GMA(Bis-phenol-A-diglycidymethacrylate), UDMA(üretan dimetakrilat) ve TEG-DMA (trietilen glikol dimetakrilat)'dan oluşur. İnorganik doldurucu olarak; baryum glass, ytterbium trifluoride, Ba-Al-florosilikat cam ve spheroid mixed oksit bulunur. Ayrıca katalistler, stabilize ediciler ve pigmentler de ilave edilmiştir. Partikül büyüklükleri 0,04-3µm aralığındadır. Ortalama partikül büyüklüğü 0,7 µm'dir (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

Variolink II siman setinde Monobond-S, Heliobond, IPS Empress Etching Gel bulunmaktadır.

Monobond-S, seramik ve kompozit arasında stabil kimyasal bir bağ oluşturan tek komponentli materyaldir. Uygulanıp kurutulduktan sonra, metakrilat içeren kompozit materyali gruplarının, doldurucusuz bonding rezine bağlantısını kolaylaştırır. Monobond-S'in kompozisyonu; 3-methacryloxypropyl-trimethoxysilane, asetik asit içeren su/ethanol solüsyonudan oluşur. Monobond-S'in uygulanması sırasında tükrük, kan ya da su kontaminasyonundan kaçınılmalıdır (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

Heliobond, ışıkla sertleşen restorative materyalleri ile birlikte kullanımında mine asitlemesinin etkili hale gelmesini sağlayan ışıkla sertleşen tek komponentli bonding materyalidir. Heliobond'un kompozisyonu; Bis-GMA, Triethylene glycol dimethacrylate'dan oluşur. Heliobond, adeziv restorasyonlar için bonding ajanı, fissürler ve restorasyonlar için transparant sealant, rezin, kron ve köprü tamiri için bağlantı tabakası oluşturmak için kullanılmaktadır (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

IPS Empress Etching Jel, seramikte retantif adeziv yüzey elde etmek için geliştirilmiştir. Kompozit-siman ve kompozit-seramik arasındaki bağlantıyı arttırır. IPS Empress Etching Jel, % 5'lik HF (hidrofluorik asit)'den oluşur.

IPS Empress Etching Jel Endikasyonları:

- Full seramik kron ve köprü
- Seramik inlay, onlay ve laminate veneer

IPS Empress Etching Jel Kontrendikasyonları:

- Ağız içinde
- Doğal diş minesinin asitlenmesinde

- Aluminyum oksit seramiklerde
- Hidrofluorik asit korozivdir. Deri ve mukozada güçlü bir toksit etki oluşturur. HF içeren IPS Empress Etching Jel, çelik gibi pek çok sayıda metale olduğu gibi quartz, silikat ve borate glass'a etki eder. Nikel, polietilen, PVC, bakır ve teflon asite karşı dirençlidir (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

2.4.1.2. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları

- Inlay, onlay ve laminate veneer seramik restorasyonların simantasyonunda
- Adeziv köprülerin simantasyonunda
- Tam seramik kron ve köprülerin simantasyonunda
- Ceromer, Targis Vectris ve kompozit restorasyonların adeziv simantasyonunda (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

2.4.1.3. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Kontrendikasyonları

- Yapıştırıcı kompozitin içeriğindeki maddelere karşı hastanın alerjisi olan kişilerde
- Phenolic maddeler simanın polimerizasyonunu inhibe eder. Bu yüzden bu maddeleri içeren materyallerin kullanılması gerekiyorsa (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

2.4.1.4. Variolink II Rezin Yapıştırıcı Simanın Avantajları

- Beş tip renk seçeneği ve 2 çeşit viskozite derecesi vardır
- Adeziv simantasyon için gerekli tüm ürünlerle birlikte kullanılabilen kapsamlı bir sistemdir

- Aşınma direnci fazladır
- Çok iyi optik özellikler gösterir
- Fluorid salımı yapar
- Yüksek radyoopasite özelliği vardır
- Işık hassasiyeti azdır (Ivoclar-Vivadent AG 2003).

2.4.2. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Siman

Panavia F, metal, indirekt kompozit, silan uygulanmış seramik ve amalgam restorasyonları için kullanılan dual (kimyasal ve ışıkla) sertleşen rezin esaslı siman sistemidir (Kuraray Medical 2004).

Panavia F siman seti, ED Primer, Panavia F Paste, Alloy Primer ve Oxyguard II'den oluşur. ED Primer, MDP kadar HEMA ve 5-NIMSA içerir. Likit A ve B'den oluşur. Uygulandıktan sonra yıkama gerektirmez (Kuraray Medical 2004).

Alloy Primer, alaşım ve Panavia F Paste arasındaki bağlantıyı arttırır. Kıymetli ve kıymetsiz metallere yüksek bağlanma dayanımı gösterir. Oksijen bloke edici ajan olan Oxyguard, Panavia F Paste'nin yüzeyini polimerize eder (Kuraray Medical 2004).

Panavia F Paste, fluorid içerir. Paste A ve B'den oluşur. Translüsent, beyaz ve opak olmak üzere üç renk içerir. Panavia F Paste A ve B, 20 sn'de karıştırılır ve karıştırıldıktan sonra 3 dakika içinde kullanılmalıdır. Karıştırma esnasında ışığa maruz kalması engellenmelidir (Kuraray Medical 2004).

Panavia F ile ilgili olarak, Clearfil Porcelain Bond Activator, Clearfil Liner Bond 2V, Clearfil New Bond, Clearfil Photo Bond, Clearfil S^3 Bond ve K Etchant jel ürünleri sayılır (Kuraray Medical 2004).

Clearfil Porcelain Bond Activator, silan bağlı ajan içerir. Clearfil Porcelain Bond Activator'ün Clearfil New Bond ya da Clearfil Photo Bond ile karışımı, seramik ya da indirekt kompozite bağlanma dayanımını arttırır (Kuraray Medical 2004).

Clearfil Liner Bond 2V, Panavia F ile simantasyondan önce kaviteyi örtmek için kullanılır. Clearfil Liner Bond 2V'in primer likit A ve B karışımının Clearfil Porcelain Bond Activator ile karıştırılması seramik silan ajanı olarak kullanılabilir (Kuraray Medical 2004).

Clearfil S^3 Bond, tek likit olarak kullanılan mine ve dentinin düzenlenmesini sağlayan ışıkla sertleşen tek komponentli bonding sistemidir.

Clearfil S^3 Bond'un kullanım alanları:

- Işıkla sertleşen kompozit rezinin kullanıldığı direk restorasyonlarda
- İndirekt retorasyonlar için kavite örtücü olarak
- Seramik ya da kompozit rezinden yapılan protetik uygulamaların yüzey hazırlığında
- Seramik ya da kompozit rezinden elde edilen kron ve köprü kırıklarının tamirinde
- Ekspoze kök yüzeyi tedavisinde ışıkla ya da dual sertleşen kompozit rezinin kullanıldığı kor yapımında kullanılabilir
- Clearfil S^3 Bond, metakrilat monomere karşı hassasiyeti olan hastalarda kullanılmamalıdır (Kuraray Medical 2004).

Clearfil S^3 Bond'un Clearfil Porcelain Bond Activator ile karışımı silan olarak kullanılır. Protetik uygulamalarda seramik yüzeyine silan uygulandıktan sonra bonding olarak da kullanılır (Kuraray Medical 2004).

Fosforik asit solüsyonu olan K Etchant jel, kesilmemiş mine ve seramiğin ön yüzey düzenleme işlemi için kullanılır (Kuraray Medical 2004).

2.4.2.1. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları

- Metal kron ve köprüler, inlay ve onlay'lerin simantasyonu
- Seramik kronlar, inlay ve onlay'lerin simantasyonu
- Kompozit rezin kronlar, inlay ve onlay'lerin simantasyonu
- Adeziv köprülerin simantasyonu
- Endodontik korlar ve prefabrik postların simantasyonu
- Amalgam bağlantısı (Kuraray Medical 2004).

2.4.2.2. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Simanın Kontrendikasyonları

- Metakrilat monomerlere alerjisi olan hastalar
- Asetona alerjisi olan hastalar (Alloy Primer) (Kuraray Medical 2004).

2.4.2.3. Panavia F Rezin Yapıştırıcı Siman'ın Avantajları

- Dual sertleşir
- Flor salınımı yapar
- Antibakteriyeldir
- Self-etching Primer içerir
- Tam seramiklere bağlanabilir
- Silansız Procera ve In-ceram'a bağlanabilir
- Bonding ajanı kullanmadan silana bağlanabilir
- Setinde Alloy Primer bulunur
- Amalgama bağlanabilir
- Bonding ajansız metale bağlanabilir (Kuraray Medical 2004).

2.4.3. Rely X ARC Rezin Yapıştırıcı Siman

3M Rely X ARC Adeziv Rezin siman, 3M Single Bond dental adeziv sistemle kullanılması için geliştirilmiş paste-paste şeklinde bulunan dual sertleşen rezin simandır. BisGMA (Bis-phenol-A-diglycidymethacrylate) ve TEG-DMA (trietilen glikol dimetakrilat) polimerinden oluşur. Yapısına radyoopasite, aşınma direnci ve fiziksel dayanıklılığı vermesi için zirconia/silica doldurucusu katılmıştır. Ayrıca Rely X ARC rezin simanın yapısında, çalışma kolaylığının sağlanması ve kolay temizlenebilmesi için yeni bir polimerik komponent olan dimetakrilat polimer bulunur. Rely X ARC rezin siman, 3M Clicker Dispenser adı verilen yeni bir taşıma aletinde paketlenmiştir. Clicker dispenser, birbirine bağlı simanın A ve B paste'lerini içeren kartujlardan oluşur (3M ESPE AG Dental Products 2003).

Bu simanın karıştırma zamanı 10 sn olup, çalışma zamanı 2 dakikadır. Sertleşme zamanı, karıştırma başlangıcından itibaren 10 dakikadır. Sertleşme zamanı ışığın uygulanması ile hızlandırılır. Artık simanlar sertleşme sonrası 3-5 dakika içerisinde temizlenmelidir (3M ESPE AG Dental Products 2003).

Rely X ARC adeziv rezin siman setinde, Single Bond Dental Adeziv Sistem ve Rely X Ceramic Primer bulunur (3M ESPE AG Dental Products 2003).

2.4.3.1. Single Bond Dental Adeziv Sistem

Single Bond dental adeziv sistemi, single bond adeziv ve 3M Scotchbond asitinden oluşur. Scotchbond asit, % 35 oranında fosforik asit jeldir. Ph'ı yaklaşık olarak 0,6'dır. Mine ve dentini asitlemek için kullanılır.

Single Bond dental adeziv, etanol, 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), BisGMA, dimetakrilat rezinlerin bazıları, metakrilat-modifiye polikarboksilik asit kopolimer, az miktarda su ve bir fotoinitiator sistem içeren tek şişe adezivdir (3M ESPE AG Dental Products 2003) .

2.4.3.2. 3M Rely X Seramik Primer

Rely X seramik primer, prehidrolize silan bağlı ajan, alkol ve sudan oluşan stabil solüsyondur. Rely X seramik primer, rezin simanın seramiğe bağlantısını arttırmak için özellikle dizayn edilmiştir. Primer, Rely X ARC rezin siman ile simante edilmesi için indirekt restorasyonların bağlantı yüzeylerine uygulanmalıdır (3M ESPE AG Dental Products 2003).

2.4.3.3. Rely X ARC Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları

- Metal destekli seramik kron ve köprülerin simantasyonu
- Metal kron ve köprüler, inlay ve onlay'lerin simantasyonu
- Minimal diş yapısını örten kron ve köprülerin simantasyonu
- Maryland (rezin bağlı) köprülerin simantasyonu
- Tam seramik kron ve köprüler, inlay ve onlay'lerin simantasyonu
- İndirekt kompozit kron ve köprüler, inlay ve onlay'lerin simantasyonu
- Endodontik post simantasyonu
- Amalgam restorasyonlar (3M ESPE AG Dental Products 2003).

2.4.3.4. Rely X ARC Rezin Yapıştırıcı Simanın Avantajları

- Fiziksel dayanıklılığı yüksektir.

- Aşınma direnci yüksektir.
- Single Bond adeziv ile kullanıldığında çeşitli materyallere olan yüksek adeziv dayanımı ve düşük film kalınlığı verir.
- Diş hekiminin düşüncesine göre estetik özellikler, gölgelendirmeler ve opasitenin ayarlanabilmesi yapılabilir.
- Karıştırılması, yerleştirilmesi ve temizlenmesi kolaydır (3M ESPE AG Dental Products 2003).

2.4.4. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Siman

GC Fuji Plus rezin yapıştırıcı siman, Fuji Plus toz, likit ve "conditioner"den oluşan rezin destekli cam iyonomer simandır. Toz yapısında % 95-100 alumina silikat cam bulunur (GC Corporation 2004).

Fuji Plus likitinde; % 45 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), glikol metakrilat, % 45 poliakrilik asit ve % 10 trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) bulunur. Fuji Plus conditioner'de ise % 10-25 oranında sitrik asit bulunur. Fuji Plus toz ve likiti 30 sn'den daha kısa zamanda ve tek basamakta karıştırılır (GC Corporation 2004).

Bu simanla birlikte silan olarak GC Seramik Primer kullanılmaktadır. GC Seramik Primer, laboratuar ortamında seramik yüzeyine rezin, kompozit ve akrilik bağlantısı ve aynı zamanda diş dokusuna bir adeziv rezin siman kullanılarak seramik restorasyonların yapıştırılması için seramik bağlantı yüzeyine uygulanarak kullanılır. Seramik Primer A ve B likitleri halinde bulunup, bu iki likitin aynı oranda birbirleriyle karıştırılması ile kullanılır. (GC Corporation 2004).

2.4.4.1. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Simanın Endikasyonları

- Metal kron ve köprüler, inlay ve onlay restorasyonların simantasyonu
- Metal destekli seramik kron ve köprülerin simantasyonu
- Tam seramik kron ve köprüler, inlay ve onlay restorasyonların simantasyonu
- Güçlendirilmiş tam seramik kronların simantasyonu (Procera gibi)
- Prefabrik pin, post ve döküm postları içeren tüm kor materyallerine simantasyonu
- GC Fuji PLUS rezin yapıştırıcı simanlar, diş yapısına ve tüm kor materyallerine kimyasal ve mekanik olarak bağlanırlar (GC Corporation 2004).

2.4.4.2. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Simanın Kontrendikasyonları

- Kuafaj tedavisinde

2.4.4.3. GC Fuji PLUS Rezin Yapıştırıcı Simanın Avantajları

- Asit kullanmaksızın yüksek bağlanma dayanımı verir.
- Rezinin mikromekanik kilitlenme ve kimyasal bağlantı reaksiyonu sonucu fiziksel özellikleri iyi ve dayanıklıdır.
- Yüksek flor salınımı yapar.
- Termal ekspansiyon katsayısı düşük ve dentin dokusuna yakındır.
- Diş yapısı ve yumuşak dokularla mükemmel uyumu vardır.
- Konvansiyonel cam iyonomer simandan daha fazla bağlanma dayanımı gösterir.
- Hazırlanması ve yerleştirme tekniği kolay ve çabuktur.
- Klinik olarak suda çözünmez.
- Siman film kalınlığı düşüktür (GC Corporation 2004).

2.5. Seramik-Rezin Siman Bağlantısı

Diş hekimliğinde seramik indirek estetik restorasyonların kullanımı arttığından beri, seramik ile rezin arasındaki bağlantı önem kazanmıştır (El Zohairy ve ark 2004).

Seramik restorasyonlar ile rezin bağlantısı yüksek retansiyon sağlar, marjinal adaptasyonu arttırıp, mikro aralanmayı önler ve restore edilen diş ve restorasyonun kırılma direncini arttırır (Blatz ve ark 2003a, Blatz ve ark 2003b).

Bu yüzden adeziv simantasyon, özellikle tutuculuğun az olduğu ya da aşırı okluzal yüklerle karşılaşacak tam seramik restorasyonların dayanıklılığını arttırmak için yararlıdır (Odman ve Andersson 2001, Blatz ve ark 2003b).

Porselen laminate veneerler, seramik inlay ve onleyler, tam seramik kron ve köprülerin yapıştırılması ya da metal destekli seramiklerin tamiri için seramik-rezin bağlantısı gereklidir (Crispin ve ark 1994, Didier ve Spreafico 1999, Roulet ve Degrange 2000).

2.5.1. Seramik Yüzey Düzenleme İşlemleri

Güçlü bir rezin bağlantı için seramik yüzeylerde yapılan pürüzlendirme ve temizleme işlemleri kimyasal bağlantı ve mikro mekanik kilitlenme sağlar (Chen ve ark 1998).

2.5.1.1. Mekanik ve Mikromekanik Bağlantı

Mekanik bağlantı seramik yüzeylerinin elmas frezlerle aşındırılması ile sağlanır (Blatz ve ark 2003a, Attia ve Kern 2004). Ancak frezlerle yapılan pürüzlendirme işlemi, seramiklerin parçalanmasına neden olur ve restorasyonların uyumunu kötü etkiler (Kamada ve ark 1998, Attia ve Kern 2004).

Mikromekanik bağlantı ise seramik yüzeylerinin kumlanması veya asitle pürüzlendirilmesi ile sağlanır. Asitle yapılan pürüzlendirme işlemi ile gerçek bir mikroretansiyon sağlanır. Buna karşın kumlama ile sadece kaba yüzeyler elde edilir. Kumlama işleminde marjinlerinin zarar görme riski vardır (Crispin ve ark 1994, Didier ve Spreafico 1999, Roulet ve Degrange 2000).

Asit uygulanması, mikroretantif kanallarda seramikteki cam matriks ve kristallerin çözülmesine neden olarak irregüler yüzey topografisi oluşturur (Kato ve ark 2000).

Asit uygulaması ile yüzey enerjisi arttırılır. Yüzey enerjisindeki artış seramiğin yapısına, asitin konsantrasyonuna ve uygulanma süresine göre değişir (Crispin ve ark 1994, Didier ve Spreafico 1999, Roulet ve Degrange 2000).

Hidrofluorik asit (HF) ya da amonyum bifluorid solüsyonları ile uygun yüzey yapısı ve pürüzlülük elde edilebilir (Chen ve ark 1998).

Seramik iç yüzeyinin hidroflorik asitle asitlenmesi sonucu oluşan mikropöreziteler, bağlantı için yüzey alanını arttırarak kompozitin mikromekanik olarak bağlanmasını sağlar (Peumans ve ark 2000).

Yaygın olarak kullanılan hidroflorik asitin derin kanal ve yivlerin oluşmasında oldukça etkili olduğu görülmüştür (Della Bona ve ark 2000). Ancak Hidrofluorik asit, toksik özelliğiyle deri ve akciğerler için zararlıdır (Attia ve Kern 2004). Diğer asit ajanları, ağız içi olarak uygulanan HF asitten daha az zararlıdırlar (Blatz ve ark 2003a).

% 2,5 ve % 10'luk HF solüsyonunun 2-3 dk uygulanmasının oldukça başarılı olduğu görülmüştür (Chen ve ark 1998, Blatz ve ark 2003a). Lösit kristallerinin sayısı büyüklüğü

ve dağılımı, asit uygulanması sonucu oluşan mikropörezitelerin şekillenmesini etkiler (Barghi 2000).

Bazı düşük ısı seramikleri ve cam seramikler, HF asit uygulanması ile büyük oranda tutucu mikropörezitelerin oluşmasını önleyen yalnızca minimal miktarda lösit kristalleri içerirler (Kamada ve ark 1998). Lösit destekli feldispatik seramik olan IPS Empress için % 9'luk HF asitin 60 sn uygulanması oldukça başarılı bulunmuştur (Blatz ve ark 2003a).

Lityum disilikat cam seramik olan IPS Empress 2, yüksek oranda kristalin yapı içerir. Seramik mikro yapısının, kompozit-seramik bağlantı bölgesinin kırılma direnci üzerine önemli etkisinin olduğu görülmüştür (Della Bona ve ark 2000).

Kato ve ark (2000), farklı asit ajanları ile aşındırma işlemlerini karşılaştırmışlar ve HF asit ve silfürük asit-hidrofluorik asit kombinasyonunun yüksek ve sürekli bağlantı dayanıklılığı sağladığını bulmuşlardır.

Ağız içinde tamir esnasında, hidroflorik asit kullanıldığında dokuya zarar verme riski olduğundan basınç altında aluminyum oksit kullanılarak kumlama işleminin yapılması seramik yüzeyini modifiye etmek için kullanılmıştır. Bu işlem bağlantı için yüzey alanını arttırır. Ancak irregüler yüzey pürüzlülüğü elde edilmesi daha zordur (El-Mowafy ve Rubo 2000, Blatz ve ark 2003a).

Yüksek dirence sahip aluminyumoksit seramikler veya zirkonyum ile güçlendirilmiş seramikler (In-ceram, Procera All-ceram gibi) asitlere karşı dirençlidirler. Bu seramiklerde hidroflorik asitle yapılan pürüzlendirme işlemi kompozit rezin simanın bağlantısını güçlendirmez. Bu tip restorasyonların yapıştırılmasında alümina ile kumlanmaları ve fosfat bazlı bir simanla yapıştırılmaları tavsiye edilir (Crispin ve ark 1994, Didier ve Spreafico 1999, Roulet ve Degrange 2000).

Aşırı kumlama yapılması, seramik materyalinin parçalanması ya da fazla madde kaybına neden olur. Bu yüzden silika esaslı tam seramik restorasyonların simantasyonu için tavsiye edilmez (Blatz ve ark 2003a).

Kumlama yapılan örneklerdeki başarısızlığın çoğunun adeziv olduğu, asitlenen örneklerde ise daha çok koheziv başarısızlığın olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte kumlama ve asitleme metotları arasında bağlantı kuvveti üstünlüğü açısından genel bir fikir yoktur (Oh ve Shen 2003).

Uzun süreli klinik incelemeler için seramik yüzeyinde mekanik tutucu alanlar oluşturmada kumlama ya da asit uygulama işlemi, tek başına yeterli olmadığı için kompozit-seramik bağlantısında daha iyi yüzey oluşturan kumlama ve takibinde asit uygulaması önerilmektedir (Kato ve ark 2000).

Bağlantı dayanıklılığı üzerine kombine işlemlerin etkisinin araştırıldığı az sayıda çalışma olup, sonuca varılamamıştır. Ayrıca çalışmalar yalnızca veneer seramikleri ile sınırlıdır (Oh ve Shen 2003).

2.5.1.2. Kimyasal Bağlantı

Kimyasal bağlantı, pürüzlendirilmiş seramik yüzeyine silan uygulanması ile sağlanır. Silan, kovalent ve hidrojen bağlar oluşturarak seramik yüzeylere çok iyi bağlanan bir moleküldür. Bağlanma işlemi sırasında silan molekülleri seramik yüzeyine paralel olarak yönlenir. Bu şekilde bir davranış göstermesi seramik yüzeyine hem hidrofobik hem de organofilik özellik kazandırır. Yüzeyin hidrofobik olması hidrolitik bozunmayı önlerken, organofilik özellik göstermesi de seramik yüzeyinin ıslanabilirliğini arttırır. Seramik yüzeyine asit uygulandıktan sonra silan solüsyonu uygulanır ve çözücüsü buharlaşarak

uzaklaştıktan sonra rezin siman ile yapıştırılır. Silan, nem kontaminasyonuna çok hassas ve raf ömrü çok kısa olan bir maddedir (Didier ve Spreafico 1999, Roulet ve Degrange 2000).

2.5.1.2.1. Silan Bağlı Ajanlar

Silanlar, silikon dioksite seramik yüzeyindeki OH grupları ile bağlanan bifonksiyonel moleküllerdir. Bunlar ayrıca, rezindeki organik matriks ile kopolimerize olan indirgenebilen bir fonksiyonel gruba sahiptirler. Silan bağlı ajanlar genellikle siloksan bağlantısının oluşumunu arttıran silan bağları ve zayıf asit içerirler (Barghi 2000).

Ayrıca silanizasyon işlemi, seramik yüzeyinin ıslanılabilirliğini arttırır. Karboksilik asit içeren bazı silan ajanları, HF asit işlemi uygulanmasa bile güvenli bağlantı kuvveti oluşturur, ancak diğer ajanlar için fosforik asitle pürüzlendirme işlemi uygulandıktan sonra başarılı bir bağlantı sağlanabilir (Blatz ve ark 2003a).

Sorensen ve ark (1991), seramiğe asit ve silan uygulanmasının mikro aralanmayı belirgin derecede azalttığını ve mikro aralanmanın aşırı silan uygulanması ile azalmayacağını göstermişlerdir.

Silanlar, γ-methacryloxy propyltrimethoxy ya da 3-trialkyloxysilylpropyl methacrylate gibi farklı kimyasal yapılara sahiptirler (Kato ve ark 1996).

Seramik yüzeylerinin yeniden silanlanması ya da deneme işlemleri sonrası silanların etkisi üzerine yapılan çalışmalar farklı sonuçlar göstermişlerdir. Rezidüel organik kontaminasyonlar, bağlantı kuvvetini azaltabilirler. Bu yüzden yapıştırma işleminden önce bunlar tercihen aseton ya da alkol gibi çözücüler ya da fosforik asitle kaldırılmalıdırlar. Silan primerler 3 grup altında toplanırlar:

Unhidrolize (hidrolize olmayan) tek- likit silan primer

Prehidrolize (ön hidrolize) tek- likit silan primer

2 ya da 3 likit silan primer (Blatz ve ark 2003a).

Silan bağlı ajanlar genellikle yüksek miktarda çözücü içerirler. Tek şişe ürünleri, çözücünün hızla buharlaşması ve hidrolize olmasından dolayı uzun ömürlü değildirler, bu durum silan solüsyonunu etkisiz kılar. Likit görünümündeki indikatör için temizleyici solüsyon kullanılır, ancak tek şişe şeklindekiler için kullanılmaz (Kato ve ark 1996).

Çoğu seramik bağlantı sistemleri, bonding ajanı ve kompozit siman uygulanmadan önce silanın ayrı olarak uygulanmasını gerektirirler. Bazı üreticiler, gerektiği zaman diğer bağlantı ajanlarıyla karıştırılıp, tek basamakta uygulanabilmesi için, bonding sistemlerine silanı da ilave etmişlerdir (örnek: Clearfil Porcelain Bond Activator ve Clearfil SE Bond) (Kato ve ark 1996).

İki ya da üç likit silan primerler, 2 ya da 3 çözücüden oluşur ki bunlardan biri γ-methacyloxylpropyl-trimethoxysilane (γ-MPS) ve diğeri silan bağlama reaksiyonunu katalize eden asidik monomerdir (Sato ve ark 1999, Foxton ve ark 2003).

Hidroflorik asitle asitlenip, silanlanan seramik iç yüzeyine yapıştırıcı kompozitin bağlanma kuvveti, asitlenmiş seramik yüzeyine yapıştırıcı kompozitin bağlanma kuvvetinden daha fazla olup, seramiğin kendi koheziv kuvvetini de aşar (Stacey 1993).

Asit ve silan bağlı ajanın uygulanması silika esaslı dental seramiklere yüksek bağlantı kuvveti kazandırır. Ancak fosforik ve hidroflorik asitler, mikromekanik kilitlenme için saf alüminyum oksit seramikleri pürüzlendiremezler. Matriks silika içermediği için kimyasal silan bağlantısı elde edilemez. Alüminyum oksit seramiklerde yüzey pürüzlendirmesi oluşturmak için alüminyum oksit aşındırıcı partiküllerle kumlama işleminin yapılması daha etkilidir (Blatz ve ark 2003b).

Fosfat monomer içeren Panavia 21 rezin simanı, kumlama yapılmış cam infiltre alüminyum oksit seramikle uzun süreli ve güçlü bir rezin bağlantısı oluşturur (Kern ve Thompson 1995, Madani ve ark 2000). Bazı araştırmacılar, cam infiltre alüminyum oksit seramiğin Panavia 21 ile bağlantısı için silan ya da bonding ajanı kullanılmasına gerek olmadığını belirtirken (Kern ve Thompson 1995), bazıları da seramiğin ıslanabilirliğini arttırabilmek için silan bağlı ajan uygulanmasını önerirler (Madani ve ark 2000).

2.6. Bağlanma Dayanımı Testleri

Bağlanma dayanımı ölçümleri, adeziv sistemlerin etkinliğini değerlendirmede kullanılan yöntemlerdendir. Böylece adeziv sistemlerin ağızdaki performansları önceden tahmin edilebilir (El Zohairy ve ark 2003).

İn vitro olarak rezin-seramik bağlanma dayanımını ölçmede pek çok test yöntemi tanımlanmıştır. Bunlardan "shear" bağlanma dayanımı testi, bağlanma dayanımını test etmede oldukça sık kullanılmalarına rağmen, arayüzde oluşturduğu homojen olmayan stres dağılımından dolayı güvenilir değildir (Chadwick ve ark 1998, Filho ve ark 2004).

Çeşitli araştırmalar "shear" bağlanma testi sonrası başarısızlık tipinin, arayüzde adeziv başarısızlığın yerine daha çok yapıştırılan materyaller içinde koheziv başarısızlık şeklinde olduğunu göstermiştir (Chadwick ve ark 1998).

Della Bona ve Van Noort (1995), rezin-seramik bağlantısının "shear" testinde, yükleme sonrası seramik içinde yüksek gerilim stresi oluşumunun çok düşük kuvvetler altında koheziv kopmalara sebep olduğunu gözlemişlerdir.

Diğer yandan "tensile" bağlanma dayanımı testleri, bağlantı bölgesinde gerilim bağlanma dayanımı ölçümü için daha uygun olup, kopmalar daha çok adeziv başarısızlık

şeklinde meydana gelir (Della Bona ve Van Noort 1995, Filho ve ark 2004). Ancak bu testin sonuçları, yükleme sırasında meydana gelen homojen olmayan stres dağılımından ve örneğin geometrisinden fazlasıyla etkilenir (El Zohairy ve ark 2003).

Sano ve ark (1994), küçük bağlantı yüzeyinde uygulanarak, adeziv performansı daha gerçekçi değerlendiren microtensile bağlanma testini geliştirmişlerdir.

2.6.1. Microtensile Bağlanma Testi

Microtensile test yöntemi; test edilecek örneğin bağlantı yüzeyinden düşük hızda çalışan elmas separe ile yaklaşık 1 mm^2 yüzey alanına sahip kesitler alınıp, bu kesitlerin siyanoakrilat adeziv ile microtensile test cihazına bağlanarak 1 mm/dk gerilim kuvveti uygulanmasıdır (Sano ve ark 1994, Pashley ve ark 1999, Shono ve ark 1999).

Bağlantı yüzey alanının yaklaşık 1 mm^2 olması, yükleme sırasında bağlantı yüzeyinde daha homojen stres dağılımının oluşmasıyla sonuçlanır (Sano ve ark 1994, Pashley ve ark 1999, El Zohairy ve ark 2003).

Microtensile testi için iki şekilde kesit alınır. Birincisi, vertikal yönde 2 mm kalınlığında alınan kesitler bağlantı yüzey alanı 1.6-1.8 mm^2 olacak şekilde bağlantı bölgesine kum saati şekli verilmesiyle elde edilir (Pashley ve ark 1999, Shono ve ark 1999).

İkincisi ise, bağlantı yüzeyine dikey olarak 1,0±0,1 mm kalınlığında dilimler elde edilip, daha sonra örneklerin 90° döndürülerek bağlantı yüzeyine dik olarak elde edilen ikinci kesitlerin alınması sonucu yaklaşık 1x1 mm^2'lik mikrobarlar oluşturulmasıyla elde edilir (El Zohairy ve ark 2003).

Microtensile testi için 1x1 mm^2'lik yüzey alanına sahip mikrobarların elde edildiği yöntemdeki örneklerin bağlantı alanında daha az stres oluştuğu bulunmuştur (Pashley ve ark 1999, Della Bona ve ark 2003).

Sano ve ark (1994), gerilim bağlanma dayanımının bağlantı bölgesi alanı ile tersine ilişkili olduğunu gözlemlediler. Bu çalışmada büyük yüzey alanının kullanıldığı "tensile" test ile düşük "tensile" bağlanma dayanımı değeri elde edilirken, küçük yüzey alanının kullanıldığı "microtensile" testi ile daha yüksek bağlanma dayanımı değeri bulunmuştur.

Microtensile test yöntemi diğer test yöntemlerine göre pek çok avantajlara sahiptir:

1) Çok küçük alanların test edilebilmesine olanak sağlar.
2) Bağlantı bölgesinde yüksek bağlanma dayanımı değerleri ölçülebilir.
3) Tek bir diş için bile ortalama ve varyans değerleri hesaplanabilir.
4) Koheziv kopmadan çok adeziv kopma başarısızlık şekli görülür.
5) Düzensiz yüzeylerde bağlantı testine izin verir.
6) Bölgesel bağlanma dayanımı ölçülebilir (Pashley ve ark 1999).
7) Bağlantı yüzeyinde homojen stres dağılımının oluşmasını sağlar.
8) Yüzey alanının yaklaşık 1x1 mm^2 olması kopan yüzeylerin SEM'de incelenmesini kolaylaştırır (Schreiner ve ark 1998).

Pek çok avantajlarının yanı sıra microtensile testinin bazı dezavantajları da vardır:

1- Microtensile testinin yapım işlemleri zordur ve teknik hassasiyet gerektirir.
2- Özel ekipman gerektirir.
3- 5 MPa'dan küçük bağlanma dayanımı değerlerini ölçmek zordur.
4- Örnekler çok küçük olduğundan kolaylıkla su kaybına uğrarlar (Sano ve ark. 1994, Pashley ve ark 1999).

2.7. Termal Siklus Uygulaması

Dental restoratif materyaller, ağız ortamındaki ısı ve pH değişikliklerinden sürekli olarak etkilenmektedirler. Yemek, içmek ve nefes almak ağız içi ısı değişikliklerine sebep olur. Örneğin buzlu bir suyun ısısı 0°C'e yakınken, sıcak bir çay ya da çorbanın ısısı 60°C'e ulaşabilir. Ancak yeme ve içme kişiden kişiye oldukça farklılık gösteren alışkanlıklardır ve ağzın her bölgesinde eşit sıcaklık değişimine neden olması beklenemez. Nefes alındığı sırada havanın sıcaklığı, nemi ve hızı ağız ısısında radikal değişikliklere neden olabilir. Ağızdan nefes alınmadığında ve termal bir yükleme yapılmadığında ağız içi sıcaklık ortalama 35°C olarak ölçülmüştür (Şengün ve ark 2005).

Termal streslerin neden olduğu büzülme ve genleşmeler sonucu restorasyonlarda marjinal boşluk ve mikrosızıntı artar (Verslius ve ark 1996). Bu yüzden restorasyonların ömürleri boyunca etkilendikleri ağızdaki ısı değişikliklerini taklit etmede, restorasyonları in vitro şartlarda test eden termal siklus yöntemi kullanılır (Ölmez ve ark 1998, Barclay ve ark 2002).

Restorasyonlarda termal siklus uygulaması için 4°C ile 60°C arasında değişen sıcaklıkların kullanılması önerilmektedir. Ancak termal siklus sayısı ve daldırma zamanı konusunda literatürde farklı veriler ile karşılaşılmaktadır (Von Fraunhofer ve ark 2000, Jang ve ark 2001).

Araştırmacılar seramiğe-rezin siman bağlantısında; termal siklusun aynı ısıda suda saklama işleminden daha fazla etkili olduğunu göstermişlerdir (Blatz ve ark 2004, Kern ve Thompson 1995).

Termal siklus testi sırasındaki farklı termal değişiklikler ile oluşan mekanik stresler, bağlantı arayüzeyine doğru kırılmanın oluşumunu direkt olarak indüklerler (Palmer ve ark 1992, Roulet ve ark 1995, Berry ve ark 1999).

2.8. Scanning Electron Microscopy (SEM) Analizi

Diş dokuları ile restoratif sistemler arasındaki dinamik ve kimyasal etkileşimi değerlendirmede kullanılan yüzey analiz tekniklerinden birisidir (Cowan ve ark 1996).

SEM analizi, seramik-rezin bağlantısına bakılan pek çok çalışmada kopan yüzeylerin başarısızlık tipini belirlemek için oldukça sık kullanılır (Della Bona ve ark 2003, El Zohairy ve ark 2003, Foxton ve ark 2003, El Zohairy ve ark 2004, Filho ve ark 2004).

SEM cihazının kullanımı esnasında, örnek yüzeyi primer bir elektron demeti ile taranır. Bu elektronlar diğer tanecikleri uzaklaştırmak için örnekle etkileşime girerler. Bunların arasında görüntü oluşturmak için sıklıkla kullanılan sekonder elektronlar, kendilerini oluşturan elemente bağlı enerji seviyelerine sahip saçılan elektronlar ve yine element hakkında bilgi içeren X-ışınları vardır. Sekonder elektronlarla görüntü elde edilmesinde sekonder elektron dedektörüne ulaşan elektron sayısı ne kadar fazla ise o bölgenin görüntüsü o kadar parlak olur. Daha az elektronun dedektöre ulaştığı bölgelerde görüntü karanlıktır. Bu şekilde örnek topografisi hakkında bilgi veren gri tonlu görüntü elde edilir (Watt 1996).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışmada Kullanılan Seramik Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada IPS Empress II (Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein), ProCAD (Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein) olmak üzere iki tip seramik kullanıldı. Her seramikten 16'ar tane olmak üzere toplam 32 tane seramik örneği hazırlandı. Seramik örnekleri IPS Empress 2 ingotları ve ProCAD (Cerec) bloklarından elde edilmiştir (Resim 3.1a. ve 3.1b.).



Resim 3.1a. IPS Empress 2 ingotları



Resim 3.1b. ProCAD (Cerec) blokları

3.1.1. IPS Empress II Seramik Örneklerinin Hazırlanması

1) 7x7x4 mm boyutlarında metal kalıplar Ankara sanayi atölyesinde hazırlandı. Bu kalıplardan aynı boyutlarda mum örnekler elde edildi.

2) Elde edilen mum örneklere 2 mm kalınlığı ve 6 mm uzunluğunda tijler bağlandı.

3) Tijler plastik daire şeklindeki kaide üzerine yerleştirildi.

4) 7,5x12 mm boyutundaki IPS Empress kağıt manşetlerle (Ivoclar-Vivadent AG, Liechtenstein) plastik kaide üzerine bağlanan modelajların etrafı çevrelendi ve kağıt maşeti stabilize etmek için üst kısmına plastik halka yerleştirildi.

5) 100 gr'lık IPS Empress 2 revetmanı, IPS Empress 2 likidi ile vakumlu karıştırıcıda 60 sn karıştırıldı ve kağıt silindirin içi plastik halka hizasına kadar doldurulup, üstü plastik kapakla kapatıldı.

6) Sertleşme süresi 35 dakika olan IPS Empress 2 Speed (hızlı) revetmanı sertleştikten 15 dakika sonra plastik kaide ve kapak çıkarıldı ve düzensiz kısımlar düzeltildi.

7) Döküm silindiri, alüminyum oksit piston ve toplam 24 olacak şekilde her seferinde 3'er "ingot" (Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein) ön ısıtma fırınına (Jelenkon Jelcfrat, US) yerleştirilip, dakikada 5°C ısı artışı olacak şekilde oda sıcaklığından 250°C'ye yükseltildi. Bu sıcaklıkta 30 dakika bekletildikten sonra, sıcaklık 850°C'ye çıkartılıp, bu sıcaklıkta 60 dakika bekletildi.

8) Sıcak döküm silindiri ön ısıtma fırınından çıkartıldıktan sonra üç "ingot" ve alüminyum oksit piston döküm silindiri içine yerleştirildi.

9) Döküm silindiri EP600 Combi (Ivoclar-Vivadent AG, Liechtenstein) presleme fırınının merkezine yerleştirilip, 920°C'de visköz akma özelliğine ulaşıp, revetman boşluğun içine yollandı.

10) Presleme işlemi tamamlandıktan sonra döküm silindiri fırından çıkarılıp, oda sıcaklığında soğumaya bırakıldı.

11) Döküm silindirler soğuduktan sonra revetmanlar dikkatlice kırıldı.

12) Elde edilen IPS Empress 2 seramik örnekleri revetmandan temizlenmek için önce kum banyosu cihazı ile (Bego Easy Blast, Almanya) 4 bar'lık basınç

altında 100 mikronluk Al_2O_3 (Perlablast micro, Bego, Almanya) ile kumlandı. Sonra tamamen temizlenene kadar örneklere 2 bar basıncında kumlama işlemi yapıldı.

13) Örnekler IPS Empress 2 Invex likite (Ivoclar-Vivadent AG, Liechtenstein) batırılarak, 15 dakika bekletildi. Daha sonra 1 bar'lık basınç altında 100 mikronluk Al_2O_3 ile kumlandı.

14) IPS Empress 2 seramik örnekleri elmas separe ile tijlerinden ayrıldı.

15) 7x7x4 mm boyutlarındaki IPS Empress 2 seramik örneklerinden 16 adet elde edildi.

3.1.2. ProCAD (Cerec) Seramik Örneklerinin Hazırlanması

1) Çalışmamızda 10x12x15 mm boyutunda ProCAD (Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein) seramik bloğu kullanıldı.

2) ProCAD seramik blokları önce seramik yüzeyine dik olarak Isomet cihazına (Buehler Isomet 1000 Low Speed Saw, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) yerleştirilip, elmas kesme separesi ile 4 parçaya ayrıldı.

3) Daha sonra seramik yüzeyine paralel olarak 2 kesim işlemi daha yapıldı.

4) Toplam 7x5x4 mm boyutlarında 16 tane ProCAD seramik örnekleri elde edildi.

Seramik örneklerinin boyutları literatürdeki çalışmalara benzer olarak hazırlandı (Andreatta Filho ve ark 2003, Oh ve Shen 2003, Filho ve ark 2004, Valandro ve ark 2005).

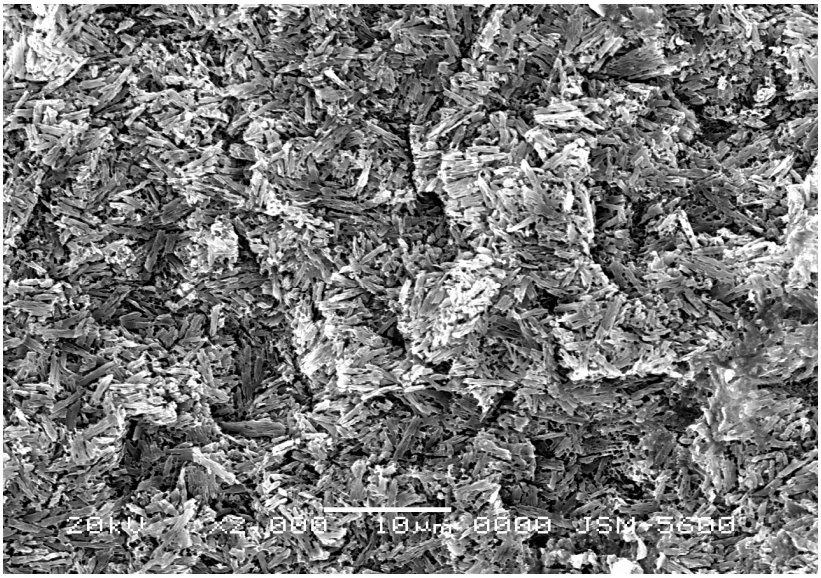
IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinden elde edilen tüm örneklerin yüzeyleri 600'den 1200 grit'liğe kadar silikon karbit aşındırıcılarla (3M, St. Paul, MN, USA) su kullanılarak ve bir piyasemen yardımıyla dikkatlice polisajlandı. Daha sonra örnekler ultrasonik su banyosundaki (Whaledent Biosonic Jr., Whaledent International, Newyork,

USA) ultrasonik temizleme likitinde (Pro-Portion; Sultan, USA) 10 dakika temizlenip, hava ile kurutuldu.

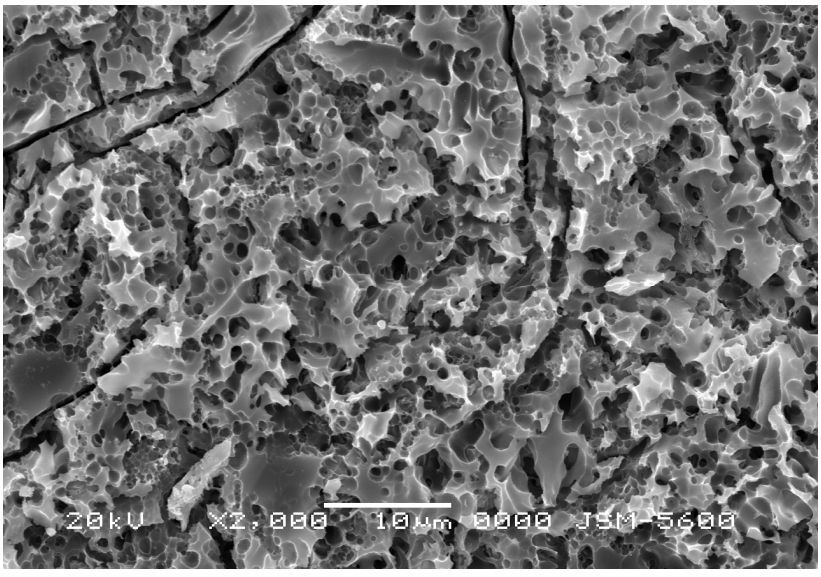
3.2. Seramik Bağlantı Yüzeylerinin Hazırlanması

Her seramikten elde edilen 16 örneğe kumlama+asitleme yüzey işlemi yapıldı:

Seramik yüzeyleri öncelikle kumlama cihazında (Danville Engineering Ing., Danville, California) seramik yüzeyine 1 cm uzaklıkta 2,5 bar'lık basınç altında 50µm'lik alüminyum oksit (Perlablast micro, Bego, Almanya) ile kumlandılar. Daha sonra aynı örneklerin kumlanan yüzeyleri % 5'lik Hidroflorik asitle (Vivadent; Schaan, Liechtenstein) pürüzlendirildiler. Asitleme süresi IPS Empress 2 için 20, ProCAD için ise 60 sn'dir. Asitleme işlemi sonrası seramik örnekleri nötralize edici ajanda (Vivadent; Schaan, Liechtenstein) 5 dakika bekletildiler. Kumlama+asitleme yüzey işlemi yapılmış IPS Empress 2 ve ProCAD örneklerinin SEM cihazındaki görüntüleri Resim 3.2a ve 3.2b.'de görülmektedir.



Resim 3.2a. IPS Empress 2 seramik örneğinin kumlama+asitleme yüzey işlemi yapılmış SEM görüntüsü (x2000 büyütmede)



Resim 3.2b. ProCAD seramik örneğinin kumlama+asitleme yüzey işlemi yapılmış SEM görüntüsü (x2000 büyütmede)

3.3. Rezin Yapıştırıcı Simanların Seramik Örneklere Bağlanması

Her seramik tipi için kullanılan yüzey düzenleme işlemi yapılmış 16 seramik örneği yapıştırıcı simanlarla bağlanmaları için 4'erli 4 alt gruba ayrıldılar. Çalışmamızda seramik yüzeyine bağlanması için 4 farklı rezin siman sistemi kullanıldı. Bunlar Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

37°C'deki distile suda 24 saat bekletme ve termal siklus sonrası örneklerin hemen kesilip, microtensile testine tabi tutulabilmesi için her çalışma gününde en fazla 3 seramik-siman örneği hazırlanabilmiştir (Resim 3.3a. ve 3.3b.).



Resim 3.3a. IPS Empress 2-siman örnekleri



Resim 3.3b. ProCAD-siman örnekleri

Tablo 3.1. Rezin Siman Sistemleri

Rezin Yapıştırıcı Siman Sistemleri	Siman-Silan-Bonding Ajanı	Yapısı	Üretici Firma
Variolink II (Dual-cure Kompozit Rezin Siman)	Variolink II Base/Catalyst	Monomer matriks: Bis-GMA*, UDMA$^{\alpha}$ ve TEG-DMA$^{\beta}$ İnorganik doldurucular: baryum glass, ytterbium trifluoride, Ba-Al-florosilikat cam Katalistler, stabilize ediciler ve pigmentler	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
	Monobond-S	3-MPS$^{\Phi}$ (% 1 wt) pH'ı 4 olan asetik asit içeren su/ethanol solüsyonu (% 99 wt)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
	Heliobond	Bis-GMA* (% 60 wt) Triethylene glycol dymethacrylate (% 40 wt)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Panavia F (Dual-cure Kompozit Rezin Siman)	Panavia F Base/Catalyst	BPEDMA$^{\theta}$, MDP$^{\lambda}$, DMA$^{\text{ɔ}}$, % 78 doldurucular (Ba–B–Si-glass), kimyasal ve fotoinitiatör	Kuraray, Osaka, Japan
	Clearfil Porcelain Bond Activator +Clearfil S^3 Bond	BPEDMA$^{\theta}$, 3-MPS$^{\Phi}$+Clearfil S^3 Bond	Kuraray, Osaka, Japan
	Clearfil S^3 Bond	MDP$^{\lambda}$, Bis-GMA*, HEMA$^{\text{ıь}}$, Hydrophobic dimethacrylate dl-Camphorquinone, Etil alkol, Su, Silanlanmış kolloidal silika	Kuraray, Osaka, Japan
Rely X ARC (Dual-cure Kompozit Rezin Siman)	Rely X ARC	Bis-GMA*, TEG-DMA$^{\beta}$ Zirkonya/silika doldurucusu	3M ESPE St Paul, MN, USA
	3M Rely X Seramik Primer	Prehidrolize silan bağlayıcı (γ-MPS$^{\pi}$), Alkol ve Su	3M ESPE St Paul, MN, USA
	3M Single Bond	HEMA$^{\text{ıь}}$, BisGMA*, dymethacrylate rezinler, metakrilat-modifiye polikarboksilik asit kopolimer, etanol, su ve fotoinitiator	3M ESPE St Paul, MN, USA
GC Fuji Plus (Otopolimerize Rezin Modifiye Cam İonomer Siman)	GC Fuji Plus	Fuji Plus toz: % 95-100 alumina silikat cam Fuji Plus likit: % 45 HEMA$^{\text{ıь}}$, glikol metakrilat, % 45 poliakrilik asit ve % 10 TEG-DMA$^{\beta}$	GC Corp, Tokyo, Japan
	GC Seramik Primer	Likit A: ethanol, silane coupler Likit B: ethanol, urethane dymethacrylate, acid catalyst	GC Corp, Tokyo, Japan

*: Bis-phenol-A-diglycidymethacrylate
$^{\alpha}$: Urethane dymethacrylate
$^{\beta}$: Triethylene glycol dymethacrylate
$^{\Phi}$: 3-methacryloxypropyl-trimethoxysilane
$^{\theta}$: Bisphenol-A-polyethoxy dymethacrylate
$^{\lambda}$: 10-methacryloyloxydecyldihydrogenphosphate
$^{\text{ɔ}}$: Aliphatic dymethacrylate
$^{\text{ıь}}$: 2-Hydroxyethyl methacrylate
$^{\pi}$: γ-methacryloxylpropyl-trimethoxysilane

Seramik örneklerinin yüzeyine rezin yapıştırıcı simanların bağlanması için her bir rezin simandan bloklar elde edildi. Rezin siman bloklarının hazırlanması için silikon ölçü maddesi (Zetaplus, Zhermack, İtalya) kullanarak seramik örneklerinin ölçüsü elde edildi Elde edilen silikon matrikse rezin simanlar tabakalama tekniğiyle yerleştirilip polimerize edilerek rezin siman bloklar elde edildi.

3.3.1. Variolink II Rezin Simanın Seramik Örneklere Bağlanması

1) "Variolink Base" ve "Variolink Catalyst Low Viscosity" 1:1 oranında bir spatül yardımıyla 10 sn karıştırıldı.

2) Empress 2 ve ProCAD seramik örneklerinden elde edilen silikon matrikse karıştırılan siman toplam 4 mm yüksekliğinde olacak şekilde 1'er mm tabakalanarak, 600 mw/cm^2 ışık şiddetine sahip ışık cihazı (Hilux 200-#L009-24, US) ile örneklere temas edecek şekilde her yönden üretici firmanın tavsiyesine göre 40'ar sn polimerize edildi.

3) Son tabakada yerleştirilip düz bir cam ile simanın üst yüzeyine hafif basınç uygulanarak 40 sn'lik bir ön polimerizasyondan sonra siman bloğun her tarafından 40 sn ışık tutularak polimerizasyon işlemi tamamlandı.

4) Yüzey düzenleme işlemleri yapılmış seramik örneklerinin bağlantı yüzeylerine bir fırça yardımıyla "Monobond-S" sürüldü ve 60 sn beklenilip, 2,2 atm basınçlı hava ile kurutuldu.

5) Seramik bağlantı yüzeyine bir fırça yardımıyla ince bir tabaka "Heliobond" sürüldü.

6) "Variolink Base" ve "Variolink Catalyst Low Viscosity" 1:1 oranında bir spatül yardımıyla 10 sn karıştırıldı.

7) Karıştırılan siman yüzey düzenleme işlemi yapılmış seramik bağlantı yüzeyine uygulanarak, seramik örnekleriyle aynı boyutta hazırlanan rezin siman blokları seramik

örneklere bağlandı. Örnek üzerine yerleştirilen 750 g'lık ağırlık 10 dakika uygulanıp, kenarlardan taşan siman artıkları temizlendi ve ilk fiksasyonu sağlamak için 40 sn ışık cihazı ile polimerize edildi.

8) Daha sonra ışık cihazı ile seramik-siman bağlantı yüzeylerinin her tarafından 40'ar sn ışık tutularak polimerizasyon işlemi tamamlandı.

3.3.2. Panavia F Rezin Simanın Seramik Örneklere Bağlanması

1) "Panavia F Paste A" ve "Panavia F Paste B" 1:1 oranında ebonit bir spatula yardımıyla 30 sn karıştırıldı.

2) Empress 2 ve ProCAD seramik örneklerinden elde edilen silikon matrikse karıştırılan siman toplam 4 mm yüksekliğinde olacak şekilde 1'er mm tabakalanarak 600 mw/cm^2 ışık şiddetine sahip ışık cihazı (Hilux 200-#L009-24, US) ile örneklere temas edecek şekilde her yönden üretici firmanın tavsiyesine göre 20'şer sn polimerize edildi.

3) Son tabakada yerleştirilip düz bir cam ile simanın üst yüzeyine hafif basınç uygulanarak 20 sn'lik bir ön polimerizasyondan sonra siman bloğun her tarafından 20 sn ışık cihazı ile polimerizasyon işlemi tamamlandı.

4) Yüzey düzenleme işlemleri yapılmış seramik örneklerinin bağlantı yüzeyleri Panavia F yapıştırıcı siman prosedüründe kullanılan "Clearfil Porcelain Bond Activator" ve "Clearfil SE 3 Bond"'un karışımıyla elde edilen silan ile bir fırça yardımıyla silanlandı ve 5 sn 2,2 atm basınçlı hava ile kurutuldu.

5) Seramik bağlantı yüzeyine bir fırça yardımıyla ince bir tabaka "Clearfil SE 3 Bond" sürüldü.

6) "Panavia F Paste A" ve "Panavia F Paste B" 1:1 oranında ebonit bir spatula yardımıyla 30 sn karıştırıldı.

7) Karıştırılan siman yüzey düzenleme işlemi yapılmış seramik bağlantı yüzeyine uygulanarak, seramik örnekleriyle aynı boyutta hazırlanan rezin siman blokları seramik örneklere bağlandı. Örnek üzerine yerleştirilen 750 g'lık ağırlık 10 dakika uygulanıp, kenarlardan taşan siman artıkları temizlendi ve ilk fiksasyonu sağlamak için 20 sn ışık cihazı ile polimerize edildi.

8) Daha sonra ışık cihazı ile seramik-siman bağlantı yüzeylerinin her tarafından 20'şer sn ışık tutularak polimerizasyon işlemi tamamlandı ve bağlantı bölgesine "Oxyguard II" uygulandı.

3.3.3. Rely X ARC Rezin Simanın Seramik Örneklere Bağlanması

1) "Adhesive Resin Cement Paste Universal (A_3)" 1:1 oranında karıştırma kağıdına konularak ebonit bir spatula yardımıyla 10 sn karıştırıldı.

2) Empress 2 ve ProCAD seramik örneklerinden elde edilen silikon matrikse karıştırılan siman toplam 4 mm yüksekliğinde olacak şekilde 1'er mm tabakalanarak 600 mw/cm^2 ışık şiddetine sahip ışık cihazı (Hilux 200-#L009-24, US) ile örneklere temas edecek şekilde her yönden üretici firmanın tavsiyesine göre 40'ar sn polimerize edildi.

3) Son tabakada yerleştirilip düz bir cam ile simanın üst yüzeyine hafif basınç uygulanarak 40 sn'lik bir ön polimerizasyondan sonra siman bloğun her tarafından 40 sn ışık cihazı ile polimerizasyon işlemi tamamlandı.

4) Yüzey düzenleme işlemleri yapılmış seramik örneklerinin bağlantı yüzeyleri Rely X ARC yapıştırıcı siman setinde bulunan "3M Rely X Ceramic Primer" ile bir fırça yardımıyla silanlandı ve 5 sn 2,2 atm basınçlı hava ile kurutuldu.

5) Seramik bağlantı yüzeyine bir fırça yardımıyla ince bir tabaka "Single Bond" sürüldü.

6) "Adhesive Resin Cement Paste Universal (A_3)" 1:1 oranında karıştırma kağıdına konularak ebonit bir spatula yardımıyla 10 sn karıştırıldı.

7) Karıştırılan siman yüzey düzenleme işlemi yapılmış seramik bağlantı yüzeyine uygulanarak, seramik örnekleriyle aynı boyutta hazırlanan rezin siman blokları seramik örneklere bağlandı. Örnek üzerine yerleştirilen 750 g'lık ağırlık 10 dakika uygulanıp, kenarlardan taşan siman artıkları temizlendi ve ilk fiksasyonu sağlamak için 40 sn ışık tutularak polimerize edildi.

8) Daha sonra ışık cihazı ile seramik-siman bağlantı yüzeylerinin her tarafından 40'ar sn ışık tutularak polimerizasyon işlemi tamamlandı.

3.3.4. Fuji Plus Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın Seramik Örneklere Bağlanması

1) "Fuji Plus Powder" ve "Fuji Plus Liquid" 1:1 oranında karıştırma kağıdına konularak ebonit bir spatula yardımıyla 30 sn'den daha az süre içerisinde karıştırıldı.

2) Empress 2 ve ProCAD seramik örneklerinden elde edilen silikon matrikse karıştırılan siman 4 mm yüksekliğinde silikon matriksin üstünü örtecek şekilde yerleştirilip, cam ile üst yüzeyi düzeltildi ve sertleşmesi için 2'30 dakika beklenildi.

3) Yüzey düzenleme işlemi yapılmış seramik bağlantı yüzeyine GC Seramik Primer bir fırça yardımıyla sürüldü ve 2,2 atm basınçlı hava ile kurutuldu.

4) Karıştırılan krem kıvamındaki siman seramik bağlantı yüzeyine uygulanarak, seramik örnekleriyle aynı boyutta hazırlanan rezin siman blokları seramik örneklere bağlandı. Örnek üzerine yerleştirilen 750 g'lık ağırlık 10 dakika uygulanıp, kenarlardan taşan siman artıkları temizlendi ve otopolimerize olması için bırakıldı.

5) Fuji Plus simanın çalışma zamanı 2'30 dakikadır.

3.4. Termal Siklus Testi

Her seramik tipi için 4 farklı rezin simana bağlandıktan sonra 4'erli gruplara ayrılan seramik-siman örnekleri her grupta 2 seramik-siman örneği olacak şekilde 2 alt gruba ayrıldı:

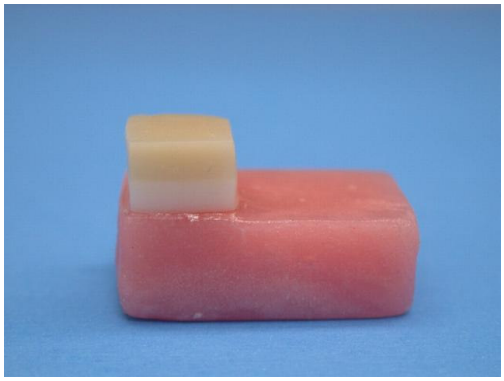
1.grup; 37°C'deki distile suda 24 saat bekletildi.

2.grup; 5-55°C (±2°C)'de 2000 termal siklus uygulandı. Termal siklus makinesinin (Nova, Konya, Türkiye) banyosunda örneklerin bekleme süresi 30 sn olup, bir banyodan diğer banyoya geçiş süresi 2 sn'dir. Termal siklus test yöntemi Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi araştırma laboratuvarında gerçekleştirildi.

3.5. Microtensile Testi

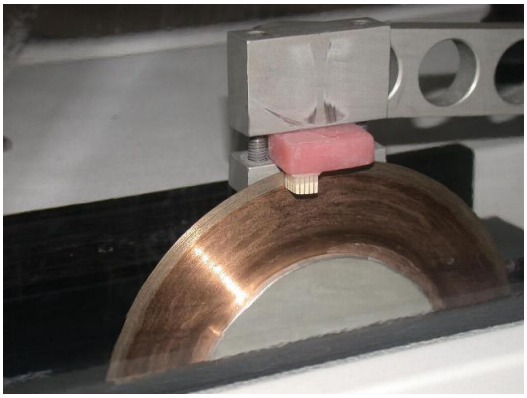
24 saat distile suda bekletilen ve termal siklus testi uygulanan seramik-siman örneklerine mikrotensile test yöntemi uygulandı. Microtensile test yöntemi Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi araştırma laboratuvarında gerçekleştirildi. Örnekler elmas separe içeren düşük hızda kesim yapan kesim cihazına (Buehler Isomet 1000 Low Speed Saw, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) yerleştirilmeden önce 15x15x10 mm boyutlarındaki akrilik bloklara bir yapıştırıcı (Pattex, Henkel, Dusseldorf) ile yapıştırıldı. Akrilik bloklar 15x15x10 mm boyutlarındaki bir plastik kalıp içerisine otopolimerize akrilik rezinin (Heraeus Kulzer Dentist Products Divisions, Germany) tepilmesiyle elde edildi (Resim 3.4.).

Termal siklus uygulanan ve uygulanmayan olmak üzere ayrılan her gruptaki 2 seramik-siman örneğinden microtensile testi için 16'ar mikrobar olmak üzere toplam 256 mikrobar elde edilmiştir.



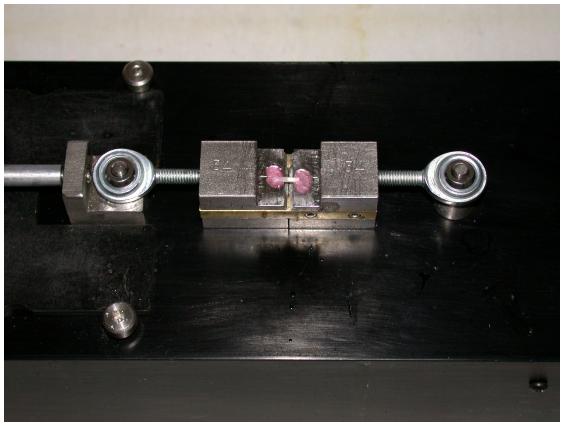
Resim 3.4. Seramik-siman örneğinin akrilik bloğa yapıştırılması

Örnekler, elmas separe seramik-yapıştırıcı siman bağlantı yüzeyine dik olacak şekilde düşük hızda kesim yapan kesim cihazına (Buehler Isomet 1000 Low Speed Saw, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) yerleştirildi. Her örnek, bağlantı yüzeyine dikey olarak 1,0±0,1 mm kalınlığında dilimlere ayrıldı (Resim 3.5). Daha sonra örnekler, 90° döndürülerek bağlantı yüzeyine dik olarak tekrar kesilerek 8x1x1±0,1 mm^2'lik mikrobarlar elde edildi. Mikrobarların bağlantı yüzey alanları literatürdeki çalışmalara göre elde edildi (Sano ve ark 1994, Pashley ve ark 1999, Andreatta Filho ve ark 2003, Della Bona ve ark 2003, El Zohairy ve ark 2003, El Zohairy ve ark 2004). Her gruptan 16 mikrobar seçildi ve microtensile bağlantı dayanım testinden önce dijital kalibre (Electronic Digital Caliper, BTS, Türkiye) ile mikrobarların kesit alanları ölçüldü. Her gruptan 16 mikrobar olmak üzere her seramik için elde edilen mikrobar sayısı 128 olup, her iki seramik için toplamda 256 mikrobar elde edildi.



Resim 3.5. Seramik-siman örneğinin Buehler Isomet 1000 cihazında kesilmesi

Mikrobarlar microtensile test cihazına (Harvard Apparatus Co, INC Dover, Mass USA) siyanoakrilat adeziv (Zapit, DVA, Corona, CA, USA) yardımıyla sabitlendi Örneklere kopmanın gerçekleştiği en düşük değer elde edilene kadar dakikada 1 mm çekme kuvveti uygulandı ve elde edilen her değer kaydedildi (Resim 3.6.).



Resim 3.6. Örneğe microtensile testin uygulanması

Örneklerin kopan yüzeyleri stereomikroskopta (SZ 40, Olympus, Tokyo, Japonya) x20'lik büyütmede incelendi ve kopan yüzeylerin başarısızlık tipleri şu sınıflandırmaya göre belirlendi:

Tip A : Seramik-yapıştırıcı siman ara yüzünde adeziv kopma

Tip B: Seramik içinde koheziv kopma

Tip C: Siman içinde koheziv kopma

Tip D: Tip A ve Tip B karışımı

Tip E: Tip A ve Tip C karışımı (El Zohairy ve ark 2003, El Zohairy ve ark 2004).

3.6. SEM Analizi

Tüm örneklerin stereomikroskopta incelenmesi sonucu kopan yüzeylerin başarısızlık tipleri belirlendikten sonra kopan yüzeyler ve yüzey işlemi uygulanmış seramik yüzeylerinin yüzey karakterini ayrıntılı olarak incelemek için SEM analizi yapıldı. Her seramik için termal siklus uygulanmış gruplardan ve yüzey işlemi sonrası seramik yüzeylerinden birer tane olmak üzere toplam 10 örneğin SEM görüntülerine bakıldı.

SEM analizi yapılmadan önce örnekler kurutulup, yüzey işlemi uygulanmış seramik yüzeyleri ve microtensile test sonucu kopan örnek yüzeyleri net olarak izlenebilecek şekilde bakır kalıp üzerine yapıştırıcı yardımıyla sabitlendiler. Örnekler 200 A° kalınlığında altın-palladyum ile kaplandı. İncelemeler Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi SEM laboratuvarında 15.00 kv ile çalışan tarama elektron mikroskobunda (Jeol Ltd., JSM-5600, Tokyo, Japonya) ikincil elektron görüntüsü yöntemi ile yapıldı. Örneklerin yüzeyleri x80, x250, x500, x1500 ve x2000'lik büyütmelerde incelendi.

3.7.İstatiksel Değerlendirmeler

Her bir örneğin çekme bağlanma dayanımı (MPa), mikrobar şeklindeki test örneklerinin kırılma kuvvetlerinin (N) kesit alanlarına (mm^2) bölünmesi ile hesaplandı. Hesaplanan çekme bağlanma dayanımı (MPa) değerleri, seramik tipi, siman tipi, örneklere termal koşulun etkisini ve bunlar arasındaki ilişkiyi incelemek için çok yönlü varyans (Univariate varyans analizi) analizi testine tabi tutuldu. Çok yönlü analiz sonucu istatistiksel olarak önemli derecede farklılık gösteren gruplar arasındaki farkın kaynağını tespit etmek için "Tukey HSD testi" ve "Duncan" gruplaması yapıldı. Her bir seramiğe ait her bir siman için termal siklussuz ve termal sikluslu grupların bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması Bağımsız T tesi ile yapıldı.

İstatiksel analizler SPSS 11, Minitab 6.1 ve MS Excel 2000 programları kullanılarak yapıldı.

4. BULGULAR

4.1. Microtensile Testi Bulguları

IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin 4 farklı simana bağlanıp, termal siklus uygulanmayan ve uygulanan (2000 siklus) grupların bağlanma dayanımlarını bulmak için örnekler microtensile testine tabi tutuldular. Her bir örneğin microtensile bağlanma dayanımı (MPa), micotensile testi sonucu N olarak elde edilen değerlerin örneklerin kesit alanlarına (mm^2) bölünmesiyle hesaplandı:

MPa= N/ Yüzey Alanı (mm^2)

Elde edilen bağlanma dayanımı değerleri çok yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş olup, Tablo 4.1.'de varyans analizi sonuçları verilmiştir.

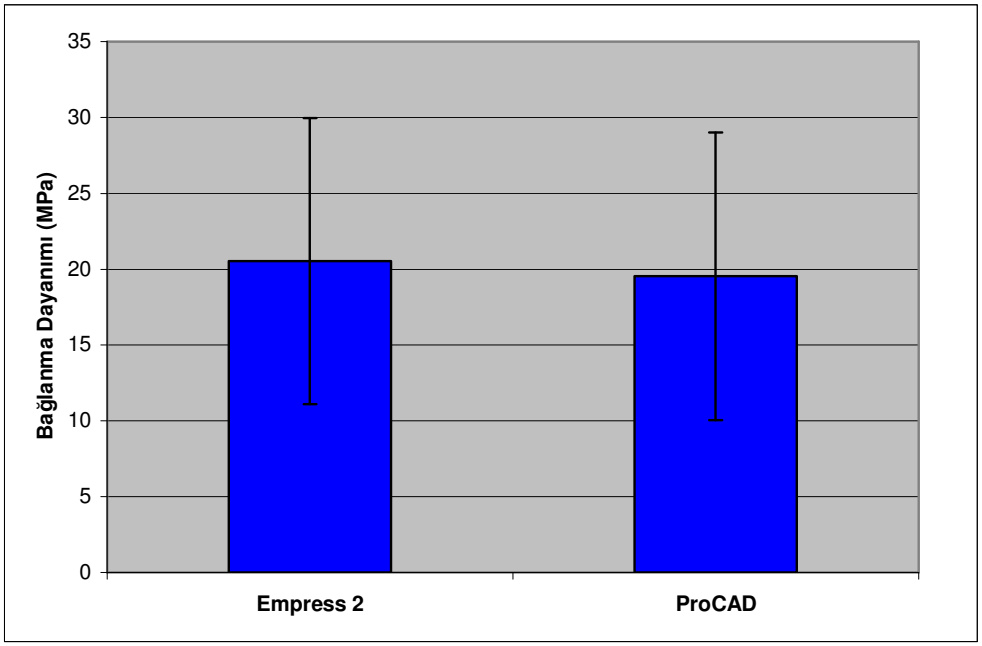
Tablo 4.1. Çok yönlü varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Ortalamaların Kareleri Toplamı	SD	Ortalamaların Karesi	F	P
Düzeltilmiş Model	18877.812	15	1258.521	76.681	0.000
İlişki	102696.614	1	102696.614	6257.268	0.000
Seramik	64.070	1	64.070	3.904	0.049
Simanlar	18393.446	3	6131.149	373.569	0.000
Termal Koşullar	86.084	1	86.084	5.245	0.023
SeramikxSimanlar	53.817	3	17.939	1.093	0.353
SeramikxTermal Koşul	36.248	1	36.248	2.209	0.139
SimanlarxTermal Koşul	70.802	3	23.601	1.438	0.232
SeramikxSimanxTermal K	173.346	3	57.782	3,521	0.016
Hata	3938.970	240	16.412		
Toplam	125513.396	256			
Düzeltilmiş Toplam	22816.782	255			

Çok yönlü analiz sonucu IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin bağlanma dayanımları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur (p=0.049). IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin bağlanma dayanımı ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.2.'de gösterilmiştir. IPS Empress 2 ve ProCAD seramikleri arası bağlanma dayanımları Grafik 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin bağlanma dayanımı değerleri

	SERAMİKLER	N	$\bar{X}$	SS
Bağlanma Dayanımı	IPS Empress 2	128	20.53	9.43
	ProCAD	128	19.53	9.49



Grafik 4.1. IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin bağlanma dayanımları

Variolink II, Rely X ARC, Panavia F ve GC Fuji Plus simanlarının bağlanma dayanımları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Seramik ve yapıştırıcı simanlar arası bağlanma dayanımlarının termal siklus uygulanmamış ve uygulanmış grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Seramik, Siman ve Termal koşul faktörleri için bağlanma dayanımları arasında da fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

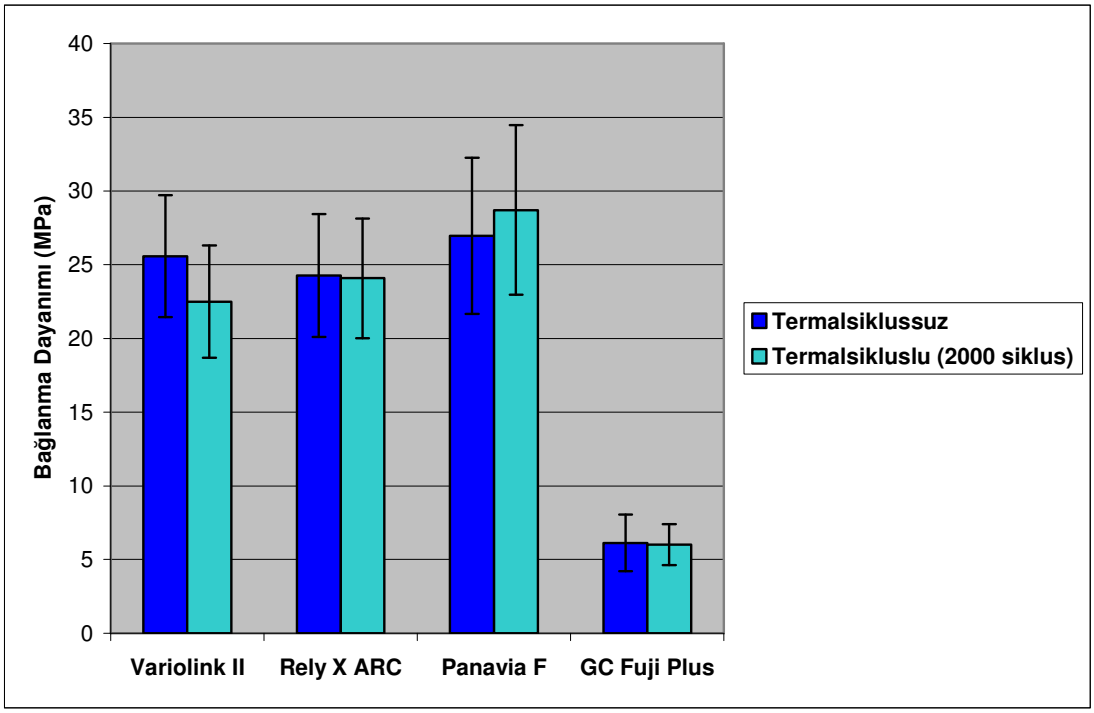
IPS Empres 2 seramiğine bağlanan yapıştırıcı simanların termal siklussuz ve termal sikluslu gruplarının bağlanma dayanımları arasındaki istatistiksel analiz için "Tukey HSD testi" ve "Duncan" gruplaması yapıldı. Herbir siman için termal siklussuz ve termal sikluslu gruplar arasındaki istatistiksel analizi için ise Bağımsız T testi yapıldı (Tablo 4.3.). Termal koşullara göre simanlar arası bağlanma dayanımları Grafik 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. IPS Empress 2 seramiğine bağlanan yapıştırıcı simanların bağlanma dayanımlarının termal siklussuz ve termal sikluslu koşullardaki ve her siman için termal siklussuz ve termal sikluslu gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırma (n=16).

	Termal siklussuz		**Termal sikluslu (2000 siklus)**		****Termal siklussuz ve Termal sikluslu gruplar arası P Değerleri**
SİMANLAR	$\bar{X}$ **±SS**	***Duncan Gruplaması**	$\bar{X}$ **±SS**	***Duncan Gruplaması**	
Variolink II	25.58±4.13	A	22.50±3.81	A	0.037
Rely X ARC	24.27±4.17	A	24.08±4.05	A	0.895
Panavia F	26.96±5.30	A	28.71±5.75	B	0.380
GC Fuji Plus	6.12±1.92	B	6.01±1.39	C	0.862

*Tukey HSD testine göre aynı sütundaki aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05).

**Bağımsız T testine göre her bir siman için Termal siklussuz ve Termal sikluslu gruplar arası P değerleri.



Grafik 4.2. IPS Empress 2 seramiği için termal koşullara göre simanlar arası bağlanma dayanımları

IPS Empress 2 seramiğinin 4 farklı siman sistemiyle bağlanarak termal siklus uygulanmayan grupları değerlendirildiğinde; Variolink II, Rely X ARC ve Panavia F arasında istatistiksel olarak fark anlamsız bulunurken ($p>0.05$), GC Fuji Plus'ın, bu 3 simandan önemli derecede daha düşük bağlanma dayanımı gösterdiği görülmüştür ($p<0.05$).

IPS Empress 2 seramiğinin 4 farklı siman sistemiyle bağlanarak termal siklus uygulanan grupları değerlendirildiğinde; Variolink II, Rely X ARC arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$). Bu 2 siman Panavia F ve GC Fuji Plus ile karşılaştırıldığında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Panavia F istatistiksel olarak en yüksek, GC Fuji Plus ise en düşük bağlanma dayanımı göstermiştir ($p<0.05$).

IPS Empress 2 seramiğine bağlanan Variolink II yapıştırıcı simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). IPS Empress 2 seramiği ile bağlanan diğer 3 simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$).

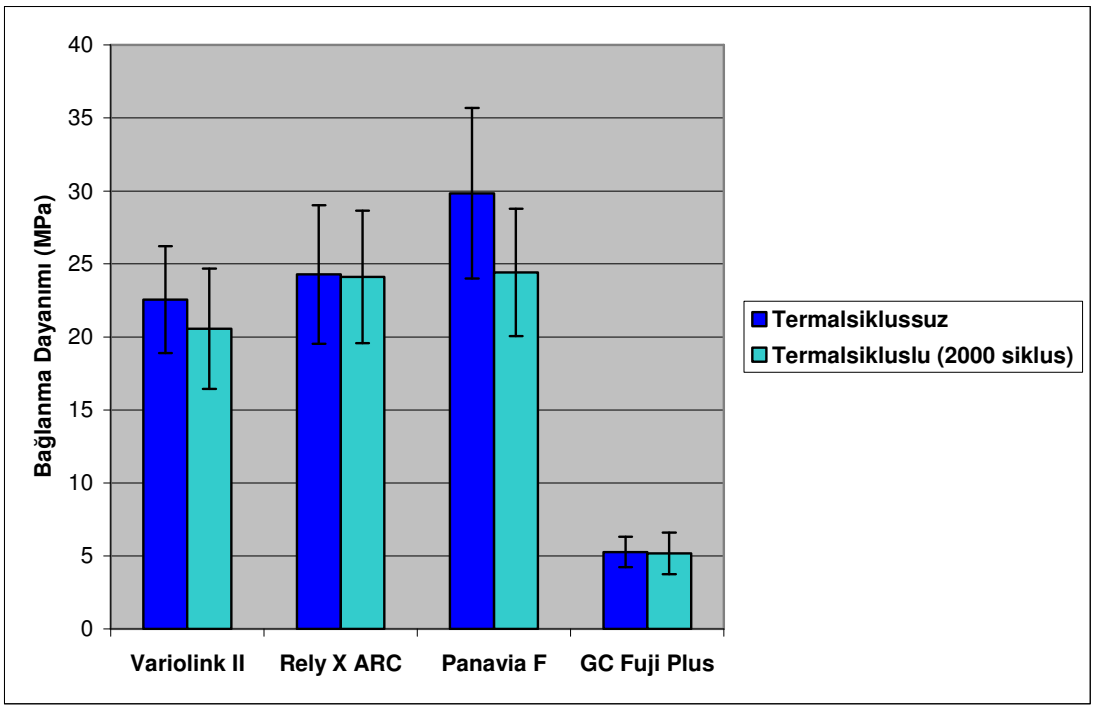
ProCAD seramiğine bağlanan yapıştırıcı simanların termal siklussuz ve termal sikluslu gruplarının bağlanma dayanımları arasındaki istatistiksel analiz için "Tukey HSD testi" ve "Duncan" gruplaması yapıldı. Her bir siman için termal siklussuz ve termal sikluslu gruplar arasındaki istatistiksel analizi için ise Bağımsız T testi yapıldı (Tablo 4.4.). Termal koşullara göre simanlar arası bağlanma dayanımları Grafik 4.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. ProCAD seramiğine bağlanan yapıştırıcı simanların bağlanma dayanımlarının termal siklussuz ve termal sikluslu koşullardaki ve her siman için termal siklussuz ve termal sikluslu gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırma (n=16).

	Termal siklussuz		**Termal sikluslu (2000 siklus)**		****Termal siklussuz ve Termal sikluslu gruplar arası P Değerleri**
SİMANLAR	$\bar{X}$ **±SS**	***Duncan Gruplaması**	$\bar{X}$ **±SS**	***Duncan Gruplaması**	
Variolink II	22.55±3.66	A	20.56 ± 4.12	A	0.161
Rely X ARC	24.28 ±4.74	A	24.12 ± 4.54	B	0.921
Panavia F	29.84 ± 5.85	B	24.42 ± 4.36	B	0.006
GC Fuji Plus	5.27 ± 1.05	C	5.18 ± 1.42	C	0.847

*Tukey HSD testine göre aynı sütundaki aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05).

**Bağımsız T testine göre her bir siman için Termal siklussuz ve Termal sikluslu gruplar arası P değerleri.



Grafik 4.3. ProCAD seramiği için termal koşullara göre simanlar arası bağlanma dayanımları

ProCAD seramiğinin 4 farklı siman sistemiyle bağlanarak termal siklus uygulanmayan grupları değerlendirildiğinde; Variolink II ve Rely X ARC arasında istatistiksel olarak fark anlamsızdır ($p>0.05$). Bu 2 siman ile Panavia F ve GC Fuji Plus karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. Panavia F'in istatistiksel olarak en yüksek, GC Fuji Plus'ın önemli derecede en düşük bağlanma dayanımı gösterdiği bulunmuştur ($p<0.01$).

ProCAD seramiğinin 4 farklı siman sistemiyle bağlanarak termal siklus uygulanan grupları değerlendirildiğinde; GC Fuji Plus, diğerlerinden istatistiksel olarak önemli derecede farklılık gösterip, GC Fuji Plus'ın istatistiksel olarak en düşük bağlanma dayanımına sahip olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). Rely X ARC ve Panavia F arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$). Rely X ARC ve Panavia F'ın, Variolink II ve GC

Fuji Plus'dan istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği bulunmuştur ($p<0.05$).

ProCAD seramiğine bağlanan Panavia F yapıştırıcı simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$), IPS Empress 2 seramiği ile bağlanan diğer 3 simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$).

4.2. Stereomikroskop Bulguları

Tüm örnek yüzeyleri microtensile testini takiben stereomikroskopta incelendi ve yüzeydeki başarısızlıkların tipi belirlendi. Tablo 4.5. ve 4.6.'da microtensile testi sonucunda örneklerdeki başarısızlıklar özetlenmiştir.

Tablo 4.5. Stereomikroskop incelemesi sonucu IPS Empress 2-yapıştırıcı siman örneklerinde görülen başarısızlık tipleri

Empress 2	**Termal siklussuz**			**Termal sikluslu (2000 siklus)**		
	Adeziv	**Koheziv**	**Adeziv-Koheziv**	**Adeziv**	**Koheziv**	**Adeziv-Koheziv**
Variolink II	0	0	16	1	2	13
Rely X ARC	0	0	16	1	0	15
Panavia F	0	3	13	0	7	9
GC Fuji Plus	14	0	2	15	0	1

Tablo 4.6. Stereomikroskop incelemesi sonucu ProCAD-yapıştırıcı siman örneklerinde görülen başarısızlık tipleri

ProCAD	Termal siklussuz			Termal sikluslu (2000 siklus)		
	Adeziv	**Koheziv**	**Adeziv-Koheziv**	**Adeziv**	**Koheziv**	**Adeziv-Koheziv**
Variolink II	0	3	13	3	0	13
Rely X ARC	2	0	14	3	0	13
Panavia F	0	5	11	2	4	10
GC Fuji Plus	15	0	1	16	0	0

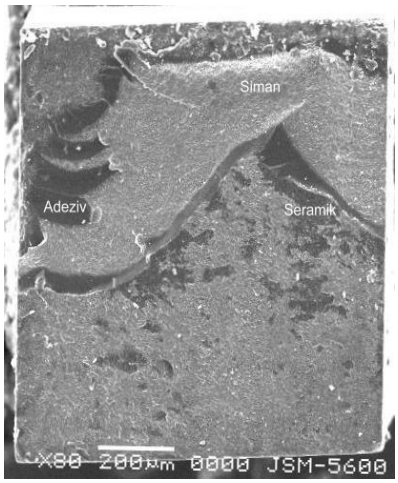
Tablo 4.5 ve 4.6'da görüldüğü gibi he iki seramik-siman bağlantılarının microtensile testi sonucunda, Variolink II, Rely X ARC ve Panavia F simanları için adeziv ve koheziv başarısızlığın bir arada görüldüğü adeziv-koheziv başarısızlıkların oranı önemli ölçüde yüksektir. GC Fuji Plus ile bağlanan seramik örneklerinde ise adeziv başarısızlık oranının daha yüksek olduğu görülmüştür.

4.3. SEM Analizi Bulguları

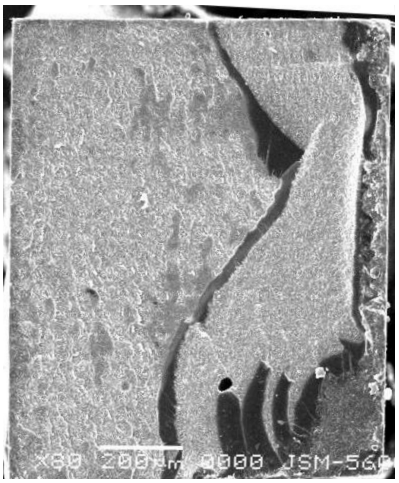
SEM incelemesi, microtensile testi sonrası örneklerin 1x1±0,1 mm^2'lik kopma yüzeyleri ile ve her bir seramik için kumlama+asitleme yüzey işlemleri uygulanmış seramik yüzeylerinde x80, x250, x500, x1500 ve x2000'lik büyütmelerde yapıldı.

El Zohairy ve ark (2004)'nın yaptığı kopma yüzeylerinin başarısızlık sınıflandırmasına göre bu çalışmada; IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin ayrı ayrı Variolink II, Rely

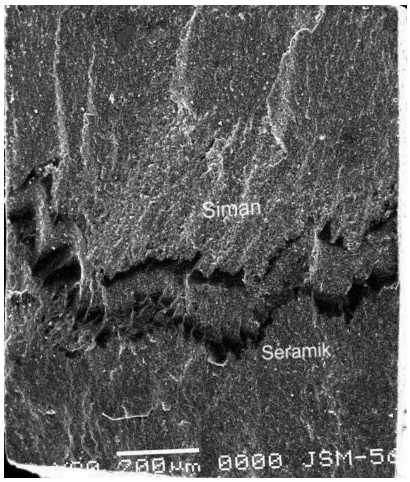
X ARC ve Panavia F simanları ile bağlantıları için seramik-yapıştırıcı siman ara yüzünde adeziv kopma (Tip A) ve siman içinde koheziv kopma (Tip C)'nın kombine olduğu Tip E (Tip A ve Tip C karışımı) başarısızlık tipleri SEM incelemesiyle de görülmüştür. GC Fuji Plus için ise Tip A başarısızlık tipi gözlenmiştir. Microtensile testi sonrası örneklerin kopan yüzeylerinin SEM cihazındaki görüntüleri Resim 3.7a ve Resim 3.7b'de görülmektedir.



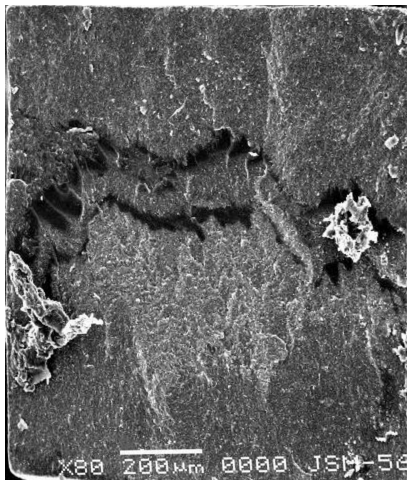
Empress 2-Variolink II seramik tarafı



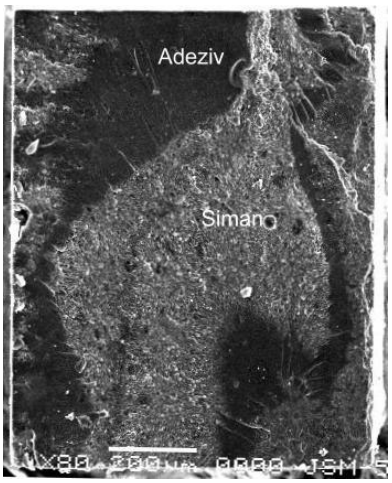
Empress 2-Variolink II siman tarafı



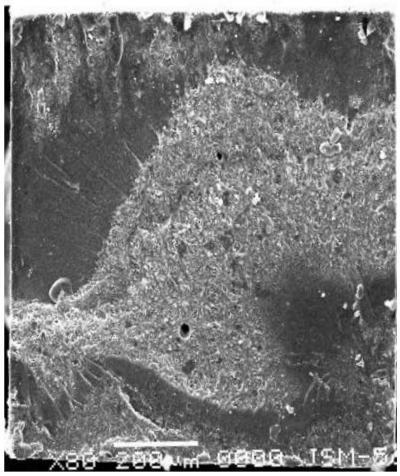
Empress 2-Rely X ARC seramik tarafı



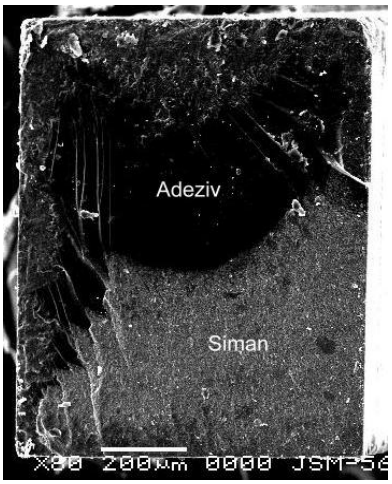
Empress 2-Rely X ARC siman tarafı



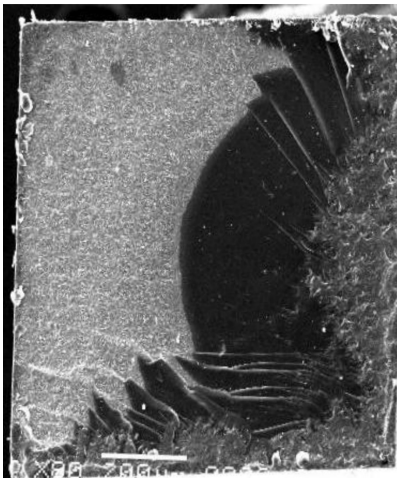
Empress 2-Panavia F seramik tarafı



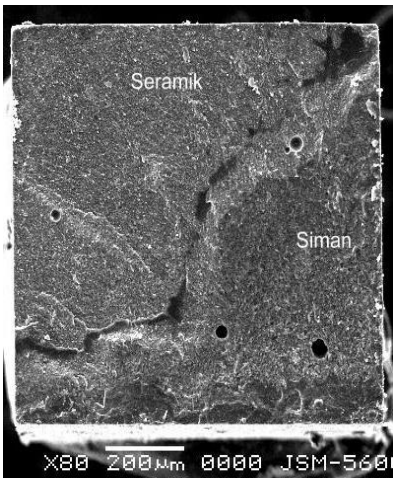
Empress 2-Panavia F siman tarafı



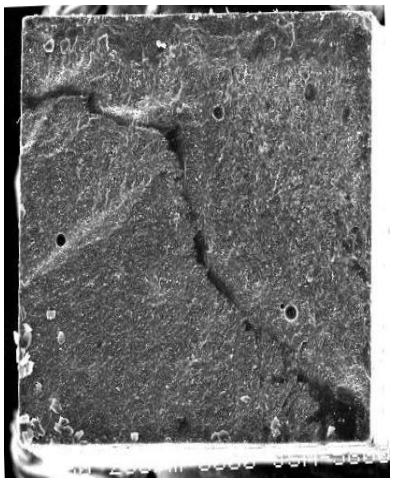
ProCAD-Variolink II seramik tarafı



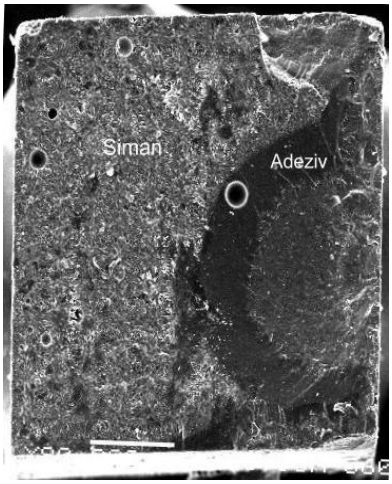
ProCAD-Variolink II siman tarafı



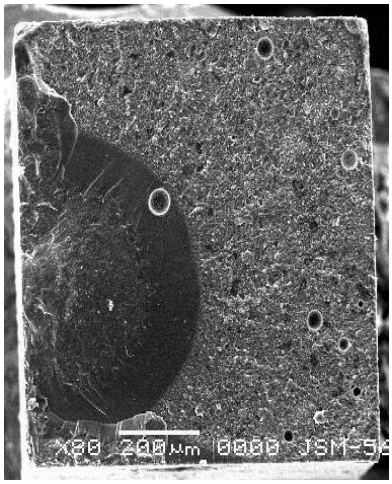
ProCAD-Rely X ARC seramik tarafı



ProCAD-Rely X ARC siman tarafı



ProCAD-Panavia F seramik tarafı

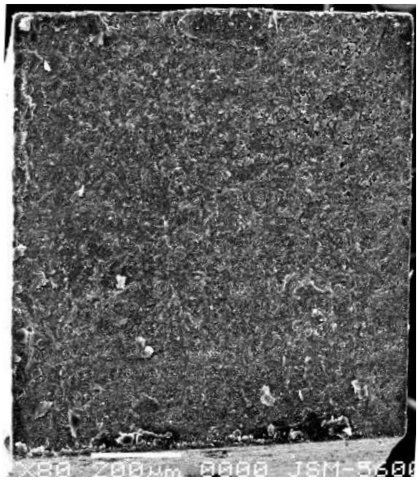


ProCAD- Panavia F siman tarafı

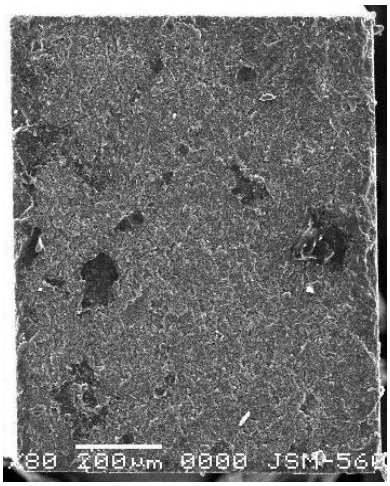
Resim 3.7a. Adeziv+koheziv kopmanın olduğu grupların SEM görüntüleri (x80 büyütmede)



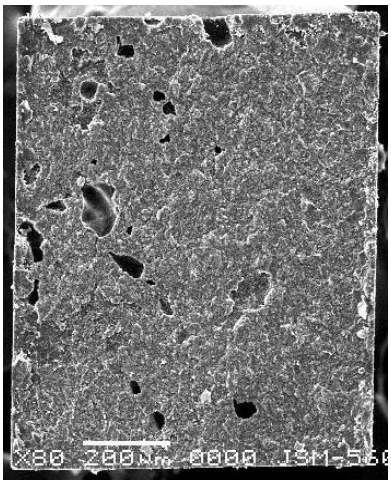
Empress 2-GC Fuji Plus seramik tarafı



Empress 2-GC Fuji Plus siman tarafı



ProCAD-GC Fuji Plus seramik tarafı



ProCAD-GC Fuji Plus siman tarafı

Resim 3.7b. Adeziv kopmanın olduğu grubun SEM görüntüsü (x80 büyütmede)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hastaların estetiğe olan talepleri, diş hekimlerini yeni estetik materyalleri geliştirmek için çok sayıda araştırmaya yöneltmiştir (Andreatta Filho ve ark 2003).

Dental seramikler ile estetik ve doğal görünümlü restorasyonlar yapılabilmektedir. Son yıllarda dental seramiklerin çiğneme kuvvetlerine, aşınmaya ve kimyasal etkilere olan dirençleri, kenar uyumları, mine ve dentine yakın ısısal genşleşme katsayıları oldukça geliştirilmiştir (Şenyılmaz 2004).

Dental seramiklerdeki bu gelişmeler, metal destekli seramiklere göre daha üstün estetik, biyouyumluluk ve optik özellikleri olan tam seramik restorasyonların kullanımını arttırmıştır (Saygılı ve Şahmalı 2003).

Tam seramik sistemlerindeki son gelişmeler, tam seramiklerin metal destekli seramiklerle karşılaştırılabilir düzeyde yüksek kırılma direncine sahip olmalarını sağlamıştır. Bununla birlikte fabrikasyon tekniği, restorasyonun son yüzey bitirme işlemi ve yapıştırma metodu gibi diğer faktörler de kırılma direncini etkiler (Attia ve Kern 2004).

Rezin simanla yapıştırılan silika esaslı tam seramik restorasyonlar, yüksek estetik, minimal düzeyde yerleşim ve uzun süreli fonksiyonel tedavi seçeneğine sahiptir. Laminate veneerler, seramik inlay ve onlay'ler ve tam seramik kronlar gibi silika esaslı seramik restorasyonların doğal diş ile bağlantılarının uzun dönemde başarılı olduğu gözlenmiştir (Blatz ve ark 2004).

Yüksek kristalin yapı gösteren çok fazlı cam seramik olan IPS Empress 2 dayanıklılığı nedeniyle kron ve köprü yapımında tercih edilen tam seramik materyallerindendir. IPS Empress 2 seramiğinde, lityum disilikat cam seramik kor yapı üzerine sinterize cam seramiğin veneerlenmesi ile dayanıklılık arttırılır (Spohr ve ark 2003,

Kümbülüoğlu ve ark 2005). IPS Empress ile kıyaslandığında daha yüksek kırılma dayanıklılığına ve üç kat fazla esneme direncine sahiptir (Holand ve ark 2000).

Kheradmandan ve ark (2001), doğal dişli bireyden alınan ölçü yardımıyla hazırladıkları modellerde üç üyeli köprüleri dişlerin uzun aksına paralel 2 mm/dk hız ile kırılana kadar yüklemişler ve IPS Empress 2 köprülerin klinikte kullanımı için yeterli dayanıklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Pospiech ve ark (1999) yaptıkları bir invitro çalışmada, IPS Empress 2 ve In-Ceram köprülerin kırılma dayanıklılığı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını bulmuşlardır.

Sorensen ve ark (1999), IPS Empress 2 köprülerde gövde bağlantılarının okluzo-gingival yönde 4-5 mm olması gerektiğini ve bu üç üyeli restorasyonların birinci premolar diş eksikliğine kadar olan bölgede kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu yüzden IPS Empress 2, kronlar ve 2. premolar dişe kadar uzanan 3 üyeli anterior köprülerin yapımında kullanılırlar (Oh ve ark 2000).

IPS Empress 2 sistemi yüksek translüsent özelliğe sahiptir (Akgüngör ve ark 2005). IPS Empress 2 seramik kor materyali, sahip olduğu bu translusent yapıyla opak alumina ya da metal yapısını elimine ederek daha iyi estetik sonuç sağlar (Cattell ve ark 2002). Ayrıca IPS Empress 2'nin işlenebilirliği, polisajlanabilmesi ve karşıt dişi az aşındırması klinikte tercih nedenlerindendir (Oh ve ark 2000).

IPS Empress 2 dışında CAD-CAM tekniği ile üretilen tam seramik restorasyonlar da bulunmaktadır. CAD-CAM tekniği dental teknolojide kullanılan en son gelişmelerdendir (Attia ve Kern 2004).

Cerec CAD/CAM sistemi, ölçü alımı, geçici restorasyon yapımı ve laboratuar aşaması olmadan, tek basamakta seramik restorasyonun dizayn edilebilmesi ve yapılabilmesinden dolayı tercih edilmektedir (El Zohairy ve ark 2003).

Bu sistem bilgisayar destekli sistemlerin en iyisi ve en çok kullanılanıdır. Cerec'den başka hiçbir sistem ağız içi direkt görüntülemeyi başaramamıştır. Cerec'in temel versiyonu inlay, onlay, overlay ve parsiyel kronların yapımında kullanılırken, Cerec 3 kron software programı ile anterior ve posterior kronların da üretimi sağlanmıştır. Cerec 3 veneer software programı ise anterior veneer ve anterior parsiyel kronların dizaynını ideal hale getirmiştir (Chen ve ark 1999).

Cerec'de kullanılan seramikler, kırılma ve abrazyona dayanıklılık, estetik ve kolay çalışabilirliği açısından hekimlerin ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Çünkü seramik partiküllerinin dağılımında diğer seramiklere göre daha uniform bir yapı vardır (Chen ve ark 1999).

Bu seramiklerden "leucite" ile güçlendirilmiş bir seramik olan ProCAD, dental seramiklerin güvenilirliği üzerine geliştirilmiş ve Cerec'in ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde adaptasyonu sağlanmıştır. ProCAD, üniform bir yapıya sahip olup tüm posterior restorasyonlarda kullanılabilir (Chen ve ark 1999).

ProCAD, yüksek estetiğe, doğal translusensiye, yüksek radyoopasiteye, kolay uygulama yöntemine, kolay polisajlanma özelliğine ve 120-200 MPa değerleri arasında değişen yüksek kırılma direncine sahiptir (Chen ve ark 1999).

Attia ve Kern (2004), Vita Mark II ve ProCAD seramiklerinden elde edilen CAD-CAM kronları ve prepare edilmemiş dişlerin kırılma değerleri arasında önemli fark

olmadığı, CAD-CAM tam seramik kronların ortalama kırılma değerlerinin ortalama maksimum çiğneme kuvvetinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Cerec CAD/CAM makinesi ile Vitamark II ve ProCAD bloklarından elde edilen anterior kronların "self-cure" siman ile yapıştırılmasından 12 saat sonra kronlara aksiyel düzlemle 30° açı yapacak şekilde yükleme yapılması sonucu en yüksek kırılma direnci ProCAD göstermiştir (Class ve ark 2000).

Vita Mark II, Procera, IPS Empress, ProCAD ve mine dokusu arasında aşınma direnci açısından yapılan bir çalışmada; ProCAD'in mine dokusuna yakın ve diğer seramikler arasında en düşük aşınma direncine sahip olduğu görülmüştür (Ivoclar-Vivadent 2002).

Pek çok çalışmada gösterilmiş olan üstün özelliklerinden dolayı bu çalışmada IPS Empress 2 ve ProCAD seramikleri tercih edildi.

Seramik restorasyonların klinik başarısı, yapıştırıcı simanlar ve simantasyon işlemlerine de bağlıdır (Diaz-Arnold ve ark 1999). Tam seramik restorasyonlar ile prepare edilmiş diş arasında bağlantıyı sağlayan kompozit rezin simanlar, seramik yüzey işlemleri ve dentin bonding ajanları hakkında hala net olmayan bilgiler vardır (Kümbülüoğlu ve ark 2005).

Bu amaçla çalışmamızda; seramik restorasyonların klinik başarısında büyük önem taşıyan seramik-rezin siman bağlantısını test etmek için yüzey işlemi yapılmış seramiklerin 4 farklı yapıştırıcı siman sistemiyle olan bağlantısı incelenmiştir.

1995 yılında American Academy of Esthetic Dentistry'nin yaptığı bir araştırmada kompozit rezin simanlar en popüler siman olarak bulunmuştur. İkinci sırada ise rezin modifiye cam iyonomer simanlar yer almıştır (Leevailoj ve ark 1998).

Thompson ve ark (1998), seramik restorasyonların simantasyonunda asit uygulanması ve rezin siman kullanımı ile elde edilen klinik başarı oranlarının, geleneksel simanlar ile yapıştırılan restorasyonlar için elde edilen değerlerden oldukça yüksek olduğunu bulmuşlardır. Klinik performanstaki bu artış rezin simanın seramik yüzeye daha iyi bağlanması ile açıklanmıştır.

Adeziv rezin simanlar ve rezin modifiye cam iyonomer simanların in vitro ve in vivo olarak çinkofosfat ve polikarboksilat simana göre düşük mikrosızıntı gösterdiği bildirilmiştir (Rosenstial ve ark 1998).

Silika esaslı seramik restorasyonların klinik başarısı için, rezin esaslı kompozit simanlarla adeziv simantasyon esastır. Rezin bağlantısı, seramik ve destek diş üzerinde dayanıklılığı arttırıcı etkiye sahiptir. Ayrıca yüksek tutuculuk sağlayarak, marjinal adaptasyonu arttırıp, mikroaralanmayı önler (Blatz ve ark 2004).

Farklı rezin simanlarla mine ve sement üzerine yapıştırılan seramik laminate veneer kronlarda mikrosızıntının değerlendirildiği bir araştırmada, en az mikrosızıntı dual etki mekanizması ile polimerize olan kompozit rezin siman ile yapıştırılan örneklerde elde edilmiştir (Kılıçarslan ve Zaimoğlu 1998).

RMCIS'ın flor salınımı yaparak, çürük önleyici etkilerinin iyi olduğu ve rekürrent çürüklere karşı direnç gösterdikleri saptanmıştır (Keltjens ve ark 1999).

RMCIS'ın yapısında bulunan hidrofilik HEMA monomerinin dentinin ıslanabilirlik özelliğini arttırması nedeniyle restorasyonun tutuculuğunda katkısı olduğu bildirilmiştir (Miyazaki ve ark 1998).

Çoğu kompozit rezin siman sistemi, diş yapısına bağlanması için bir adeziv ve restorasyona bağlanması için de parsiyel dolduruculu kompozit rezin simandan oluşurlar. Kompozit rezin simanların performansları pek çok araştırma tarafından değerlendirilmiştir (Roulet ve ark 1995, Kamada ve ark 1998, Madani ve ark 2000, Kümbülüoğlu ve ark 2005).

Schweiger ve ark (1999), Empress 2 seramiğinin simantasyonunda doğal diş ve seramik arası başarılı bir bağlantı için; seramiğin hidroflorik asitle pürüzlendirilip Monobond-S ile silanlandıktan sonra Heliobond uygulanması gerektiğini ve restorasyonun Variolink II adeziv siman ile simante edildiğinde çok iyi bağlantı sağladığını bildirmişlerdir.

Sorensen ve ark (1999), seramik restorasyonları Variolink II siman ile simante ettiklerinde pulpaya zarar vermeden sızdırmazlık sağlandığını ve hiçbir dişin endodontik tedavi gerektirmediğini ifade etmişlerdir.

Kümbüloğlu ve ark (2004), 4 çeşit rezin yapıştırıcı simanın kimyasal ve fiziksel özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında; Variolink II simanın en yüksek "flexural" dayanıklılık gösterdiğini, Rely X ARC simanın ise en yüksek polimerizasyon derecesine sahip olduğunu göstermişlerdir.

Dört farklı tip yapıştırıcı simanın mekanik özellikleri ve bu simanları kullanarak kompozit inlay'lerin marjinal aralığı üzerine termal siklusun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; Fuji Plus'ın "flexural" dayanıklılığı ve dentin yüzeyi ile olan "shear" bağlantısı

için termal siklus öncesi ve sonrası farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur (Irie ve Suzuki 2001).

Pek çok çalışma ile kanıtlanmış olan üstün özellikleri nedeni ile bu çalışmada 3 dual sertleşen kompozit rezin (Variolink II, Rely X ARC ve Panavia F) ve 1 rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji Plus) olmak üzere 4 farklı rezin siman kullanıldı.

Seramik yüzeyine yapıştırıcı simanın bağlantısını arttırmak için, mekanik olarak rezin-seramik bağlantısını kolaylaştıran çok sayıda teknik vardır. Bu tekniklerden biri seramik yüzeyine ortofosforik, sülfürik, nitrik, hidroflorik asit, asidulat fosfat fluorid ve amonyum hidrojen difluorid gibi asitlerin seramik yüzeyine uygulanmasıdır. Bunlar arasında en çok tercih edilen hidrofluorik asit, seramik yüzeyinde derin kanal ve yivler oluşturur (Hayakawa ve ark 1992, Saraçoğlu ve ark 2004).

Hayakawa ve ark (1992) yaptıkları çalışmada; HF asit uygulanmış örneklerin bağlanma dayanımının polisajlanmış ya da fosforik asit uygulanmış örneklerden daha fazla olduğunu göstermişlerdir.

Madani ve ark (2000)'nın yaptığı % 5'lik ve % 9,5'luk asit jelin karşılaştırıldığı çalışmada; her iki orandaki HF asit için bağlanma dayanımları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Hidrofluorik asit ağız içinde seramik tamiri için zararlı bir materyaldir (Foxton ve ark 2003). Ancak HF asitin bu zararlı etkisi, seramik bağlantı işlemleri ile elimine edilebilir (Hooshmand ve ark 2002).

Ayrıca pek çok çalışma, HF asitin bu zararlı etkisinin operasyon zamanının azaltılması ile de elimine edilebildiğini göstermiştir (Hayakawa ve ark 1992, Spohr ve ark 2003).

Bu sonuçlara ve üretici firmaların Empress 2 ve ProCAD seramiği için tavsiyelerine dayanarak bu çalışmada % 5'lik HF asit kullanılmıştır.

Araştırmacılar, seramik yüzeylerine aluminyum oksitle kumlama ve takibinde hidroflorik asit uygulanmasının bağlanma dayanımını diğer seramik yüzey işlemlerinden belirgin derecede daha fazla arttırdığını belirtmişlerdir (Kato ve ark 2000, Oh ve Shen 2003, Saraçoğlu ve ark 2004).

Lösit içeren IPS Empress, florapatit içeren Eris ve lityum disilikat içeren Experimental seramik ile kompozit rezin arasında en fazla bağlanma dayanımı, kumlama +asit uygulama ile elde edilmiştir (Oh ve Shen 2003).

Seramik yüzeyinin kumlanması, asit uygulanması ve takibinde silan bağlı ajan kullanılması, seramik-rezin bağlantısı için uygun ortam sağlamaktadır (Kato ve ark 1996, Kamada ve ark 1998).

Bu amaçla seramik-rezin siman bağlantısı için, 50 μm'lik Al_2O_3 kum, HF asit ve silanın kombine olarak uygulanması tavsiye edilmektedir (Shahverdi ve ark 1998, Blatz ve ark 2003a).

Bu çalışmada seramik yüzey işlemi için 50μm'lik Al_2O_3 ile kumlama ve takibinde % 5'lik Hidrofluorik asit kullanılmıştır.

Yüzey düzenleme işlemi yapılmış seramiğe silan uygulanması, kimyasal kovalent (Blatz ve ark 2003a) ve hidrojen bağların oluşumunu sağlar. Silan, silika esaslı seramiklere

rezinin güçlü bağlanması için önemli bir faktördür (Barghi 2000, Della Bona ve ark 2000, Kato ve ark 2000, Frankenberger ve ark 2000, Blatz ve ark 2003a).

Silan bağlı ajanlar, seramik ve kompozit rezin arasında kimyasal bağ sağlayıp, seramik yüzeyinin ıslanabilirliğini ve düşük viskoziteli rezinlerin akışkanlığını arttırır (Shahverdi ve ark 1998).

Yapılan çalışmalarda silan bağlı ajanların, rezin esaslı kompozitler ve seramik yüzeyindeki silika arasında kimyasal kovalent bağlar oluşturduğu ve asitlenmiş seramikte mikromekanik kilitlenme sağlayarak bağlanma dayanımını arttırdığı gösterilmiştir (Blatz ve ark 2004).

Bu araştırmada, üretici firmanın önerdiği şekilde, her siman sistemine ait silan bağlı ajanlar kullanılmıştır.

Silan primerler, unhidrolize tek likit primerler, prehidrolize tek likit primerler, silan bağlayıcı ve asit aktivatörün ayrı olarak bulunduğu iki ya da üç likit silan primer olmak üzere üç şekilde sınıflandırılırlar (Blatz ve ark 2004).

Unhidrolize tek likit primerler, silan hidrolizi için asit katalisti içermezler (Sato ve ark 1999). Prehidrolize tek likit primerler, önceden hidrolize edilmiş tek komponentli silan bağlayıcıdır. Prehidrolize sistemlerle ilgili olarak, silan primer ya ayrı uygulanıp takibinde bonding ajanı uygulanır ya da bonding sistemleri ile karıştırılarak tek basamakta uygulanırlar (Kato ve ark 1996, Matsumura ve ark 1997, Blatz ve ark 2004).

Polimer kimyasındaki son gelişmeler 2 ya da 3 çözücüden oluşan yeni jenerasyon seramik primerlerin gelişimine yol açmıştır (Sato ve ark 1999, Foxton ve ark 2003).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda 2 ya da 3 çözücüden oluşan yeni jenerasyon seramik primer'ların seramiklerin bağlanma dayanımını tek likit primer'lardan daha fazla arttırdığı gösterilmiştir (Matsumura ve ark 1997, Attia ve Kern 2004).

Silikon oksit seramik ile dual-cure rezin simanın güçlü bağlanabilmesi için, asidik monomer ve silan bağlı ajan (γ-MPS) olarak 2 ayrı likit sisteminden oluşan seramik primer'lar bulunmaktadır (Kamada ve ark 1998, Sato ve ark 1999, Foxton ve ark 2003).

2 ayrı komponent halinde olan 2 likit sistemli primerler, 2 komponent karıştırıldıktan sonra uygulanmadan hemen önce hidrolize olurlar (Spohr ve ark 2003).

Pek çok çalışma yeni jenerasyon çok komponentli seramik primerlerin, seramik yüzeyine kumlama yapılmadan ya da hidrofluorik asit uygulanmaksızın da CAD-CAM seramiklere rezinin güçlü bağlanabildiğini göstermiştir (Foxton ve ark 2003).

İndirekt seramik restorasyona rezin yapıştırıcı siman ya da tamir kompozitinin bağlanmasını arttırmak için bonding ajanlarının kullanılması gerekmektedir (El Zohairy ve ark 2004)

Bonding ajanlarının çoğu, dentine adezyonu arttırıcı hidrofilik monomer ve çözücüler içerirler. Bonding ajanlarının çoğunun yalnızca mine ve dentin bağlantısı için değil, aynı zamanda seramikler, kompozitler ve metaller için de çok amaçlı kullanılırlar (El Zohairy ve ark 2004)

Seramik bağlantı sistemlerinin farklı komponenetlerle uyumu için, silan bağlı ajan yalnızca tavsiye edilen bonding ajanı ve rezin siman ile kombine kullanılabilir (Blatz ve ark 2004).

Bu çalışmada yapıştırıcı simanlar üretici firmanın tavsiye ettiği silan ve bonding ajanlarıyla birlikte kullanıldı.

Mikrotensile test yönteminin kullanıldığı bazı çalışmalarda seramik blokları siman bloklara bağlanırken uniform siman kalınlığı sağlamak için 750 gr'lık yük 10 dakika ugulanmıştır (Andreatta Filho ve ark 2003, Valandro ve ark 2005).

Bu çalışmada seramik blokları rezin siman bloklara bağlanırken seramik-rezin siman örneğine 750 gr'lık yük 10 dakika uygulandı.

Kırılgan yapıda olan seramik materyali uniform olarak yapıştırıldığında, adeziv rezin, dentin bonding ajanı ve dentin dokusu gibi daha az sert olan materyallerle desteklendiğinden deformasyon ya hiç olmaz ya da çok az olur (Kelly 1999, Attia ve ark 2004).

Restorasyonlar üzerine yükleme yapıldığında, seramik materyalinde ve seramik ile rezin siman ara yüzünde yüksek "tensile" stresleri meydana gelir (Chen ve ark 1999, Kelly 1999, Attia ve Kern 2004).

Ara yüzde meydana gelen bu stres, seramik, yapıştırıcı ajan ve dentin arasındaki gerilim farkından dolayıdır (Kelly 1999, Attia ve Kern 2004).

"Tensile" ve "shear" testleri gibi in vitro bağlanma dayanımı testleri, kopma meydana gelene kadar yük uygulanması esasına dayanır. Bu yüzden, adeziv sistem ve bağlanan materyal arasındaki bağlanma dayanımını test etmek için, stresin en fazla biriktiği bölge olan arayüz bağlantısı esas alınır (Della Bona ve Van Noort 1995, Valandro ve ark 2005).

Stres dağılım analizlerinin kullanıldığı pek çok çalışma, bağlanma dayanım testlerinin arayüz bölgesinde uygun olmayan stres dağılımı oluşturduğunu göstermiştir. "Shear" testleri için kopmaların materyallerden birinde olması ve adeziv bölgede görülmemesi nedeni ile sonuçların gerçekçi olmadığı ya da yanlış yorumlanmasına yol

açtığı ve bağlantı ara yüzünde stres dağılımının homojen olarak gelişmediği eleştirileri yapılmaktadır (Della Bona ve Van Noort 1995, Valandro ve ark 2005).

Konvansiyonel "tensile" testleri, örnek sıralama zorluğu ve adeziv ara yüzde homojen olmayan stres dağılım eğilimi gibi bazı sınırlamalara sahiptir. (Valandro ve ark 2005).

Diğer yandan "microtensile" testi, örneklerin sıralanmasının uygun ve stres dağılımının homojen olmasına izin verir. Ayrıca bağlanma dayanımı değerleri benzerdir ve oldukça hassas olarak karşılaştırılmasına olanak sağlar (Della Bona ve ark 2000, Valandro ve ark 2005).

"Microtensile" testinde kullanılan yaklaşık $1mm^2$ boyutlarında mikrobar olarak hazırlanan örneklerin bağlantı yüzeylerinde yükleme sırasında uniform stres dağılımı oluştuğu bildirilmiştir (El Zohairy ve ark 2004).

"Microtensile" testinin diğer test yöntemlerinden üstün özelliklerine dayanarak bu çalışmada microtensile test yöntemi kullanıldı.

Rezin-seramik bağlantısının sürekliliğini test etmek için suda saklama, termal siklus, yük uygulanması gibi koşullar oldukça sık kullanılır (Kern ve Thompson 1995, El Zohairy ve ark 2004).

Ağız ortamının fiziksel özelliklerini taklit etmek için uygulanan termal siklus, restoratif materyal ve yapıştırıcı siman arasındaki bağlantının bütünlüğünü etkileyebilmektedir (Andreatta Filho ve ark 2003).

Chang ve ark (2002), bağlantı sistemlerinin klinik olarak çeşitli ısılardan etkilendiğini göstermiştir. Ağız ortamı, su ve tekrarlanan termal değişiklikler, seramik-kompozit rezin arayüzünde hidrolizasyona sebep olur (Blatz ve ark 2004).

Termal siklus öncesi ve sonrası bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması, bağlantı sisteminin sürekliliğinin değerlendirmesini sağlar. Önceki çalışmalarda, seramik ve dentin yüzeyine bağlanma dayanımını araştırmak için farklı termal siklus parametreleri kullanılmıştır. Termal siklus parametrelerinin standardize olmaması, bu çalışmaların karşılaştırılmalarını zorlaştırır. Ayrıca burada temel amaç, termal siklus parametrelerine bakılmaksızın ağız ortamını yansıtan koşulları sunmaktır (Akgüngör ve ark 2005).

Bu çalışmada, IPS Empress 2 ve ProCAD seramiklerinin 4 farklı rezin simanla bağlantısının sürekliliğini değerlendirmek amacıyla termal siklus testi uygulandı.

Andreatta Filho ve ark (2003), yüzey işlemi yapılmış cam infiltre alumina seramiğin Panavia F rezin simanla bağlantısına termalsiklusun etkisini araştırmak amacıyla microtensile test yöntemini uyguladıkları çalışmalarında; termal siklus testine tabi tutulan gruplara termal siklus cihazının banyosunda örneklerin bekleme süresi 30 sn olan 5-55˚C'de 1500 siklus uygulamışlardır.

Bu çalışmada termalsiklus testine tabi tutulan gruplara 5-55°C (±2°C)'de 2000 termal siklus uygulandı. Örneklerin termal siklus cihazının banyosunda bekleme süresi 30 sn, geçis süresi ise 2 sn olarak ayarlanmıştır.

Farklı yüzey işlemlerinin bağlanma dayanımı üzerine etkisi, seramiğin tipine bağlı olarak değişiklik gösterir (Chen ve ark 1998).

Farklı kompozisyondaki seramiklerde HF asit farklı reaksiyon gösterir. Bu nedenle HF asit kullanılacak ise seramiğin tipi göz önünde bulundurulmalıdır (Shimada ve ark 2002).

Bu çalışmada, lityum disilikat içeren Empress 2 ile lösit içerikli ProCAD seramiklerinin bağlanma dayanımları arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P=0,049).

Asit, kumlama ve tribokimyasal silika kaplama yüzey işlemlerinin kullanılarak, Finesse, In-Ceram, Celay, IPS Empress 2, Procera AllCeram ve Experimental alumina seramiklerin Variolink II simana "shear" bağlantısının incelendiği çalışmada en fazla bağlanma dayanımı gösteren seramikler; Finesse ve IPS Empress 2 olup, termal siklustan en az etkilenenin ise asit uygulanmış IPS Empress 2 seramiği olduğu bulunmuştur (Özcan ve Vallittu 2003).

Kumlama ya da asit uygulanması seramiğin daha zayıf olan cam fazını çözerek, madde kaybına neden olur. Seramiğe uygulanan yüzey işlemleri sonucu seramiğin yüzey morfolojisi, matriks-kristal oranına ve kristallerin dağılımına bağlıdır (Oh ve Shen 2003).

Farklı yüzey işlemleri uygulanan Eris (florapatit esaslı), IPS Empress (lösit esaslı) ve Experimental seramiğin (lityum disilikat esaslı) kompozit rezine microtensile bağlanma dayanımının araştırıldığı çalışmada; IPS Empress ve Experimental seramiğe göre daha fazla cam matrix içeren Erisin en düşük, Experimental seramiğin ise en yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği bulunmuştur. Bu durumun, yüzey işlemleri sonucu Experimental seramiğin daha ince ve uniform bir yapı, Erisin kaba, IPS Empressin ise iki seramik arasında bir mikroyapısal görüntü sergilemesiyle bağlantılı olduğu belirtilmiştir (Oh ve Shen 2003).

Bu çalışmada, Özcan ve Vallittu, Oh ve Shen'in buldukları sonuçlara benzer olarak Empress 2 (lityum disilikat esaslı) seramik gruplarının bağlanma dayanımının ProCAD (lösit esaslı) seramiğinden daha fazla olduğu bulunmuştur. SEM incelemeleri sonucu kumlama yapılmış ve asit uygulanmış IPS Empress 2'nin yüzeyinde, ProCAD'e göre daha üniform yapıda tutucu alanlar gözlenmiştir.

IPS Empress 2 seramik-Rely X ARC rezin siman örneklerinin 37°C'deki suda 24 saat bekletilerek "tensile" bağlanma dayanımına bakılan bir çalışmada; HF asit ve silan (Scotchbond Ceramic Primer) uygulanan grubun bağlanma dayanımı değerinin (25.6 MPa), 50 µm'lik ya da 100 µm'lik kumla kumlama işleminin yapıldığı ve silan (Scotchbond Ceramic Primer) uygulanan grupların bağlanma dayanımı değerlerinden (11.8 MPa ve 8.4 MPa) daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu sonuca göre, HF asit uygulanması ile IPS Empress 2 seramiğinde retantif yüzey oluşumunun yüksek bağlanma dayanımı elde etmede yeterli olduğu ve bu yüzden IPS Empress 2 seramiği için silan uygulanmasının gerekli olmadığı bildirilmiştir (Spohr ve ark 2003).

Nagai ve ark (2005), IPS Empress 2 seramiğine HF asit, Fosforik asit ve 70 µm'lik kum banyosunu tek başlarına uygulamışlar ve Variolink II siman ile bağlantısına bakmışlardır. Çalışmalarında örnekleri 37°C'deki suda 24 saat bekletmişlerdir. Sonuçta HF asit uygulandığında bağlanma dayanımı değerinin (52.7±5.3 MPa), diğerlerinden (14.5±2.7 MPa ve 31.4±4.2 MPa) daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Kümbüloğlu ve ark (2005), 50 µm'lik Al_2O_3 ile kumlama ve takibinde HF asit uygulanan IPS Empress 2 seramiğin Variolink II ve Rely X ARC ile termal siklus öncesi "shear" bağlanma dayanımlarının (26.0±11 ve 28.7±3.9 MPa), 50 µm'lik Al_2O_3 ile kumlama ve takibinde fosforik asit uygulanan IPS Empress 2 seramiğin Panavia F ve Panavia 21 ile olan shear bağlanma dayanımlarından (10.2±8.2 ve 5.8±4 MPa) daha

yüksek olduğunu bulmuşlardır. Buna bağlı olarak; simanların kimyasal kompozisyonlarındaki farklılıkların bağlanma dayanımını etkilemesine rağmen, HF asitin bağlanma dayanımını arttırmada önemli etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Yalnızca silan uygulanması, asit uygulamasıyla karşılaştırılabilir düzeyde bağlanma dayanımı gösterir. Bu bağlanma dayanımı, seramiğin kendi koheziv dayanımını da aşabilir (Hayakawa ve ark 1992, Spohr ve ark 2003).

Silan ürünlerinin etkileri arasındaki farklılık, hidrolize olma dereceleriyle ilişkilidir. Hidrolize olma derecesi yüksek olan silan ajanı daha iyi bağlantı sağlar (Spohr ve ark 2003). Buna ilaveten bazı silanların, seramik yüzeyini ıslatabilme kapasiteleri daha fazladır (Spohr ve ark 2003).

IPS Empress 2 seramiğine silan bağlayıcı uygulandığında lityum disilikat esaslı seramiğin bağlantı mekanizması, silan bağlayıcıdaki trimethoxysilyl grupları ve seramik materyalindeki silikon oksit arasında kondensasyon reaksiyonu oluşmasıyla gerçekleşir (Nagai ve ark 2005).

Bu çalışmada IPS Empress 2 seramiğine bağlanan 3 farklı dual sertleşen rezin simanın (Variolink II, Rely X ARC ve Panavia F), 37°C'deki suda 24 saat bekletilmeleri sonrası bağlanma dayanımları arasındaki farkın (25.58± 4.13, 24.27±4.17 ve 26.96±5.30) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu sonuç, Kümbüloğlu ve ark (2005)'nın yaptığı çalışmada kumlama ve HF asitin uygulandığı Empress 2 seramiğinin Variolink II ve Rely X ARC simanları ile bağlantıları için benzer bulunmuştur.

Cerec 2 Vitablocks Mark II seramiği ile dual sertleşen bir simanın 37°C'deki suda 24 saat bekletilmesi sonucu "shear" bağlanma dayanımına bakılan çalışmada; silan bağlayıcı ve asidik MDP monomerin (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) ayrı olduğu

2 komponentli silan primer ajanı (32.8±8.7 MPa), asit katalisti içermeyen unhidrolize tek komponentli silan primer ajana (3.3±0.9 MPa) göre daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir (Sato ve ark 1999).

2 komponentli silan primer ajanı kullanıldığında bağlanma dayanımının fazla olması; seramik-rezin arayüzündeki asidik MDP monomeri (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) tarafından katalize edilen bir hızlandırılmış kondensasyon reaksiyonu ile açıklanmıştır (Sato ve ark 1999).

Sato ve ark (1999), CAD/CAM seramiklerin termal siklussuz koşulda (37°C'deki suda 24 saat) "shear" bağlantısını incelemişlerdir. Sonuçta silan bağlayıcı ve asidik monomerin ayrı olduğu self veya dual polimerize olan çok komponentli seramik bağlantı ajanlarının daha uygun olduklarını söylemişlerdir

Foxton ve ark (2003) Vita Celay seramiğin dual sertleşen bir simanla termal siklussuz koşulda (37°C'deki suda 24 saat) bağlantısını incelemişlerdir. Sonuç olarak mikrotensile bağlanma dayanımının; fosfat monomer içeren seramik primer uygulanan grupta (31.3±7.8 MPa), fosfat monomer içermeyen gruba (5.5±12.2 MPa) göre belirgin derecede fazla olduğunu bildirmişlerdir

Asidik monomer, asit hidrolizi ile γ-MPS'i aktive eder. Böylece silikon oksit seramik ile dual sertleşen rezin arasında güçlü bir bağlanma sağlanır (Foxton ve ark 2003).

Pek çok çalışmanın sonucuna benzer olarak çalışmamızda da; termal siklussuz koşulda (37°C'deki suda 24 saat) ProCAD seramiğine en fazla bağlanma dayanımının Panavia F siman sistemiyle olduğu görülmüştür. Panavia F siman, 2 komponentli seramik primer ajan içerir. Komponentlerden biri silan bağlayıcı diğeri ise asidik MDP monomeridir.

El Zohairy ve ark (2004), HF asit ve silan uygulamaya ilave olarak doldurucu içermeyen bir adeziv kullanılması ile microtensile bağlanma dayanımında artış olmadığını belirtmişlerdir. Buna karşın doldurucu içeren Optibond Solo Plus adeziv uygulanmasının, termal siklussuz koşulda Cerec Vitablocks Mark II seramiğin dual sertleşen simanlara bağlanma dayanımında önemli bir artışa neden olduğunu söylemişlerdir.

El Zohairy ve arkadaşlarını destekleyen benzer çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Bagley ve ark 1994, Miyazaki ve ark 1995, Wakefield ve ark 1998).

Bu çalışmada, termal siklussuz koşulda bonding ajanı olarak doldurucu içeren Clearfil S^3 Bond'un kulanıldığı Panavia F yapıştırıcı siman ile yapıştırılan ProCAD seramiği için en fazla microtensile bağlanma dayanımı elde edilmiştir.

CAD/CAM seramiği olan Vita Celay seramiğin dual sertleşen bir rezin simanla termal siklussuz koşulda bağlantısının incelendiği çalışmada; fosfat monomer içermeyen primer kullanıldığında HF asit uygulanan grubun (23±6.9 MPa), yüzey işlemi yapılmamış gruptan (5.5±12.2 MPa) belirgin derecede daha fazla bağlanma dayanımı gösterdiği bulunmuştur. Bu sonuç, Vita Celay seramiğe HF asit uygulanması sonrası seramik yüzeyindeki H iyonu konsantrasyonundaki artışın (pH'ın azalması), γ-MPS'i (γ-methacryloxypropyl-trimethoxysilane) aktive ederek, γ-MPS'nin seramik yüzeyi ile yeterli sayıda siloksan bağlantısı oluşturmasına ve böylece seramik-rezin arasında güçlü bir bağlanma dayanımı oluşturmasına bağlanmıştır (Foxton ve ark 2003).

Bu çalışmada kumlama ve HF asit yüzey işlemleri yapılmış ProCAD seramiğinin fosfat monomer içermeyen seramik primer'ların kullanıldığı dual sertleşen siman sistemleri (Variolink II, Rely X ARC) ile bağlanarak 37°C'deki suda 24 saat bekletilmesi sonrası bu simanların bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı

görülmüştür. Her iki siman sisteminde kullanılan fosfat monomer içermeyen seramik primer'ların yapılarında γ-MPS bulunur. Seramik yüzeyine HF asit uygulanması sonrası seramik yüzeyindeki H iyonu konsantrasyonu γ-MPS'i aktive eder.

Ayrıca bu çalışmada Variolink II ve Rely X ARC siman sistemlerinin bağlanma dayanımı değerleri (22.5±3.6 MPa, 24.2±4.7 MPa), yüzey işlemi olarak HF asitin uygulandığı ve fosfat monomer içermeyen bir primer'in kullanıldığı Foxton ve ark (2003)'nın yaptığı çalışmanın sonucuyla (23±6.9 MPa) benzer sonuçlar göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda; termal siklus sonrası bağlanma dayanımı değerlerinde azalma gözlenirken (Kern ve Thompson 1995, Roulet ve ark 1995, Yoshida ve ark 2001, Özcan ve Vallittu 2003), bazılarında ise bağlanma dayanımında hiçbir azalma gözlenmediği bildirilmiştir (Lu ve ark 2001, Hooshmand ve ark 2002, Özcan ve Vallittu 2003). Bu fark, klinik koşulları yansıtacak şekilde yapılan in vitro çalışmaların deney düzeneklerindeki farklılıklar ile açıklanabilir (Özcan ve Vallittu 2003).

Seramik yüzey işlemleri gözardı edilerek, seramik-kompozit bağlantısını sağlayan başlıca faktör silan bağlı ajanlardır. HF asit ile birlikte silan ajanının kombine uygulanması, uzun süre suda saklama ve termal siklus sonrası seramik-kompozit bağlantısının stabil kalmasını sağlamaktadır (Blatz ve ark 2004).

Çalışmalarda, silan bağlı ajanın termal siklusun negatif etkisini önleyerek rezin yapıştırıcı ajanların seramik materyali ile sürekli bağlantı sağladığı bildirilmiştir (Matsumura ve ark 1997, Kamada ve ark 1998, Akgüngör ve ark 2005).

Silan ajanı, termal siklus sonrası rezin seramik arayüzündeki büzülmeyi azaltır (Stokes ve Hood 1989). Rezin-seramik bağlantısında termal siklus uygulamasının etkisi, kullanılan silan tipine göre değişir (Kato ve ark 1996, Spohr ve ark 2003).

Spohr ve ark (2003), prehidrolize bir silan ajanı olan Scotchbond Ceramic Primer'ın, farklı yüzey işlemleri uygulanmış IPS Empress 2 seramik ile Rely X ARC rezin siman "tensile" bağlantısını belirgin derecede arttırdığını göstermişlerdir. Ayrıca Scotchbond Ceramic Primer'ın termal siklusun olumsuz etkisini azalttığı bildirilmiştir.

Bu çalışmada IPS Empress 2 seramiğin 4 farklı siman sistemiyle microtensile bağlanma testi sonucunda; Rely X ARC, Panavia F ve Fuji Plus için termal siklus öncesi ve sonrası bağlanma dayanımı değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Seramik silanizasyonu adeziv işlemleri için hassas bir basamak olup, su ya da diğer çözücülerden etkilenmesi bağlanma dayanımını azaltır (Roulet ve ark 1995, Filho ve ark 2004).

Su girişi ile seramik-silan arayüzündeki Si-O bağlantısının parçalanması sonucu silanın geçirgen hale gelmesi, seramik-rezin arayündeki bağlanma dayanımındaki azalmadan sorumlu olabilir (Spohr ve ark 2003).

Nagai ve ark (2005), hidrofluorik asitle pürüzlendirilmiş ve Monobond-S uygulanmış IPS Empress 2 seramiği ile Variolink II yapıştırıcı siman arasındaki "shear" bağlanma dayanımının (71.5±6.4) termal siklus sonrası azaldığını belirtmişlerdir (61.2±10.7).

Nagai ve arkadaşlarının yaptığı çalışmanın sonucuna benzer olarak bu çalışmada, kumlanmış ve HF asit uygulanmış IPS Empress 2 seramiği ile Variolink II siman arasındaki microtensile bağlanma dayanımının (25.58± 4.13 MPa) termal siklus sonucu azaldığı bulunmuştur (22.50± 3.81 MPa).

Kamada ve ark (1998), feldispatik seramiğe benzer özellik gösteren Cerec 2 seramiğe silan uygulanarak, Cerec 2 seramiğin BisGMA ve TEGDMA içeren Clapearl yapıştırıcı

simanla bağlantısında termal siklussuz ve termal sikluslu (2000 termal siklus) gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuşlardır.

Her silan için aynı olmamasına rağmen, test örneğinin hazırlanması ve test edilmesi sırasındaki saklama zamanı, silan tarafından oluşturulan kimyasal bağlanma dayanımını etkileyebilir (Roulet ve ark 1995, Shahverdi ve ark 1998, Filho ve ark 2004).

Barghi ve ark (2000), farklı silanların farklı bağlanma dayanımları sağladığını göstermişlerdir. Ayrıca bu araştırmacılar, 2 komponentli seramik primer ajanların kullanıldığı seramiğin termal siklus sonrası bağlanma dayanımında farklılıklar bulmuşlardır. Buna karşın prehidrolize tek şişe silanın termal siklustan etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Farklı silanlar farklı çözücüler içerirler. Bu çözücüler silanların çeşitli yönlerde yeniden aktif hale gelmesini ya da stabilitesini etkileyebilir (Filho ve ark 2004).

Silan bağlayıcı ajan ve rezin yapıştırıcı simanların farklı kombinasyonları ile bağlanma dayanımlarında önemli farkların olduğu bildirilmiştir. Bu farklılık, silan bağlayıcı ajanlar ve rezin yapıştırıcı simanların kombinasyonu veya her ikisinin ayrı ayrı kompozisyonuna bağlı olabilir (Nakamura ve ark 2004).

Yapılan çalışmaların sonuçlarına benzer olarak bu çalışmada ProCAD seramiğinin 4 farklı yapıştırıcı simanlarla termal siklus sonucu microtensile bağlanma dayanımında; prehidrolize tek komponentli seramik primer ajanlarının kullanıldığı Variolink II ve Rely X ARC simanları için termal siklus öncesi ve sonrası bağlanma dayanımları arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Her iki simanın organik polimer matriksinde BisGMA ve TEGDMA, Panavia F'in yapısında ise bu iki simandan farklı olarak BPEDMA, MDP ve DMA bulunur. İki komponentli seramik primer ajanının kullanıldığı

Panavia F simanın ProCAD seramiği ile termal siklus öncesi ve sonrası bağlanma dayanımları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur.

Silika esaslı seramikler ile rezin simanların bağlantısı üzerine yapılan in vitro çalışmalarda, farklı dual sertleşen rezin simanlarla benzer bağlanma dayanımları elde edildiği bulunmuştur. Ayrıca dual sertleşen simanların kimyasal sertleşen rezin simanlardan daha fazla bağlanma dayanımı gösterdiği belirtilmektedir (Blatz ve ark 2004).

Tribokimyasal silika-kaplama yüzey işlemi uygulanan zirkonyum seramiği ile farklı yapıştırıcı simanların "shear" bağlanma dayanımlarının bakıldığı çalışmada; zirkonyum seramiğinin Fuji Plus siman ile termal siklus öncesi ve sonrası bağlantısı, diğer simanlara göre (Variolink II, Panavia F, Rely X ARC) düşük bulunmuştur (Piwowarczyk ve ark 2005).

Yapılan çalışmalara benzer olarak bu çalışmada da, her iki seramiğe (IPS Empress 2, ProCAD) termal siklus öncesi ve sonrası bağlanma dayanımı en düşük siman Fuji Plus bulunmuştur. Fuji Plus siman kimyasal sertleşen rezin modifiye cam iyonomer simandır.

Rezin modifiye cam iyonomer simanların suda saklama sonrası bağlanma dayanımının ve hidroskobik genleşme ile marjinal örtücülüğün arttığı görülmüştür (Irie ve Suzuki 2001).

Thonemann ve ark (1995), molar dişlere hazırlanan Vita Cerec Mark II seramiğinden yapılan inlay'leri 5 farklı tip rezin modifiye cam iyonomer simanla (Photac Bond, Photac Fil, Dyract, Vitremer, Fuji LC II) yapıştırarak temalsiklus (5000 siklus) uygulamışlar ve SEM'de incelemişlerdir. Sonuçta tüm rezin modifiye cam iyonomer yapıştırıcı siman-Cerec inlay'leri arası marjinal aralıklarda termal siklus öncesi ve sonrası farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuşlardır.

Thonemann ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer olarak bu çalışmada kullanılan rezin-modifiye cam iyonomer siman olan Fuji Plus'ın, Empress 2 ve ProCAD seramiği ile termal siklus öncesi ve sonrası bağlanma dayanımları arası fark istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Oh ve Shen (2003)'in yaptığı çalışmada; kumlama, asit uygulama, kumlama ve asitin kombine uygulandığı seramiklerin (florapatit içeren Eris, lösit içeren Empress 1 ve lityum disilikat içeren Experimental seramik) kompozit rezinle microtensile bağlanma dayanımı incelenmiştir. Sonuçta seramik-rezin kompozit ara yüz başarısızlığı, adeziv ve koheziv başarısızlık tiplerinin kombinasyonu şeklinde görülmüştür.

Filho ve ark (2004)'nın yaptığı çalışmada; farklı yüzey işlemlerinin uygulandığı IPS Empess 2 seramiğinin kompozit rezinle microtensile bağlantı testi sonucu SEM analizinde, adeziv ve karma başarısızlık bulunmuştur.

Yüzey işlemleri yapılmış IPS Empress 2 seramiğin dual sertleşen bir rezin simanla microtensile bağlantısına bakılan bir çalışma sonucunda; adeziv ve koheziv başarısızlığın kombine olduğu karma başarısızlık ortaya çıkmıştır (Foxton ve ark 2003).

Yapılan pek çok çalışmaya benzer olarak bu çalışmada da, IPS Empress 2 ve ProCAD seramik ve dual sertleşen 3 farklı simanla (Variolink II, Rely X ARC, Panavia F) hazırlanan örneklerin microtensile bağlantı testi sonucunda daha çok adeziv ve koheziv başarısızlığın kombine olduğu karma başarısızlık görülmüştür.

El Zohairy ve ark (2003), Cerec Vitablocs bloklarının 3 farklı kompozit rezin simanla bağlantısını microtensile test yöntemiyle inceledikleri çalışmalarında; test sonucu kopan örneklerde adeziv+koheziv başarısızlığın kombine olduğu başarısızlık tipinin görülme

nedenini, dikdörtgensel örneklerin finite element analizinin incelendiği bir çalışmada stresin merkezde ve bağlantı bölgesinin köşelerinde toplandığı sonucuna bağlamışlardır.

IPS Empress 2 seramiğin rezin simanla bağlantısında feldispatik seramiklere göre siman içinde koheziv ve karma başarısızlık daha fazladır (Spohr ve ark 2003).

Bu çalışmada da hem stereomikroskop, hem de SEM görüntüleri sonucu IPS Empress 2 seramiği için koheziv ve karma başarısızlık tipi ProCAD seramiğine göre daha fazla gözlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

1- IPS Empress 2 seramiği, ProCAD seramiğinden daha fazla bağlanma dayanımı göstermiştir *(p=0,049)*.

2- IPS Empress 2 seramiğinin 4 farklı siman sistemiyle termal siklus öncesi microtensile bağlanma dayanımı testi sonucunda; Variolink II, Rely X ARC ve Panavia F arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), GC Fuji Plus, bu 3 simandan daha az bağlanma dayanımı göstermiştir.

3- IPS Empress 2 seramiğine bağlanan Variolink II yapıştırıcı simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Termal siklus uygulaması bağlantıyı zayıflatmıştır. IPS Empress 2 seramiği ile bağlanan diğer 3 simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$).

4- ProCAD seramiğinin 4 farklı siman sistemiyle termal siklus öncesi microtensile bağlanma dayanımı testi sonucunda; Panavia F istatistiksel olarak en yüksek, GC Fuji Plus

en düşük bağlanma dayanımı göstermiştir.Variolink II ve Rely X ARC arasında fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$).

5- ProCAD seramiğine bağlanan Panavia F yapıştırıcı simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).Termal siklus ProCAD ile Panavia F arasındaki bağlantının zayıflamasına yol açmıştır. ProCAD seramiği ile bağlanan diğer 3 simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$).

6- Her iki seramik için de microtensile testine tabi tutulan örneklerin kopmuş yüzeylerinin stereomikroskop ve SEM analizi sonucunda, Variolink II, Rely X ARC ve Panavia F simanları için adeziv ve koheziv başarısızlık bir arada görülmüştür. GC Fuji Plus ile bağlanan seramik örneklerinde ise adeziv başarısızlık daha fazladır.

7- Bu çalışmanın sınırları içinde Rely X ARC ve Panavia F siman sistemlerinin IPS Empress 2 seramiği ile Variolink II ve Rely X ARC siman sistemlerinin ise ProCAD seramiği ile klinikte kullanımı tavsiye edilebilir.

6. ÖZET

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ/KONYA-2006

Emel GÜR

Danışman

Prof. Dr. Bülent KESİM

Tam Seramik Materyalleri ile Rezin Simanlar Arasındaki Bağlanma Dayanımının İncelenmesi

Farklı yapıdaki seramiklere farklı siman sistemlerinin seramik-siman bağlantısı ve bu bağlantıya termal siklusun etkisini incelemek amacı ile yapılan bu çalışmada 2 farklı seramik (Empress 2 ve ProCAD) ve 4 farklı siman sistemi (Variolink II, Rely X ARC, Panavia F ve GC Fuji Plus) kullanıldı. Her seramikten 16'ar tane olmak üzere toplam 32 tane seramik bloğu hazırlandı.

Seramik örnekleriyle aynı boyutta hazırlanan rezin siman blokları kumlama+ asitleme yapılmış seramik bloklara bağlandı. Her seramik-siman grubunun yarısı 37°C'deki distile suda 24 saat bekletildi. Diğer yarısına ise, 5-55°C (±2°C)'de 2000 termal siklus uygulandı. Seramik-siman bloklardan kesit alınarak elde edilen 256 mikrobara (her grup için 16 tane) microtensile testi uygulandı.

Microtensile testinde elde edilen verilere önce çok yönlü varyans analizi daha sonra "Tukey HSD testi" ve "Duncan" istatistiksel analizleri uygulandı. Her bir seramiğe ait her

bir siman için termal siklussuz ve termal sikluslu grupların bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması Bağımsız T testi ile yapıldı.

Kopan yüzeylerin başarısızlık tiplerini belirlemek için tüm örnekler stereomikroskop ve SEM'de incelendi.

Çalışmanın sonucunda; Empress 2 seramiği, ProCAD seramiğinden daha fazla bağlanma dayanımı göstermiştir.

Empress 2 seramiğe termal siklus öncesi en düşük bağlanma dayanımı GC Fuji Plus ile gözlenmiştir. Empress 2 seramiğine bağlanan Variolink II yapıştırıcı simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, diğer 3 siman için anlamsız bulunmuştur.

ProCAD seramiğe termal siklus öncesi en yüksek bağlanma dayanımı Panavia F ile, en düşük bağlanma dayanımı ise GC Fuji Plus ile elde edilmiştir. ProCAD seramiğine bağlanan Panavia F yapıştırıcı simanın termal siklussuz ve termal sikluslu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, diğer 3 siman için anlamsız bulunmuştur.

Her iki seramik için örneklerin kopmuş yüzeylerinin stereomikroskop ve SEM incelemelerinde; Variolink II, Rely X ARC ve Panavia F gruplarda adeziv+koheziv başarısızlık, GC Fuji Plus'da ise adeziv başarısızlık daha fazla görülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışmanın sınırları içinde Rely X ARC ve Panavia F siman sistemlerinin IPS Empress 2 seramiği ile Variolink II ve Rely X ARC siman sistemlerinin ise ProCAD seramiği ile klinikte kullanımı tavsiye edilebilir.

7. SUMMARY

The Evaluation of Bond Strengths Between All Ceramic Materials and Resin Luting Cements

In this study, two different ceramic materials (IPS Empress 2 and ProCAD) and four different cement systems (Variolink II, Rely X ARC, Panavia F and GC Fuji Plus) were used to evaluate the bond strengths of different luting cement systems to different types ceramic materials and the effect of thermal cycling on the bond strength. A total of 36 ceramic blocks, 16 per each type of ceramic material, were obtained for the study.

The surfaces of all ceramic blocks were treated using the methods of airborne-particle abrasion and HF-etching. The blocks were then bonded to resin cement blocks of identical dimensions as the ceramic bloks. Half of the each ceramic-cement groups were stored in distilled water at 37°C for 24 hour. The other half were subjected to thermal cycling at 2000 cycles between 5°C and 55°C. 256 microbars (16 per group) were obtained by cutting the ceramic-cement blocks, and these microbars were then subjected to microtensile test.

The microtensile test values were subjected to a univariate analysis of variance. Further Tukey HSD and Duncan analyses were carried out. The Independent Samples test was utilized to statistically determine the bonding strength of all possible combinations of ceramic materials and luting cements, both with and without thermal cycling.

The fractured specimens were examined with a stereomicroscope and scanning electron microscopy to determine the type of failure.

IPS Empress 2 ceramic material demonstrated higher bond strength than ProCAD ceramic material in this study.

The lowest bond strength was obtained with GC Fuji Plus to IPS Empress 2 ceramic before thermal cycling test. While statistically significant differences were found between the bond strength values of Variolink II luting cement to IPS Empress 2 ceramic with thermal cycling and values without thermal cycling, no statistically significant differences due to thermal cycling were found for other three cements.

Prior to the thermal cycling test, the highest bond strength was obtained with Panavia F to ProCAD ceramic; and the lowest bond strength was obtained with GC Fuji Plus to ProCAD ceramic. While statistically significant differences were found between the bond strength values of Panavia F luting cement to ProCAD ceramic with thermal cycling and values without thermal cycling, no statistically significant differences were found between them for other three cements.

During the stereomicroscopy and SEM analysis of the fracture surfaces of all samples, adhesive & cohesive failure was observed in the cases of Variolink II, Rely X ARC and Panavia F groups while the analysis of groups with GC Fuji Plus showed predominantly adhesive failure.

In conclusion, the clinical use of Rely X ARC and Panavia F cement systems with Empress 2 ceramic, Variolink II and Rely X ARC cement systems with ProCAD ceramic are recommended based on the results obtained in this study.

8. KAYNAKLAR

Alaçam T, Nalbant L and Alaçam A (1998) *Rezin ve seramik esaslı inley-onlay sistemleri* "İleri Restorasyon Teknikleri", 309-340, Ankara.

Akgüngör G, Akkayan B and Gaucher H (2005) *Influence of ceramic thickness and polymerization mode of a resin luting agent on early bond strength and durability with a lithium discilate-based ceramic system,* J Prosthet Dent, 94, 234-241.

Andreatta Filho OD, Bottino MA, Nishioka RS, Valandro LF and Leite FPP (2003) *Effect of thermocycling on the bond strength of a glass-infiltrated ceramic and a resin luting cement,* J Appl Oral Sci, 11(1), 61-67.

Anusavice J and Hjjatie B (1992) *Tensile stress in glass ceramic crowns: Effect flaws and cement voids,* Int J Prosthodont, 5, 352-358.

Ateş G (2002) *5 Farklı dual-cure yapıştırıcı rezin simanın değişik kompozit ve porselen kalınlıkları altında polimerizasyon etkinliğinin karşılaştırılması,* H.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.D. Doktora Tezi, Ankara.

Attia A and Kern M (2004) *Fracture strength of all-ceramic crowns luted using two bonding methods,* J Prosthet Dent, 91, 247-252.

Azillah MA, Anstile HM and Pearson GJ (1998) *Long-term fexural strength of three direct aesthetic restorative materials,* J Dent, 26, 177-182.

Bagley A, Wakefield CW and Robbins JW (1994) *In vitro comparison of filled and unfilled universal bonding agents of amalgam to dentin,* Oper Dent, 19,97–101.

Barclay CW, Boyle EL, Williams R and Marquis PM (2002) *The effect of thermocycling on five adhesive luting cement,* J Oral Rehabil, 29, 546-552.

Barghi N (1998) *Enhancing the esthetics of porcelain veneers with luting resin,* Compendium, 10(5), 1-10.

Barghi N (2000) *To silanate or not to silanate: making a clinical decision,* Compend Contin Educ Dent, 21, 659-664.

Barghi N, Berry T and Chung K (2000) *Effects of timing and heat treatment of silanated porcelain on the bond strength,* J Oral Rehabil, 27, 407-412.

Berry T, Barghi N and Chung K (1999) *Effect of water storage on the silanization in porcelain repair strength,* J Oral Rehabil, 26, 459-463.

Blatz MB, Sadan A and Kern M (2003a) *Resin-ceramic bonding: A review of the literature,* J Prosthet Dent, 89, 268-274.

Blatz MB, Sadan A, Arch GH Jr and Lang BR (2003b) *In vitro evaluation of long-term bonding of Procera AllCeram alumina restorations with a modified resin luting agent,* J Prosthet Dent, 89(4), 381-387.

Blatz MB, Sadan A, Maltezos C, Blatz U, Mercante D and Burgess JO (2004) *In vitro durability of the resin bond to feldspathic ceramics,* Am J Dent, 17, 169-172.

Burke FJ and Watts DC (1994) *Fracture resistance of teeth restored with dentin bonded crowns,* Quintessence Int, 25, 335-340.

Carrier DD and Kelly (1995) *In-ceram failure behaviour and core-veneer interface quality as influenced by residual infiltration glass,* J Prosthet Dent, 4, 237-242.

Cattell MJ, Palumbo RP, Knowles JC, Clarke RL and Samarawickrama DYD (2002) *The effect of veneering and heat treatment on the flexural strength of Empress 2 ceramics,* J Dent, 30, 161-169.

Chadwick RG, Mason AG and Sharp W (1998) *Attempted evaluation of three porcelain repair systems. What are we really testing,* J Oral Rehabil, 25, 610-615.

Chang JC, Koh SH, Powers JM and Duong JH (2002) *Tensile bond strengths of composites to a gold-palladium alloy after thermal cycling,* J Prosthet Dent, 87, 271-276.

Chang JC, Hart DA, Estey AW and Chan JT (2003) *Tensile bond strengths of five luting agents to two CAD-CAM restorative materials and enamel,* J Prosthet Dent, 90(1), 18-23.

Chen HY, Hickel R, Setcos JC and Kunzelmann KH (1999) *Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD-CAM and pressed-ceramic crowns,* J Prosthet Dent, 82(4), 468-475.

Chen JH, Matsumura H and Atsuta M (1998) *Effect of etchant, etching period and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin,* Oper Dent, 23, 250-257.

Christensen GJ (1994) *Ceramic vs. porcelain-fused to metal crowns: Give your patient a choice,* J Am Dent Assoc, 125, 311.

Christensen GJ (1998) *Seating nonmetal crowns or fixed partial dentures with resin cement,* J Am Dent Assoc, 129, 239-241.

Christensen GJ (2000) *Resin cements and postoperative sensivity,* J Am Dent Assoc, 131 (8), 1197-1199.

Cho HW, Dong JK, Jin TH, Oh SC, Lee HH and Lee JW (2002) *A study on the fracture strength of implant-supported restorations using milled ceramic abutments and all-ceramic crowns,* Int J Prosthodont, 15, 1

Class H, Jahn C, Schafers F, Rinke S and Huls A (2000) *Fracture strength of CAD/CAM fabricated anterior crowns,* J Dent Res 79 IADR Abst: 318, 183.

Cowan AJ, **Wilson NH**, **Wilson MA and Watts DC (1996)** *The application of ESEM in dental materials research,* J Dent, 24(5), 375-377.

Craig RG and Ward ML (1997) *Restorative dental materials,* Mosby Co Book Inc, St Louise, Baltimore, Toronto.

Crispin BJ (1994) *Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals. Chapter 6: Esthetic ceramic restorative materials and techniques,* Quintessence Pub Co, Inc, Tokyo.

Crispin BJ, Hewlett ER, Jo YH, Hobo S and Hornbrook D (1994) *Ceramic Veneers, "Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals",* Qintessence Publishing Co, 241-291, Tokyo.

Della Bona A and Van Noort R (1995) *Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic,* J Dent Res, 74, 1591-1596.

Della Bona A, Anusavice KJ and Shen C (2000) *Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics,* J Adhes Dent, 2, 305-313.

Della Bona A, Anusavice KJ and Mecholsky JJ Jr (2003) *Failure analysis of resin composite bonded to ceramic,* Dent Mater, 19, 693-699.

Denissen H, Alma-Dozi C, Van der Zel J and Van Waas M (2000) *Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain-veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays,* J Prosthet Dent, 84, 506-513.

Diaz-Arnold AM, Vargas MA and Haselton DR (1999) *Current status of luting agents for fixed prosthodontics,* J Prosthet Dent, 81, 135-141.

Didier D and Spreafico R (1999) *Adhesive metal free restorations,* Quintessence Publishing Co , 192-197, London.

Dijken JWV (1999) *All-ceramic restoration: Classification and clinical evaluation,* Compend Contin Educ, 20 (12), 1115-1126.

Drummond JI, King TJ, Bapna MS and Koperski RD (2000) *Mechanical property evaluation of pressable restorative ceramics,* Dent Mater, 16, 226-233.

El-Mowafy OM, Rubo MH and El-Bradley WA (1999) *Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay,* Oper Dent, 24, 38-44.

El-Mowafy OM and Rubo MH (2000) *Resin-bonded fixed partial dentures-a literature review with presentation of a novel approach,* Int J Prosthodont, 13, 460-467.

El Zohairy AA, De Gee AJ, Mohsen MM and Feilzer AJ (2003) *Microtensile bond strength testing of luting cements to prefabricated CAD/CAM ceramic and composite blocks,* Dental Materials, 19 (7), 575-583.

El Zohairy AA, De Gee AJ, Hassan FM and Feilzer AJ (2004) *The effect of adhesives with various degrees of hydrophilicity on resin ceramic bond durability,* Dent Mater, 20, 778-787.

ESPE (3M) AG Dental Products (2003) *Rely X ARC Adhesive Resin Cement System,* MN 55144-1000, St Paul, USA.

Filho AM, Vieira LCC, Araujo E and Junior SM (2004) *Effect of different ceramic surface treatments on resin microtensile bond strength,* J Prosthodont, 13(1), 28-35.

Foxton RM, Nakajima M, Hiraishi N, Kitasako Y, Tagami J, Nomura S and Miura H (2003) *Relationship between ceramic primer and ceramic surface pH on the bonding of dual-cure resin cement to ceramic,* Dental Materials, 19, 779-789.

Frankenberger R, Kramer N and Sindel J (2000) *Repair strength of etched vs silica-coated metal-ceramic and all-ceramic restorations restorations,* Oper Dent, 25, 209-215.

Freidlander LD, Munoz CA and Goodacre CJ (1990) *The effect of tooth preparation design on the breaking strength of Dicor crowns,* Int J Prosthodont, 3, 159-168.

Garber DA and Goldstein RE (1995) *Cast ceramic-systems and other alternatives*, Quint Pub Inc Co, İIinois, 104-115.

Garcia-Godoy F (2000) *Resin-based composites and compomers in primary molars,* Dent Clin North Am, 44, 541-570.

GC Corporation (2004) *GC Fuji Plus Radiopaque reinforced glass ionomer luting cement,* 76-1 Hasunuma-Cho, İtabashi-Ku, Tokyo, Japan.

Giordano RA, Pelletier L, Campbell S and Pober R (1995) *Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic and feldspathic porcelain,* J Prosthet Dent, 73, 411-418.

Gladwin M and Bagby M (2000) *Clinical aspects of dental materials,* Wolters Kluwer Co, Philadelphia.

Glayds S, Meerbeek BV, Lamberchts P and Vanherle G (1999) *Evaluation of esthetic parameters of resin-modified glass-ionomer materials and a polyacid-modified resin conposite in Class V cervical lesions,* Quintessence Int, 30, 607-614.

Gross LC, Griffen AL and Casamassimo PS (2001) *Compomers as Class II restorations in primary molars,* Pediatr Dent, 23, 24-27.

Guazzato M, Albakry M, Swain MV and Ironside J (2002) *Mechanical properties of in-ceram alumina and in-ceram zirconia,* Int J Prosthodont, 15, 339-346.

Hacker CH, Wagner WC and Razzoog ME (1996) *An in vitro investigation of the wear of the wear of enamel on porcelain and gold in saliva,* J Prosthet Dent, 75, 14-17.

Hansen PA and West LA (1997) *Allergic reaction following insertion of Pd-Cu-Au fixed partial denture: A clinical report,* J Prosthodont 6, 144-148.

Haselton DR, Diaz-Arnold AM and Hillis SL (2000) *Clinical assesment of high-strength all-ceramic crowns,* J Prosthet Dent, 83, 4, 396-401.

Hayakawa T, Horie K, Aida M, Kanaya H, Kobayashi T and Murata Y (1992) *The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain,* Dental Mater, 8, 238–240.

Heintze SD (1998) *Bridges made of all ceramic material (IPS Empress 2), indication, clinical aspects, prognosis,* Ivoclar-Vivadent-Report, No:12.

Holand W and Frank M (1994) *Material science of Empress glass ceramic,* Ivoclar Vivadent-Report, 10, 3-8.

Holand W (1998) *Materials science fundamentals of the IPS Empress 2 glass-ceramic,* Ivoclar-Vivadent-Report, No:12.

Holand W, Schweiger M, Frank M and Rheinberger V (2000) *A comparison of micro structure and properties of IPS Empress 2 and IPS Empress glass ceramic,* J Biomed Mater Res, 53, 297-303.

Hondrum SO (1988) *The strength of cemented alumina core and magnesia core crowns,* Int J Prosthodont, 1(2), 190-195.

Hondrum SO (1992) *A review of the strenght properties of dental ceramics,* J Prosthet Dent, 67, 859-865.

Hooshmand T, Van Noort R and Keshvad A (2002) *Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface,* Dental Materials, 18, 179-188.

Hummel S and Seger J (2005) *The compatible all-ceramic system Ivoclar Vivadent introduces a new all-ceramic system at IDS 2005-IPS e.max,* Dental Technology, 8-11, (www.ivoclarvivadent.com.au/home/08_12_e.max_GB.pdf).

Iıjıma H, Hakamatsuka Y, Ito S and Hata Y (1990) *Clinical application and evaluation of olympus castable ceramics* (0CC) (IADR abstract no:142), J Dent Res, 70, 757.

Irie M and Suzuki K (2001) *Current luting cements: marginal gap formation of composite inlay and their mechanical properties,* Dent Mater, 17,347-353.

Ivoclar-Vivadent, Scientific Documentation (1999) *IPS Empress 2,* Research and development scientific service, January.

Ivoclar-Vivadent, Scientific Documentation (2002) *ProCAD Scientific Profile,* Research and development scientific service.

Ivoclar-Vivadent AG (2003) *Variolink II luting cement,* FL-9494, Schaan, Liechtenstein.

Jang KT, Chung DH, Shin D and Garcia-Godoy F (2001) *Effect of eccentric load cycling on microleakage of class V flowable and packable composite resin restorations,* Oper Dent, 26, 603-608.

Kamada K, Yoshida K and Atsuta M (1998) *Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material,* J Prosthet Dent, 79, 508-513.

Kato H, Matsumura H, Tanaka T and Atsuta M (1996) *Bond strength and durability of porcelain bonding systems,* J Prosthet Dent, 75, 163-168.

Kato H, Matsumura H and Atsuta M (2000) *Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin,* J Oral Rehabil, 27, 103-110.

Kedici S (1985) *Diş hekimliğinde apatit seramik teknolojisi,* HÜ Diş Hek Fak Derg, 9, 261-269.

Kelly JR, Nishimura I and Campbell SD (1996) *Ceramics in dentistry: historical roots and current perspective,* J Prosthet Dent, 75, 18-30.

Kelly JR (1999) *Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations,* J Prosthet Dent, 81, 652-661.

Keltjens HMAM, Creugers TJ, Hof MA and Creugers NHJ (1999) *A 4-year clinical study on amalgam, resin composite and resin-modified glass ionomer cement restotations in overdenture abutments,* J Dent 27, 551-5.

Kern M and Thompson VP (1995) *Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability,* J Prosthet Dent, 73, 240-249.

Kheradmandan S, Koutayas SO, Bernhard M and Strub JR (2001) *Fracture strenght of four different types of anterior 3-unit bridges after thermo-mechanical fatigue in the dual-axis chewing simulator,* J Oral Rehabil, 28, 361-369.

Kılıçarslan MA and Zaimoğlu A (1998) *Farklı rezin simanlar ile mine and sement üzerine yapıştırılan porselen laminate veneer kronlarda mikrosızıntının değerlendirilmesi, H Ü Diş Hek Fak Derg,* 22(2), 19-24.

Kuraray Medical (2004) *Dual cure dental adhesive system: Panavia F,* 1621 Sakazu, Kurashiki, Okayama 710-8622, Japan.

Kümbüloğlu O, Lassila LVJ, User A and Vallittu PK (2004) *A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements,* Int J Prosthodont, 17(3):357-63.

Kümbüloğlu O, Lassila LVJ, User A, Toksavul S and Vallittu PK (2005) *Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics,* J Oral Rehabil, 32, 128-133.

Leevailoj C, Platt JA, Cochran MA and Moore BK (1998) *In vitro study of fracture incidence and compressive fracture load of all-ceramic crowns cemented with resin-modified glass ionomer and other luting agents,* J Prosthet Dent, 80, 699-707.

Lehner C, Studer S and Scharer P (1992) *Full porcelain crowns made by IPS Empress first clinical results,* J Dent Res, 71, 658, 1-3.

Leylek S (1999) *Günümüz Yapıştırma Simanları,* A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.D. Doktora Semineri, Ankara.

Lu YC, Tseng H, Shih YH and Lee SY (2001) *Effects of surface treatments on bond strength of glass-infiltrated ceramic,* J Oral Rehabil, 28, 805-813.

Ludwing K (1991) *Studies on the ultimate strength of all-ceramic crowns,* Dent Labor, 39, 647-651.

Madani M, Chu FCS, McDonald AV and Smales RJ (2000) *Effects of surface treatments on shear bond strengths between a resin cement and alumina core,* J Prosthet Dent, 83, 644-647.

Mante FK, Brantley WA, Dhulu VB and Ziebert GJ (1993) *Fracture toughness of high alumina core dental ceramics: The effect of water and artificial saliva,* Int J Prosthodont, 6 (6), 546-552.

Maruyama T, Koh N, Hino T and Miyauchi S (1991) *Clinical use of a new castable glass ceramic material,* Int J Prosthodont, 4, 138-146.

Matsumura H, Kato H and Atsuta M (1997) *Shear bond strength to feldspathic porcelain of two luting cements in combination with three surface treatments,* J Prosthet Dent, 78, 511-517.

McCable JF and Walls AWG (1998) *Applied Dental Materials,* Published by Blackwell Science Ltd, Malden, USA

McLean JW (1991) *The science and art of dental ceramics,* Oper Dent, 16, 149-156.

McLean JW, Nicholson JW and Wilson AD (1994b) *Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials,* Quintessence Int, 25, 587-589.

McLean JW (1996) *Dentinal bonding agents versus galss ionomer cements,* Quintessence Int, 27, 659-667.

McLean JW and Odont D (2001) *Evolution of dental ceramics in the twentieth century,* J Prosthet Dent, 85, 61-66.

Miyazaki M, Ando S, Hinoura K, Onose H and Moore BK (1995) *Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin.* Dent Mater, 11, 234–238.

Miyazaki M, Iwasaki K, Soyamura T, Onose H and Moore BK (1998) *Resin modified glass ionomers; dentin bond strength versus time,* Oper Dent, 23, 144-9.

Mou S, Chai T, Wang JS and Shiau YY (2002) *Influence of different convergence angles and tooth prepation heights on the internal adaptation of Cerec crowns,* J Prosthet Dent, 87, 3.

Mörmann WH (1991) *State of the art of the CEREC-Method* , Quintessence Publ Co Inc, Chicago, 511-524.

Myers ML, Ergle JW, Fairhurst CW and Ringle DR (1994*) Fatigue failure parameters of IPS Empress porcelain,* Int J Prosthodont, 5, 409-414.

Nagai T, Kawamoto Y, Kakehashi Y and Matsumura H (2005) *Adhesive bonding of a lithium disilicate ceramic material with resin-based luting agents,* J Oral Rehabil, 32, 598-605.

Nakamura S, Yoshida K, Kamada K and Atsuta M (2004) *Bonding between resin luting cement and glass infiltrated alumina-reinforced ceramics with silane coupling agent,* J Oral Rehabil, 31, 785-789.

O'Brien WJ (1997) *Dental Materials and their selection,* 2th ed, Quintessence Publishing Co Inc, Chicago, 97-106.

Odman P and Andersson B (2001) *Procera AllCeram crowns followed for 5 to 10.5 years: a prospective clinical study,* Int J Prosthodont, 14, 504-509.

Oguyinka A (2000) *The bond of two adehesive resins to alumina blasted and heat-treated gold alloy surfaces,* J Oral Rehabil, 27, 394-402.

Oh SC, Dong JK, Luthy H and Scharer P (2000) *Strength and microstructure of IPS Empress 2 glass-ceramic after different treatments,* Int J Prosthodont, 13, 468-472.

Oh W and Shen C (2003) *Effect of surface topography on the bond strength of a composite to three different types of ceramic,* J Prosthet Dent, 90, 241-246.

Oktay HG (2003) *Tüm Seramik Sistemler,* EÜ Dişhek Fak Derg, 24, 11-16.

Ölmez A, Öztaş N and Bilici S (1998) *Microleakage of resin composite restorations with glass-ceramic inserts,* Quintessence Int, 29, 725-729.

Özcan M and Vallittu PK (2003) *Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics,* Dent Mater, 19, 725-731.

Palmer DS, Barco MT, Pelleu GB and McKınney JE (1991) *Wear of human enamel against a commercial castable ceramic restorative material,* J Prosthet Dent, 65(2), 192-195.

Palmer DS, Barco MT and Billy EJ (1992) *Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids,* J Prosthet Dent, 67, 325-327.

Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA and Tay F (1999) *The microtensile bond test: a review,* J Adhes Dent, 1, 299-309.

Pera P, Gilodi S, Bass F and Carossa S (1994) *In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns,* J Prosthet Dent, 72(6), 585-590.

Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P and Vanherle G (2000) *Porcelain veneers: a review of the literature,* J Dent, 28, 163-177.

Piddock V and Qualtough AJE (1990) *Dental ceramics-an update,* J Dent, 18, 227-235.

Piwowarczyk A, Lauser HC and Sorensen JA (2005) *The shear bond strength between luting cements and zirconia ceramics after two pre-treatments,* Operative Dentistry, 30 (3), 382-388.

Platt AJ (1999) *Resin cements: Into the 21th century,* Compen Contin Educ Dent, 20 (12), 1173-1176, 1178, 1180-1182, Rewiev.

Pospiech P, Rountree P, Unsold F and Rammelsberg P (1999) *In vitro investigation on the fracture strenght of all ceramic posterior bridges of Empress 2,* J Dent Res 78 IADR Abst:1609, 307.

Pröbster L (1992) *Compressive strength of two modern all-ceramic crowns,* Int J Prosthodont, 5, 409-414.

Raigrodski AJ and Chiche GJ (2001) *The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: A review of the literature*, J Prosthet Dent, 86(5), 520-525.

Reich S and Hornberger H (2002) *The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns,* J Prosthet Dent, 88, 1.

Rinke S and Huls AA (1996) *Copy milled aluminous core ceramic crowns: A clinical report,* J Prosthet Dent, 76, 343-346.

Robert GC (1993) *Restorative Dental Materials,* 9th Ed, Mosby Year Book Inc, London.

Rosenblum MA and Schulman A (1997) *A review of all ceramic restoration*, JADA, 128, 297-307.

Rosenstial SF, Land MF ve Crispin BJ (1998) *Dental Luting: A review of the current literature,* J Prosthet Dent, 80, 280-301.

Roulet JF, Soderholm KJM and Longmate J (1995) *Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength,* J Dent Res, 74, 381-387.

Roulet JF and Degrange M (2000) *Adhesion: The Silent Revolution In Dentistry,* Quintessence Publishing Co Inc, Tokyo.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R and Pashley DH (1994) *Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a micro-tensile bond test,* Dent Mater, 10, 236–240.

Saraçoğlu A, Cura C and Çötert HS (2004) *Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples,* J Oral Rehabil, 31, 790-797.

Sato K, Matsumura H and Atsuta M (1999) *Effect of three-liquid bonding agents on bond strength to a machine milled ceramic material,* J Oral Rehabil, 26, 570-574.

Saygılı G and Şahmalı S (2003) *Effect of ceramic surface treatment on the shear bond strengths of two resin luting agents to all-ceramic materaials,* J Oral Rehabil, 30, 758-764.

Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG and Eick JD (1998) *Microtensile testing of dentin adhesives,* Dent Mater, 14, 194-201.

Schweiger M, Holand W, Frank M, Drescher H and Rheinberger V (1999) *IPS Empress 2: A new pressable high-glass ceramic for esthetic all-ceramic restoration,* QDT, 143-151.

Seghi RR, Denry I and Brajevic F (1992) *Effect of ion exchange on hardness and fracture toughness of dental ceramics,* Int J Prosthodont, 5(4), 309-314.

Seghi RR and Sorensen JA (1995) *Relative flexural strength of six new ceramic materials,* Int J Prosthodont, 8, 239-246.

Shahverdi S, Canay Ş, Şahin E and Bilge A (1998) *Effect of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain,* J Oral Rehabil, 25, 699-705.

Shillingburg HT (1997) *Fundamentals of fixed prosthodontics,* Third edition, Quintessence Publishing Co, Inc.

Shimada Y, Yamaguchi S and Tagami J (2002) *Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics,* Dent Mater, 18(5), 380-388.

Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL and Pashley DH (1999) *Regional measurement of resin–dentin bonding as an array,* J Dent Res, 78, 699–705.

Sorensen JA, Kang SK and Avera SP (1991) *Porcelain-composite interface microleakage with various porcelain surface treatments,* Dent Mater, 7, 118-123.

Sorensen JA, Cruz M, Mito WT, Raffeiner O and Foser HP (1999) *The Empress 2 system for conservative all-ceramic bridges,* J Multidiscipl Collab Prosthodont, 1, 22-38.

Spohr AM, Sobrinho LC, Consani S, Sinhoreti MAC and Knowles JC (2003) *Influence of surface conditions and silane agent on the bond of resin to IPS Empress 2 ceramic,* Int J Prosthodont, 16, 277-282.

Stacey GD (1993) *A shear stres analysis of the bonding of porcelain veneers to enamel,* J Prosthet Dent, 70, 395-402.

Stokes AN and Hood JAA (1989) *Thermocycling, silane priming and resin/porcelain interfaces-An electrical leakage study,* Dent Mater, 5, 369-370.

Şengün A, Öztürk B, Ülker M, Dişçioğlu F ve Özer F (2005) *Farklı sayıda termal siklus uygulamasınınbir kompozit rezinin marjinal sızıntısı üzerine etkisi,* GÜ Dişhek Fak Derg, 22(3), 163-168.

Şenyılmaz P, Çiftçi Y, Canay Ş and Şiranlı A (2004) *Tam seramik restorasyonlar*, Akademik Dental Diş Hek Derg, 6(2), 32-37.

Thompson JY, Rapp MM and Parker AJ (1998) *Microscopic and energy dispersive x-ray analysis of surfae adaptation of dental cements to dental ceramic surfaces,* J Prosthet Dent, 79, 378-83.

Thonemann B, Federlin M, Schmalz G and Hiller KA (1995) *Resin-modified glass ionomers for luting posterior ceramic restorations,* Dent Mater, 11,161-168.

Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Augthun M and Spiekermann H (2001) *Fracture resistance of lithium disilicate-, alumina-, and zirconia-based fixed partial dentures: a laboratory study,* Int J Prosthodont, 14, 231-238.

Tyas MJ (2000) T*hree-year clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite (Dyract),* Oper Dent, 25, 152-154.

Üçtaşlı S and Gemalmaz D (2002) *Bölümlü Metal Desteksiz Seramikler,* TDBD, 71, 68-76.

Vaikuntam J (1997) *Resin-modified glass ionomer cements: Implications for use in pediatric dentistry,* J Dent Child, 64, 131-134.

Valandro LF, Della Bona A, Bottino MA and Neisser MP (2005) *The effect of ceramic surface treatment on bonding to densely sintered alumina ceramic,* J Prosthet Dent, 93, 253-259.

Verslius A, Douglas WH and Sakaguchi RL (1996) *Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges,* Dent Mater, 12, 290-294.

Von Fraunhofer JA, Adachi EI, Barnes DM and Romberg E (2000) *The effect of tooth preparation on microleakage behavior,* Oper Dent, 25, 526-533.

Wakefield CW, Draughn RA, Sneed WD and Davis TN (1998) *Shear bond strengths of six bonding systems using the pushout method of in vitro testing,* Oper Dent, 23, 69–76.

Wall JG and Cipra DL (1992) *Alternative crown systems,* Dent Clin North Am, 36, 765-782.

Watt IM (1996) *The principles and practice of electron microscopy,* Cambridge University Press, UK.

Wilson AD (1990) *Resin-modified glass ionomer cements,* Int J Prosth, 3, 425-429.

Wohlwend A, Strub JR and Scharer P (1989) *Metal ceramic and all-porcelain restorations current considerations,* Int J Prosthodont, 2, 13-26.

Yap AUJ and Neo JCL (1995) *Non-carious cervical tooth loss, Part 2: management,* Dental Update, 22, 364-368.

Yoshida K, Kamada K and Atsuta M (2001) *Effects of two silane coupling agents, a bonding agent, and thermal cycling on the bond strength of a CAD/CAM composite material cemented with two resin luting agents,* J Prosthet Dent, 85, 184-189.

9. ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Isparta'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1994-1999 yılları arasında Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde Üniversite öğrenimini tamamladı. 2001 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD.'da doktoraya başladı. Halen bu üniversitede devam etmektedir. Yabancı dili İngilizce'dir. Üye olduğu bilimsel kuruluş IADR'dir.

10. TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmamda emeği geçen Tez Danışmanım Sayın Prof. Dr. Bülent KESİM'e,

Doktora eğitimim süresince yardımlarını esirgemiyen hocalarıma,

İstatistik analizlerin yapılmasında katkıları olan Sayın Doç. Dr. Ali Murat SÜMBÜL ve Doç. Dr. Abdulkadir ŞENGÜN'e ,

Hayatım boyunca olduğu gibi doktora eğitimim sırasında da bana her zaman destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.