

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

**PORSELEN TAMİR SİSTEMLERİNİN ALTYAPI
MATERYALLERİNE OLAN BAĞLANTI KUVVETİNİN İN-VİTRO
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Hazırlayan
Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU**

**Danışman
Doç. Dr. Ayşegül GÜLERYÜZ GÜRBULAK**

Doktora Tezi

**Aralık 2013
KAYSERİ**

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

**PORSELEN TAMİR SİSTEMLERİNİN ALTYAPI
MATERYALLERİNE OLAN BAĞLANTI KUVVETİNİN İN-VİTRO
DEĞERLENDİRİLMESİ
(Doktora Tezi)**

**Hazırlayan
Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU**

**Danışman
Doç. Dr. Ayşegül GÜLERYÜZ GÜRBULAK**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi
Tarafından TSD-12-4060 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Aralık 2013
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmadaki tüm materyalleri ve elde edilen sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı: Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU

İmza:

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

‘Porselen Tamir Sistemlerinin Altyapı Materyallerine Olan Bağlantı Kuvvetinin İn-Vitro Değerlendirilmesi’ adlı doktora tezi Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Danışman

Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU

Doç. Dr. Ayşegül GÜLERYÜZ GÜRBULAK

Protetik Diş Tedavisi ABD Başkanı

Prof. Dr. Bülent KESİM

Doç. Dr. Ayşegül GÜLERYÜZ GÜRBULAK danışmanlığında **Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU** tarafından hazırlanan ‘**Porselen Tamir Sistemlerinin Altyapı Materyallerine Olan Bağlantı Kuvvetinin İn-Vitro Değerlendirilmesi**’ adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih:

16/12/2013

JÜRİ

Başkan Prof. Dr. Sabire DEĞER

Üye Prof. Dr. Bülent KESİM

Üye Doç. Dr. Ayşegül G. GÜRBULAK (Danışman)

Üye Doç. Dr. Burak SAĞSEN

Üye Doç Dr. Musatafa ZORTUK

İmza

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun..... tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Saim ÖZDAMAR

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim süresince değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, kişisel duruşu ve akademisyenliği ile bana örnek olan, desteğini ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşegül GÜLERYÜZ GÜRBULAK' a,

Tez çalışmamdaki büyük ilgi ve katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Hasan Önder GÜMÜŞ ve Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim KILINÇ' a,

Doktora öğrenimime katkıda bulunan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalındaki tüm hocalarıma,

Doktora öğrenimim boyunca birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma,

Beni bugünlere getiren sevgili annem Fatma KOCAĞAOĞLU ve babam Salim KOCAAĞAOĞLU' na,

Desteğini ve sevgisini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Elif KOCAAĞAOĞLU' na ve dünyaya gelişi ile birlikte hayatımıza daha bir anlam katan biricik kızım İpek' e derinden teşekkür ederim.

PORSELEN TAMİR SİSTEMLERİNİN ALTYAPI MATERYALLERİNE OLAN BAĞLANTI KUVVETİNİN IN-VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU
Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Doktora Tezi, Aralık 2013
Danışman: Doç. Dr. Ayşegül GÜLERYÜZ GÜRBULAK

KISA ÖZET

Bu in-vitro çalışmanın amacı; porselen tamir setlerinin farklı porselen alt yapı örneklerine olan bağlantı kuvvetlerinin değerlendirilmesidir. Cam porselen alt yapı grubunda 20' şer adet ve diğer gruplarda 40' ar adet olmak üzere toplam 180 adet alt yapı materyali elde edildi. Her bir alt grupta 10 örnek (n=10) olacak şekilde toplam 18 grup oluşturuldu ve akrilik kalıplara yerleştirildi. Ardından örneklerin yüzeyleri 50 mikrometrelik (μm) Al_2O_3 tozu ile 10 saniye boyunca kumlandı. Tamir işlemi için 2 farklı porselen tamir materyali ile birlikte alternatif bir primer ajanı uygulaması yapıldı. Çalışmada kullanılan alternatif primer üretici talimatlarına göre cam porselen alt yapı için uygulanabilir olmadığından cam porselen alt yapı grubu herbir grupta eşit örnek dağılımı olacak şekilde 2 alt gruba, diğer 4 alt yapı grubu ise yine her bir grupta eşit örnek dağılımı olacak şekilde 4 alt gruba ayrıldı (n=10). İki alt gruba ayrılan cam porselen alt yapıların bir yarısına Kuraray tamir seti (Clearfil, Kuraray Dental, Japonya), diğer yarısına ise Voco tamir seti (Cimara&Cimara Zirkon, Voco, Almanya) uygulandı. Diğer 4 alt yapı grubunun herbirine ise sırasıyla Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanması (Z-Prime plus, Bisco Inc. Schaumburg, U.S.A), Voco tamir sistemi ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanması şeklinde tamir sistemleri uygulandı. Örneklerle 1200 termal döngü yapıldı. Makaslama bağlantı kuvveti universal test makinesi ile belirlendi (Instron; Canton, MA, USA) ve örnek yüzeyleri Tarama Elektron Mikroskop (Sem) analizi ile incelendi.

Bu çalışmanın sınırları dahilinde Kuraray tamir setine ait bağlanma kuvveti değerleri Voco tamir setine göre istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde fazladır. Cam porselen alt yapı grubunda tamir setlerinin bağlanma kuvvetleri açısından anlamlı bir fark yoktur. Alternatif primer ile birlikte Voco tamir seti ile tamir edilen kıymetsiz alaşım alt yapılarında bağlanma kuvvetini artırmıştır.

Anahtar kelimeler: Makaslama bağlantı kuvveti; porselen; porselen tamir; primer.

IN VITRO EVALUATION OF BOND STRENGTH OF PORCELAIN REPAIR SYSTEMS TO BASE MATERIALS

Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU
Erciyes University, Graduate School of Health Sciences
Department of Prosthetic Dentistry
Ph.D. Thesis, December 2013
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayşegül GÜLERYÜZ GÜRBULAK

ABSTRACT

The aim of this in-vitro study is to evaluate the bond strength of porcelain repair systems to several porcelain infrastructure materials using an experimental primer agent. A total of 180 cylindrical porcelain infrastructure materials were fabricated. 40 from zirconia, 40 from alumina, 40 from galvano, 40 from non precious alloy and 20 from a glass porcelain block. A total of 18 sub-groups (so that each group of 10 samples) was created. Specimens were finished by wet grinding using 300 and 500-grit abrasive foil in order to achieve a completely standard, flat and smooth surface. All specimen bonding surface were airborne-particle abraded with 50- μ m aluminum oxide for 10 seconds. Two different porcelain repair systems and an experimental primer were used for repair procedures. According to manufacturer's instructions, the experimental primer used in this study was not compatible with glass porcelain infrastructure. Thus glass porcelain group was divided into two equal subgroups and the other four infrastructure groups were divided into four equal subgroups. Kuraray repair kit was applied to one of the glass porcelain subgroups. For the other half of the glass porcelain subgroups, Voco repair kit was applied. For the other 4 infrastructure groups, respectively, Kuraray repair system, Kuraray repair systems with experimental primer application (Z-Prime Plus, Bisco Inc. Schaumburg, USA), Voco repair system and Voco repair systems with alternative primer application were applied. Specimens were thermocycled in water for 1200 cycles. Shear bond strengths were determined with a mechanical testing device (Instron; Canton, MA, USA) and SEM analysis was performed in order to examine the specimens surfaces.

Within the limitation of this study, Kuraray repair kit had a statistically stronger bond strength than Voco repair kit. There was no statistically difference between the repair kits in glass porcelain group. Adding the alternative primer to Voco repair kit has increased the shear bond strengths in non precious alloys.

Key words: Shear bond strength; porcelain; porcelain repair; primer.

İÇİNDEKİLER

PORSELEN TAMİR SİSTEMLERİNİN ALTYAPI MATERYALLERİNE OLAN BAĞLANTI KUVVETİNİN İN-VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

İÇ KAPAK.....	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	iii
KABUL ONAY.....	iv
TEŞEKKÜR	v
KISA ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLO LİSTESİ	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. DENTAL PORSELENLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	5
2.2. DENTAL PORSELENLERİN YAPISI.....	6
2.3. DIŞHEKİMLİĞİNDE KULLANILAN PORSELENİN İÇERİĞİ.....	6
2.4. PORSELENLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	7
2.4.1. İçeriklerine Göre Porselenler	7
2.4.2. Pişirme Isılarına Göre Porselenler	8
2.4.3. Şekillendirme İşlemlerine Göre Porselenler	8
2.4.1.1. Metal Destekli Porselen Restorasyonlar	9
2.4.1.1.1. Metal Destekli Porselen Restorasyonların Dezavantajları.....	9
2.4.1.2. Tam Porselen Restorasyonlar.....	10

2.4.1.2.1. Tam Porselen Restorasyonların İçeriklerine Göre Sınıflandırılması.....	10
2.4.1.2.1.1. Cam Porselenlerin Sınıflandırılması	10
2.4.1.2.1.2. Alumina Esaslı Porselenlerin Sınıflandırılması	11
2.4.1.2.1.3. Zirkonya Esaslı Porselenlerin Ticari Formları.....	11
2.4.1.2.2 Tam Porselen Restorasyonların Endikasyonları	12
2.4.1.2.3. Tam Porselen Restorasyonların Kontrendikasyonları.....	12
2.4.1.2.4. Tam Porselen Restorasyonların Avantajları.....	12
2.4.1.2.5. Tam Porselen Restorasyonların Dezavantajları	13
2.5. FREZELEME İLE ÜRETİLEN PORSELENLER	13
2.6. PROTETİK TEDAVİDE RESTORASYON ALTYAPI MATERYALLERİ.....	14
2.6.1. Zirkonyum Dioksit Porselenler	14
2.6.1.1.Yttrium ile Yarı Stabilize Tetragonal Zirkonyum Polikristali	15
2.6.2. Alumina Esaslı Porselenler	16
2.6.3. Cam Porselenler	17
2.6.3.1. Lösit İçerikli Cam Porselenler	17
2.6.3.2. Lityum Disilikat İçerikli Cam Porselenler	18
2.6.3.3. Feldspatik Cam Porselenler	18
2.6.4. Metal Altyapılar	18
2.7. YÜZEY İŞLEMİ YÖNTEMLERİ.....	19
2.7.1. Asitle Pürüzlendirme.....	20
2.7.2. Kumlama.....	20
2.7.3. Silika Kaplı Alüminyumoksit Tozu ile Kumlama	21
2.7.4. Lazer ile Pürüzlendirme	21
2.7.5. Yüzey Ajanı Uygulaması	22
2.8. SABİT PROTETİK RESTORASYONLARDA PORSELEN ÜSTYAPI KIRIKLARININ TAMİRİ.....	22
2.8.1. Ağız İçi Tamir Yöntemi	23

2.8.1.1. Ağız İçi Tamirin Önemi	23
2.8.1.2. Ağız içi Tamirde Yüzey İşlemlerinin Önemi.....	23
2.9. KOMPOZİT REZİNLER.....	24
2.9.1. Kompozit Resinlerin Yapısı.....	24
2.9.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması	25
2.9.2.1. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Kompozit Resinler	25
2.9.2.2. Akıcılıklarına Göre Kompozit Resinler:	25
2.9.2.3. Partikül Büyüklüklerine Göre Kompozit Resinler.....	26
2.10. BAĞLANTI KUVVETİ VE TEST YÖNTEMLERİ.....	26
2.10.1. Bağlantı Kuvveti Tanımı.....	26
2.10.2. Çekme Testleri	27
2.10.3. Makaslama Testleri	27
2.11. YÜZEY İNCELEME YÖNTEMLERİ.....	28
2.11.1. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi	28
2.12. AĞIZ ORTAMINI SİMÜLE EDEN TESTLER	29
2.12.1. Yaşlandırma Testleri (Termal Döngü)	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
3.1. ALTYAPI MATERYALLERİNİN ELDE EDİLMESİ	30
3.2. ALTYAPI MATERYALLERİNE TAMİR SİSTEMİ UYGULANMASI.....	35
3.2.1. Tamir Sistemlerinin Uygulama Basamakları	39
3.2.1.1.Voco Tamir Sistemi İle Alt Yapı Tamiri Uygulama Basamakları.....	39
3.2.1.1.1. Soy metal ve Kıymetsiz Alaşım Altyapılar.....	40
3.2.1.1.2. Zirkonya ve Alumina Altyapılar	40
3.2.1.1.3 Cam porselen Altyapılar.....	40
3.2.1.2. Alternatif Primer + Voco Tamir Sistemi İle Altyapı Tamiri Uygulama Basamakları.....	41
3.2.1.2.1. Soy Metal ve Kıymetsiz Metal Alaşım Altyapılar	41
3.2.1.2.2. Zirkonya ve Alumina Altyapılar	41

3.2.1.3. Kuraray Tamir Sistemi İle Altyapı Tamiri Basamakları.....	41
3.2.1.3.1. Kıymetsiz ve Soy Metal Alaşım Altyapılar	41
3.2.1.3.2. Alumina ve Zirkonya Altyapılar	42
3.2.1.3.3. Cam Porselen Altyapılar	42
3.2.1.4. Alternatif Primer + Kuraray Tamir Sistemi İle Altyapı Tamiri Uygulama Basamakları.....	42
3.2.1.4.1. Kıymetsiz ve Soy Metal Alaşım Altyapılar:	42
3.2.1.4.2. Alumina ve Zirkonya Altyapılar:	42
3.3. TERMAL DÖNGÜ UYGULANMASI	44
3.4. MAKASLAMA TESTİNİN UYGULANMASI.....	44
3.5. SEM ANALİZİ	45
3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	55
4. BULGULAR	56
4.1. ALTERNATİF PRİMER İLE BİRLİKTE ALTYAPI GRUPLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR (CAM PORSELEN HARİÇ).....	64
4.1.1. Her iki Porselen Tamir Sisteminin Değerlendirilmesi	64
4.1.2. Altyapı Gruplarının Değerlendirilmesi	66
4.1.3. Alternatif Primer Kullanımı ve Tamir Sistemlerinin Orijinal Kullanımı Arasında Elde Edilen Bağlantı Kuvveti Farklarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	68
4.2. ORJİNAL TAMİR SİSTEMLERİ İLE TAMİR EDİLEN GRUPLARIN İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ	71
4.3. BÜTÜN ALT GRUPLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	74
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	77
6. KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ.....	108

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1:	Kompozit Rezinlerin Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması	26
Tablo 3.1:	Çalışmada kullanılan altyapı materyalleri	32
Tablo 3.2:	Çalışma Şeması	34
Tablo 4.1:	Her iki tamir sisteminin altyapı gruplarına göre bağlanma kuvveti farklarının değerlendirilmesi (Cam porselen hariç)	65
Tablo 4.2:	Altyapı materyallerinin birbirleri ile karşılaştırılması	67
Tablo 4.3:	Orijinal tamir sistemi kullanımı ve orijinal tamir sistemine alternatif primerin eklenmesi arasındaki bağlantı kuvveti farkının karşılaştırılması	68
Tablo 4.4:	Kuraray tamir sisteminin orijinal kullanımı ile alternatif primer ile birlikte kullanımı arasındaki bağlantı kuvveti farkının karşılaştırılması	69
Tablo 4.5:	Voco tamir sisteminin orijinal kullanımı ile alternatif primer ile birlikte kullanımı arasındaki bağlantı kuvveti farkının karşılaştırılması.....	70
Tablo 4.6:	İki tamir sistemi arasındaki farkın istatistiksel değerlendirmesi	72
Tablo 4.7:	Altyapı materyallerinin tamir sistemlerine olan bağlantı kuvvetleri	73
Tablo 4.8:	Bütün altgrupların arasındaki farklılıkların istatistiksel değerlendirmesi	75

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1:	Fosfat monomeri.....	3
Şekil 2.1:	İçeriklerine Göre Porselenler.....	7
Şekil 2.2:	Pişirme Isılarına Göre Porselenler.....	8
Şekil 2.3:	Şekillendirme İşlemlerine Göre Porselenler.....	8
Şekil 2.4:	Cam Porselenlerin Sınıflandırılması (53).....	10
Şekil 2.5:	Alumina esaslı porselenlerin sınıflandırılması	10
Şekil 2.6:	Zirkonya esaslı porselenlerin ticari formları	11
Şekil 3.1:	Teflon kalıp ve içerisine dökülen akrilik rezin.....	32
Şekil 3.2:	Teflon kalıp içindeki örnekler	33
Şekil 3.3:	Polisaj makinesi.....	33
Şekil 3.4:	Kalıplardan çıkarılarak yüzey düzenlemesi yapılan altyapı örnekleri.....	34
Şekil 3.5:	Ağız içi kumlama makinesi.....	36
Şekil 3.6:	Çalışmada Kullanılan Alternatif Primer	37
Şekil 3.7:	Kuraray Tamir Sistemi	37
Şekil 3.8:	Kuraray tamir sistemi ile birlikte kullanılan kompozit rezin (Clearfil Majesty Esthetic).....	38
Şekil 3.9:	Voco tamir sistemi.....	38
Şekil 3.10:	Voco tamir sistemi içerisinde bulunan opaker (Cimara)	39
Şekil 3.11:	Voco tamir sistemi içerisinde bulunan pürüzlendirici frez.....	39
Şekil 3.12:	Tamir sistemi uygulanmış altyapı örnekleri	43
Şekil 3.13:	Kompozit cila setleri	43
Şekil 3.14:	Kompozit cila setleri	43
Şekil 3.15:	Termal döngü cihazı	44
Şekil 3.16:	Universal kırma testi makinesindeki örnekler	45
Şekil 3.17:	Kırma testi sonrası örnekler.....	45
Şekil 3.18:	Kuraray tamir sistemi uygulanan kıymetsiz metal alaşımının (KM _K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	46
Şekil 3.19:	Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan (KM _{KP}) kıymetsiz metal alaşımının makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	46

Şekil 3.20: Voco tamir sistemi uygulanan kıymetsiz metal alaşımının (KM_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	47
Şekil 3.21: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan kıymetsiz metal alaşımının (KM_{VP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	47
Şekil 3.22: Kuraray tamir sistemi uygulanan zirkonya altyapının (Z_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	48
Şekil 3.23: Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan zirkonya altyapının (Z_{KP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	48
Şekil 3.24: Voco tamir sistemi uygulanan zirkonya altyapının (Z_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	49
Şekil 3.25: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan zirkonya altyapının (Z_{VP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	49
Şekil 3.26: Kuraray tamir sistemi uygulanan alumina altyapının (AK) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	50
Şekil 3.27: Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan alumina altyapının (AKP) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	50
Şekil 3.28: Voco tamir sistemi uygulanan alumina altyapının (AV) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	51
Şekil 3.29: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan alumina altyapının (AVP) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	51
Şekil 3.30: Kuraray tamir sistemi uygulanan galvanokaplama altyapının (G_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	52
Şekil 3.31: Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan galvanokaplama altyapının (G_{KP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	52
Şekil 3.32: Voco tamir sistemi uygulanan galvanokaplama altyapının (G_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	53
Şekil 3.33: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan galvanokaplama altyapının (G_{VP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	53
Şekil 3.34: Kuraray tamir sistemi uygulanan cam porselen altyapının (C_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)	54
Şekil 3.35: Voco tamir sistemi uygulanan cam porselen altyapının (C_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500).....	54
Şekil 4.1: Elde edilen bağlantı kuvvetinin MPa birimine çevrilme formülü	56

Şekil 4.2:	Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen kıymetsiz alaşım altyapıların makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer).....	56
Şekil 4.3:	Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen zirkonya altyapıların makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer)	57
Şekil 4.4:	Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen alumina altyapıların makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer)	57
Şekil 4.5:	Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen galvanokaplama altyapıların makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer).....	57
Şekil 4.6:	Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen kıymetsiz metal altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer).....	58
Şekil 4.7:	Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen zirkonya altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer)	58
Şekil 4.8:	Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen alumina altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer)	58
Şekil 4.9:	Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen galvanokaplama altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer).....	59
Şekil 4.10:	Voco ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen cam porselen altyapıların makaslama testi değerleri	59
Şekil 4.11:	Kıymetsiz metal alaşım altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (KM_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (KM_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük makaslama kuvveti değerleri	60
Şekil 4.12:	Zirkonya altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (Z_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (Z_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri.....	60
Şekil 4.13:	Alumina altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (A_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (A_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri	61
Şekil 4.14:	Galvanokaplama altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (G_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (G_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri.....	61

Şekil 4.15: Kıymetsiz metal alaşım altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (KM_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (KM_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri	62
Şekil 4.16: Zirkonya altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (Z_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (Z_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri	62
Şekil 4.17: Alumina altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (A_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (A_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri	63
Şekil 4.18: Galvanokaplama altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (G_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (G_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri	63
Şekil 4.19: Cam porselen altyapı üzerinde Kuraray (C_K) ve Voco tamir sistemi (C_V) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri	64
Şekil 4.20: Her iki tamir sisteminin altyapı gruplarına göre bağlanma kuvveti farklarının grafiksel olarak karşılaştırılması	65
Şekil 4.21: Altyapıların bağlanma kuvvetlerinin grafiksel olarak karşılaştırılması	67
Şekil 4.22: Tamir sistemleri ve alternatif primerin kullanımının grafiksel olarak karşılaştırılması	69
Şekil 4.23: Kuraray tamir sisteminde alternatif primer kullanımının grafiksel olarak karşılaştırılması	70
Şekil 4.24: Voco tamir sisteminde alternatif primer kullanımının grafiksel olarak karşılaştırılması	71
Şekil 4.25: İki tamir sisteminin bağlanma kuvvetinin grafiği	72
Şekil 4.26: Altyapı gruplarının bağlantı kuvvetleri arasındaki farkın grafiği	73

KISALTMALAR

μm	: Mikrometre
3Y-TZP	: Yttrium ile Yarı Stabilize Tetragonal Zirkonyum Polikristali
4-META	: 4-methacryloyloxyethyl trimellitate enhydride
Al₂O₃	: Aluminyum oksit
atm	: Atmosfer
CAD	: Computer Aided Design
CAM	: Computer Aided Manufacturing
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
dk	: Dakika
HF	: Hidroflorik asit
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
MDP	: 10-methacryloyloxydecryl dihydrogen phosphate
MEPS	: Thiophosphate methacryloyloxyalkyl
mm	: Milimetre
MPa	: Megapaskal
MTS	: 3-metasiroksipropil trimetoksi silan
Ni	: Nikel
O₂	: Oksijen
°C	: Santigrat derece
PSZ	: Parsiyel Stabilize Zirkonya
SEM	: Taramalı elektron mikroskop
SiO₂	: Silisyum oksit
TiO₂	: Titanyum oksit
VTD	: (6- (vinilbenzil-n-propil)-amino-1, 3, 5-triazin-2,4-ditiol,-ditiol tautomer
ZrO₂	: Zirkonyum oksit

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Mükemmel estetik değeri, biyouyumluluğu ve stabilitesi sayesinde dental porselen sabit protezlerde kullanılan en popüler materyallerden biridir (1) ve dişhekimliğinde 1950' li yıllardan beri yaygın bir kullanım alanı bulmuştur (2). Dental restorasyonlarda kıymetsiz ve soy metal alaşım, zirkonya, alumina, cam porselen gibi altyapılar kullanılmaktadır. Bu alt yapıların kullanım amacı veneer porseleni destekleyerek mekanik özelliklerini güçlendirmektir (3,4).

Ancak porselen materyalinin kırılkan yapısından dolayı restorasyonlarda kırılma meydana gelebilmektedir. Bu durum, her zaman restorasyonun tamamen bozulmasına neden olmaz. Ancak hasta ve hekim açısından sorun teşkil eder. Çok üyeli porselen restorasyonlardaki kronlardan birinin porseleninin kırılması, özellikle de bu restorasyon ön bölgede yer alıyor ise ve protezi yerinden çıkarıp yeniden yapmak için başka bir endikasyon da yoksa bu durumda bir problemle karşılaşmış demektir. Eğer kron hassas tutuculu ya da teleskoplu hareketli bölümlü protez içeren bir tüm ağız rehabilitasyonunun bir parçası ise, problem daha da büyük hale gelebilir (2,5).

Porselenlerin doğasından dolayı ağız içinde yeni porselen ilavesi mümkün değildir. Daimi simante edilmiş restorasyonun ağızdan çıkarılması ve laboratuarda pişirilme aşamalarında çeşitli komplikasyonların gelişebilmesi söz konusudur. Bu durum; ağız içi porselen tamir yöntemlerinin geliştirilmesi için bir sebep olmuştur. Kırılmış restorasyonu ağızdan çıkarmadan tamir edebilmek hasta ve hekim için memnuniyet verici bir durumdur (2). Böylece restorasyonun ağızdan çıkarılması sırasında

yaşanabilecek ağrı, dişlerde oluşabilecek harabiyet, zaman kaybı ve ekonomik yönden meydana gelebilecek kayıplar önlenmiş olur (6-9). Fakat restorasyonun kalan kısmı ile tamir edilen kısmı arasındaki bağlantı fonksiyonel kuvvetlere karşı dayanabilecek güçte olmalıdır (2).

Restorasyonun tamirindeki temel amaç fonksiyon ve estetiğin yeniden kazandırılmasıdır (10,11). Ağız içi porselen tamirine başlamadan önce kırık sebebinin belirlenmesi son derece önemlidir. Restorasyonda meydana gelen kırığın nedeni tek bir faktör olabileceği gibi, birçok faktörün bir araya gelmesi de olabilir (12).

Dental materyallerin bağlanma kuvvetlerini ağız içi ve çevre dokularında karşılaştığı stresler altında değerlendirmek malzemenin klinik seyri açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle in-vitro çalışmalarda in-vivo koşul ve ortamı oluşturmak ve testleri bu şekilde yapmak gerekmektedir. Bu amaçla test edilen örneklerle termal döngü uygulamak ve suda bekletmek önerilen yöntemlerdendir (13).

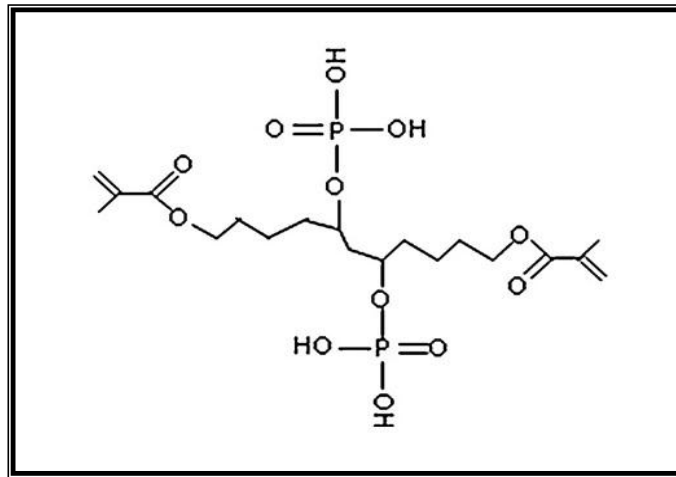
Porselen tamirinin başarısı çoğunlukla porselen ya da porselen altyapı materyali ile kompozit rezin materyali arasındaki bağlanma kuvveti ile ilişkilidir (14,15). Herhangi bir bağlanma işleminde başarıya ulaşabilmek için iki anahtar basamak önemlidir. Birinci basamak bağlanılacak yüzeyin uygun şekilde hazırlanması, ikinci basamak ise kaliteli bir rezin sisteminin doğru uygulanmasıdır (16).

Bağlanma yöntemleri ve tamir sistemleri ile ilgili bazı çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalar in-vivo veya in-vitro olarak yapılmıştır (14,15). In-vitro yayınlarda çeşitli testler sonucunda ‘Megapaskal’ (MPa) cinsinden sonuçlar elde edilmiştir (14).

Rezinlerin porselen yüzeylere bağlanmasını artırmak amacıyla çeşitli yüzey işlemleri geliştirilmektedir (11,15,17-21). Kompozit rezin ile restorasyonun kırık parçası arasında retansiyon sağlanabilmesi için çeşitli frezlerden ve aluminyum oksit (Al_2O_3) gibi kumlarla birlikte kullanılan hava abrazyonlarından yararlanılmaktadır. Bu işlemler özellikle kırık yüzeylerin metal olduğu durumlarda tercih edilmelidir. Cam porselen altyapılarda bağlanma için yüzey asitleme işlemi uygulanabilir. Silika bazlı porselenlerin aksine alumina ve zirkonya alt yapıli porselenler konvansiyonel asitleme

işleminde etkilenmemektedirler (13,22). Bu tip alt yapılarda silika kaplama uygulaması yapılmaktadır (23,24).

Zirkonya ve alumina gibi altyapıların rezinlerle olan kimyasal bağlanması ise çeşitli ajanların kullanımını gerektirmektedir. Al_2O_3 kumlaya ek olarak uygulanan silan ajanları beklenenden daha düşük bağlantı kuvveti oluşturmaktadır (22,25,26). Bunun sebebinin yüzeydeki silika eksikliği olduğu savunulmaktadır. Diğer yandan yeni bir yüzey işlemi yaklaşımı ise organofosfat ve karboksilik asit monomerlerini içeren bir materyali primer ajan olarak kullanmaktır. Bu asidik monomerlerin zirkonya, alumina ve metal yüzeylerindeki oksit grupları ile olan reaksiyonları silan ajanları ile silika bazlı porselenlerin arasında oluşan reaksiyona benzemektedir (27-30). Bu çalışmada kullanılması düşünülen primer ajan organofosfat ve karboksilik asit monomerlerinin bir karışımıdır. Silanlara benzer şekilde organofosfat monomerleri kompozit rezin monomeriyle birlikte kopolimerize olabilen organofonksiyonel bir kısım içerir (31). Ayrıca fosfat monomerleri yapıdaki metal oksitleri ile olan bağlantıyı güçlendiren fosforik asit grupları da içermektedir (Şekil 1.1) (32).



Şekil 1.1: Fosfat monomeri (33)

Bu çalışmanın amacı; porselen tamir sistemlerinin farklı porselen altyapı örneklerine olan bağlantı kuvvetlerinin in-vitro şartlardaki klinik yaşlandırma sonrasında değerlendirilmesidir. Bunun için;

1. Porselen altyapı örneklerinin elde edilmesi, akrilik kalıplara yerleştirilmesi ve takiben 300 ve 500 gritlik silikon karbid (SiC) zımpara uygulaması ile yüzeylerin homojen hale getirildikten sonra 50 mikrometrelik (μm) Al_2O_3 tozu ile kumlanarak yüzey hazırlığı yapılması,
2. Tamir işlemi için 2 farklı porselen tamir sistemi ile birlikte alternatif bir primer ajanı uygulanması,
3. Örnekler bir yıllık yaşlandırmayı karşılayacak şekilde termal döngü uygulanması,
4. Makaslama bağlantı kuvvetlerinin karşılaştırılması amacıyla örneklerin kırılması,
5. Tarama Elektron Mikroskop (Sem) analizi işlemleri uygulanması yapılacaktır.

Çalışmamızın birinci boş hipotezi ‘Porselen tamir sistemlerinin alt yapı materyallerine olan bağlantı kuvveti farklı değildir’ şeklindedir.

Çalışmamızın ikinci boş hipotezi ise ‘alternatif primerin bu bağlanmaya bir etkisi yoktur’ şeklindedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. DENTAL PORSELENLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Seramik, Yunanca topraktan yapılmış madde anlamına gelmektedir (34). Kil süspansiyonunun pişirilmesi ve şekillendirilmesi M.Ö. 5000 yıllarına kadar uzanır (35). Mezopotamya ve Asur uygarlıklarında yapı malzemesi olarak kullanılan porselen, Anadolu uygarlıklarında dekorasyon işlemlerinde ve çinicilikte de kullanılmış ve ilk kez XVI. yüzyılda Portekizli denizciler tarafından Avrupa'ya getirilmiştir (36). Diş Hekimliği alanında porselenlerin kullanımı 1700' lü yıllara rastlar. İlk olarak 1774 yılında Eczacılık yapan Duchateau tarafından kullanılmıştır. Porselen maddesinin kontraksiyona uğradığını gören Duchateau, Chemant ile çalışmaya başlamış ve kullanılabilir bir protez yapmayı başarmıştır (36).

Porselen jaket kronlar 1900' lü yılların başlarında geliştirilmiştir. Jaket kronlar, ince platin folyolar üzerinde pişirilen feldspar veya aluminoz porselenden meydana gelmiştir ve günümüzdeki tam porselen kronların temelini oluşturmuştur. Porselen jaket kronlar, ilk zamanlar düşük dirençlerinden dolayı arka dişlerin restorasyonunda kullanılamamıştır. Metal porselen restorasyonların porselen tozları kullanılarak yapımı, ilk kez 1960' ların başında Weinstein (37) tarafından tarif edilmiştir. Porselenin vakum altında pişirilmeye başlanması ve altın alaşımlarına bağlanmasıdaki gelişmeler dental estetikteki en önemli gelişme olarak kabul edilmektedir.

Porselen restorasyonlarda alt yapı alaşımları ve üst yapı porseleni arasındaki ısısal genleşme uyumsuz olduğu için materyalin soğuması esnasında çatlak ve kırıklar

oluşturmuştur. Fabrikasyon aşamasında feldspar camın ve yüksek genleşmeye sahip lösitin uygun oranlarda karıştırılmasıyla bu sorun çözülmüştür (38). Böylece feldspatik porselenin termal genleşme katsayısının daha düşük olması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalar, porselenin metal alt yapıya bağlantısını ve dayanıklılığını önemli ölçüde geliştirmiştir. 20. yüzyılın sonlarında, tam porselen restorasyonların yapımında birçok yenilikçi sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen ilk sistem, kayıp-mum döküm tekniği kullanılarak yapılan dökülebilir cam porselen sistemidir. Bu dökülebilir sistem, işlem zorlukları ve yüksek oranda kırık oluşması nedeniyle ilerleyen dönemlerde terk edilmiştir (39).

1968'de MacCulloch dişhekimliğinde kullanılmak üzere cam dökümünü rapor etmiştir (40). 1986'da Francois Duret tarafından dental restorasyonlarda CAD-CAM (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing) tekniği geliştirilmiştir (41). Günümüze en yakın CAD-CAM sistemi Japonya'da 1988 yılında Kimura, Sohmura ve Watanabe tarafından geliştirilmiştir (42).

2.2. DENTAL PORSELENLERİN YAPISI

Porselenler bir veya birden fazla metalin, metal olmayan bir elementle yaptığı bileşik olarak tanımlanır. Metal olmayan element oksijendir (O_2) ve matriks görevi görür. Daha küçük yapıdaki metal ya da yarı metal atomlar, oksijen atomları arasında bulunur. Porselenler hem kovalent hem de iyonik bağlara sahiptir. Bu güçlü bağlar porselenlerin stabilite, sertlik, kimyasal, termik etkilere karşı direnç ve yüksek elastisite modülü gibi olumlu özelliklerinin kaynağıdır. Bu bağların yapısı aynı zamanda porselenlerin kırılabilirliğinin de nedenidir (43).

2.3. DİŞHEKİMLİĞİNDE KULLANILAN PORSELENİN İÇERİĞİ

Porselen 4 oksijen atomu arasına sıkışan bir silisyum atomunun (SiO_4) oluşturduğu bir birleşim olup 3 esas maddeden meydana gelmiştir. Bunlar Feldspar, Kuartz ve Kaolin'dir (44). Dişhekimliğinde kullanılan porselen % 12-22 kuartz (silika, kum), % 3-5 kaolin (kil), % 75-85 feldspardan oluşmuştur (39,45,46). Porselene renk vermesi için metal ve metal oksit pigmentleri de eklenmektedir (45,46).

Kaolin, hidrate alümina silikattır. Porselene opaklık verir ve porselen hamurunun şekil almasını sağlar (47).

Feldspar, potasyum alümina silikat ve sodyum alümina silikat karışımıdır. Feldspar, porselene şeffaflık kazandıran bir eriticidir. Porselende en düşük erime derecesine sahip olan feldspar, pişirme esnasında eriyerek diğer kısımları birleştirir (39,45).

Kuartz, silika içermektedir. Porselenin pişirilmesi sırasında değişime uğramaz ve porselen kitlesine stabilite kazandırır. Feldsparın eritilmesi sonucu elde edilen camsı fazda yaygın olarak ince kristalin şeklinde bulunur, fırınlama esnasında oluşabilecek büzülme engeller ve materyale şeffaf bir görünüm kazandırır (39,45,47).

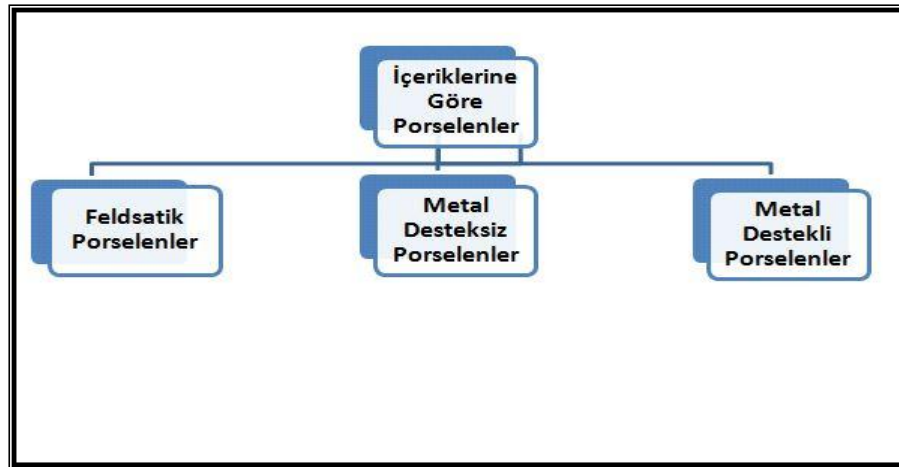
Porselen tozlarına katılan metal ve metal oksit pigmentleri ise, doğal diş görüntüsü elde edebilmek için gerekli renklendirmeyi sağlar (39). Dental porselene katılan demir veya nikel oksit kahverengi, kobalt oksit mavi, bakır veya krom oksit yeşil, titanyum oksit sarı renk verir (39,48).

2.4. PORSELENLERİN SINIFLANDIRILMASI

Porselen materyali birçok farklı biçimde sınıflandırılabilir. Aşağıda çeşitli sınıflama yöntemleri gösterilmiştir.

2.4.1. İçeriklerine Göre Porselenler

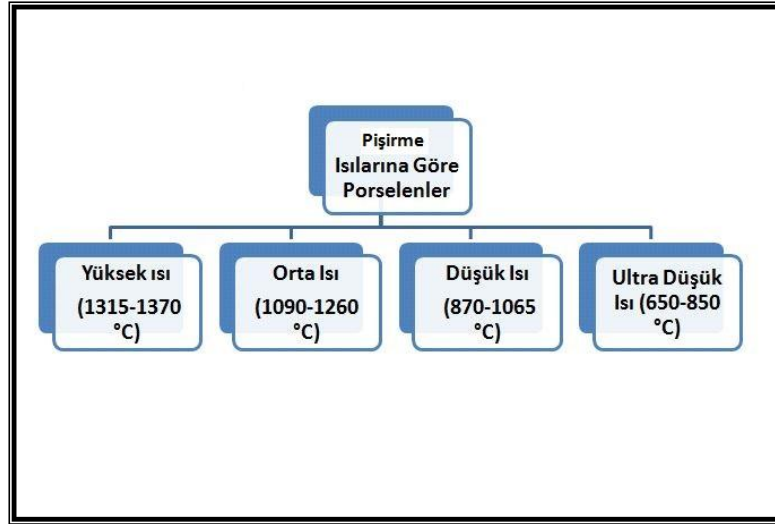
İçeriklerine göre dental porselenler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.1: İçeriklerine Göre Porselenler (34,44,47)

2.4.2. Pişirme Isılarına Göre Porselenler

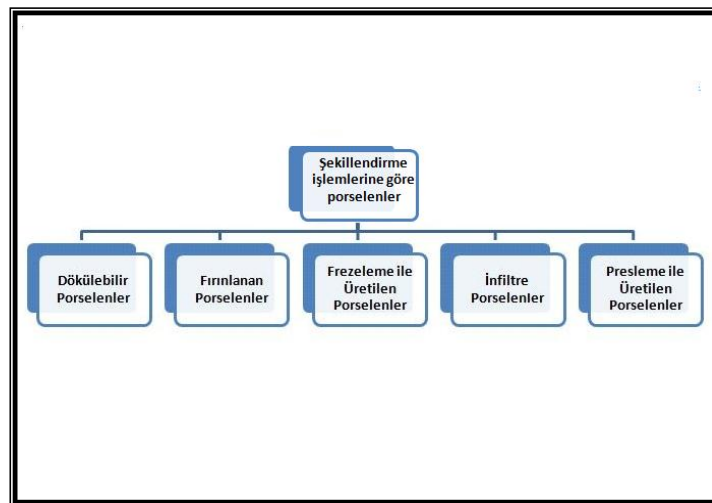
Pişirme ısılarına göre dental porselenler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Pişirme Isılarına Göre Porselenler (39,43,47)

2.4.3. Şekillendirme İşlemlerine Göre Porselenler

Şekillendirme işlemlerine göre dental porselenler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Şekillendirme İşlemlerine Göre Porselenler (44,49).

2.4.1.1. Metal Destekli Porselen Restorasyonlar

Metal destekli porselen restorasyonlar preparasyonu yapılmış diş üzerine yerleştirilen metal alt yapı ve bu yapı üzerine fırınlanan porselenden oluşur (50). 1960' lı yılların başında, metal destekli porselen restorasyonlar iyi mekanik özellikleri, başarılı estetik sonuçları, uzun dönem marjinal ve internal uyumlarının klinik başarısının yüksek olması nedeniyle protetik diş hekimliğinde yıllarca 'altın standart' olarak kabul görmüştür. Metal destekli porselen kron ve köprülerin uzun dönem klinik testlerinde olumlu sonuçlar vermesi ve uygulaması kolay döküm işlemlerine sahip olması zaman içerisinde yayılmalarını sağlamıştır (51).

19. yüzyılın sonlarında dental porselen jaket kron olarak kullanılmaya başlandığında, dental porselenler birçok avantajlarından dolayı en çok tercih edilen restoratif materyaller olmuştur. Bu avantajlara biyouyumluluk, düşük plak retansiyonu, düşük sıvı emilimi, düşük termal genleşme, iyi estetik görünüm, kimyasal stabilite, renk stabilitesi, yüksek aşınma direnci ve yüksek sertlik örnek verilebilir. Ancak ilk dental porselenlerde klinisyenler tarafından uzun dönem klinik başarıyı etkileyen düşük gerilme direnci, çatlak oluşumu, kırılabilirlik, kolay kırık yayılımı, tamir zorluğu ve zayıf marjinal uyum gibi mekanik eksiklikler gözlemlenmiştir (51).

2.4.1.1.1. Metal Destekli Porselen Restorasyonların Dezavantajları

1. Mum modelaj ve metal alaşımlarının döküm işlemleri teknik zorluk içermektedir.
2. Metal destekli porselenler ışığı sadece soğurabilir ya da yansıtabilirler. Ancak diş dokuları translusent özelliktedirler.
3. Metalin radyopak görüntü vermesi, radyografik teşhisi güçleştirmektedir.
4. Dökümde kullanılan değerli metallerin maliyeti önemli derecede arttığı için ekonomik değildir.

Günümüzde daha fazla estetik ve doğal görünümlü restorasyon gereksinimi, mekanik özellikleri, uzun dönem rahat kullanımı tam porselen restorasyonların geliştirilmesine neden olmuştur (51,52).

2.4.1.2. Tam Porselen Restorasyonlar

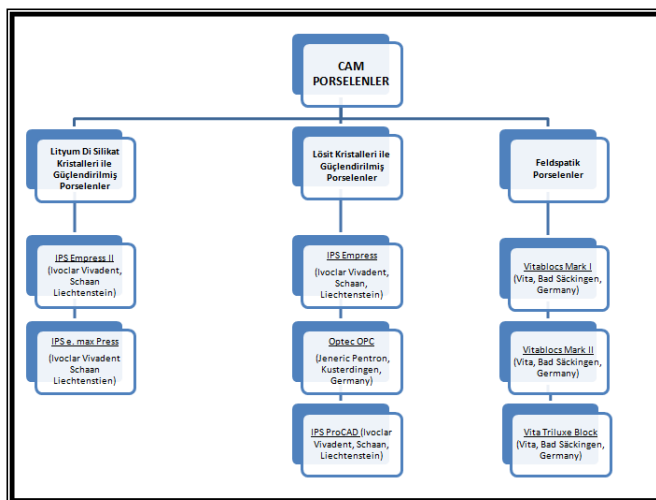
Metal destekli kronlarda kullanılan metal alaşımların opak bir görünüm vermesi ve metalin restorasyon marjinde yansması gibi estetik dezavantajları vardır. Ayrıca değerli metal alaşımları oldukça pahalıdır, kıymetsiz metal alaşımlarda metal alerjisi, veya porselen renklenmesi oluşabilmektedir. Tam porselen kronlar özellikle ön bölge restorasyonlarda daha iyi estetik sonuç verebilir (46). İdeal bir tam porselen restorasyonun translüsenslik, doğal diş rengi, üstün ışık iletimi gibi estetik özelliklere ve bükülme direnci, fraktür dayanıklılığı, kırık yayılımının fonksiyonel ve parafonksiyonel yüklemelerde sınırlandırılması ve uzun dönem hizmet edebilmesi gibi mekanik özelliklerine sahip olması gerekmektedir. Ne yazık ki günümüzde dental porselenlerin hiçbirisi, farklı klinik şartlarda anterior ve posterior bölgelerde bütün bu özellikleri aynı anda sağlayamamaktadır (51).

2.4.1.2.1. Tam Porselen Restorasyonların İçeriklerine Göre Sınıflandırılması

Tam porselen alt yapı materyalleri, 3 ana grupta toplanır. Bunlar cam porselenler, alumina esaslı porselenler ve zirkonya esaslı porselenlerdir (53).

2.4.1.2.1.1. Cam Porselenlerin Sınıflandırılması

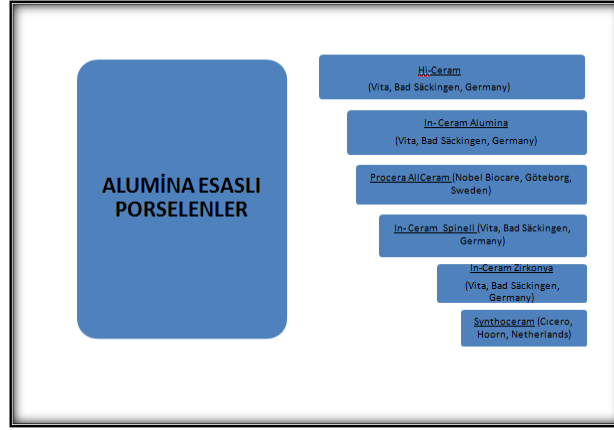
Cam porselenlerin sınıflandırılması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Cam Porselenlerin Sınıflandırılması (53)

2.4.1.2.1.2. Alumina Esaslı Porselenlerin Sınıflandırılması

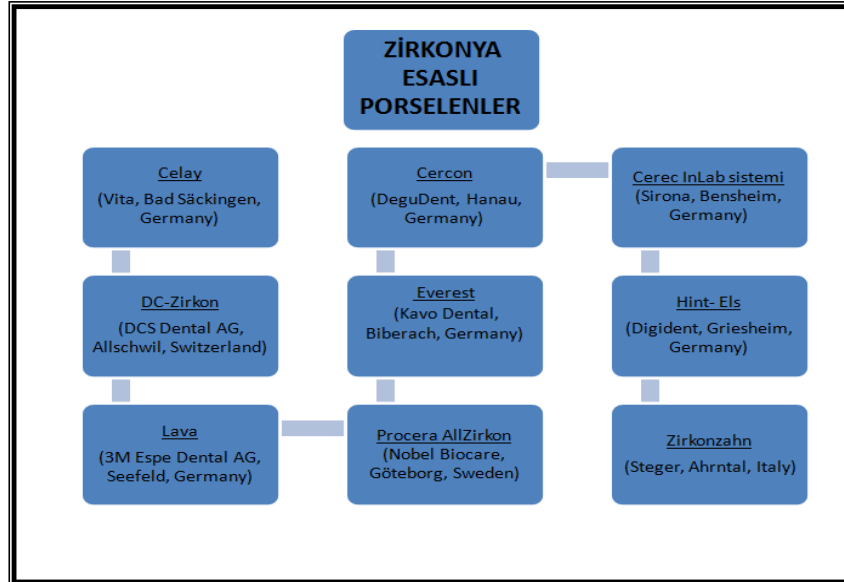
Alumina esaslı porselenlerin sınıflandırılması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Alumina esaslı porselenlerin sınıflandırılması (53)

2.4.1.2.1.3. Zirkonya Esaslı Porselenlerin Ticari Formları

Zirkonya esaslı porselenlerin ticari formları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Zirkonya esaslı porselenlerin ticari formları (53)

2.4.1.2.2 Tam Porselen Restorasyonların Endikasyonları

1. Estetik gereksinimin önemli olduğu vakalarda
2. Doğumsal veya kazanılmış kısa dişsiz boşlukların varlığında
3. Metal alerjisi olan hastalarda
4. Anterior bölgedeki diastemaların düzeltilmesinde
5. Dişlerde aşınmaya veya kırılmaya bağlı olarak, koruyucu tedavi yapılamadığı durumlarda
6. Dişlerdeki şekil bozukluğu ve yer değişikliğinde
7. Endodontik tedavi sonrasında, florozis veya tetrasiklin lekelenmelerinde, kesiciler
8. İmplant üst yapılarda ve üç üyeli anterior implant köprülerde (52,54,55).

2.4.1.2.3. Tam Porselen Restorasyonların Kontrendikasyonları

1. Geniş pulpal ve kök ucu gelişimini tamamlamamış dişlerde
2. Yetersiz klinik kron boyu olan dişlerde
3. Basamak oluşturulmasının mümkün olmadığı dişlerde
4. Servikal bölgeye doğru aşırı daralma gösteren dişlerde
5. Geniş apikal çürüklü dişlerde
6. Parafonksiyonel alışkanlıkların varlığında
7. Aşırı örtülü kapanışı olan olgularda
8. Çiğneme basıncının yüksek olduğu bölgelerde (52,54,55).

2.4.1.2.4. Tam Porselen Restorasyonların Avantajları

1. Gelen ışık büyük oranda kronun içinden geçebildiğinden doğal dişle yakın bir estetiğe sahiptirler.

2. Metal destekli porselen restorasyonlarda görülen metal alaşıma bağlı korozyon, toksik ve alerjik etkiler görülmez.
3. Metal porselen restorasyonlarda görülen alaşıma bağlı dişetindeki gri renklenme görülmez (55,56).

2.4.1.2.5. Tam Porselen Restorasyonların Dezavantajları

1. Diş kesimi metal destekli porselen kronlara göre daha fazla dikkat ve ayrıntı gerektirir ve diş kesim miktarı metal porselen restorasyonlara göre daha fazladır.
2. Basamaklı kesim gerektiği için alt ve üst çene posterior bölgede her vakada uygulanamayabilir.
3. Daha dikkatli ve titiz bir laboratuvar çalışması gerektirir.
4. Maliyeti yüksektir ve ek laboratuvar ekipmanı gerektirir (55,56).

2.5. FREZELEME İLE ÜRETİLEN PORSELENLER

Bilgisayar destekli tasarım (Computer Aided Design-CAD) ve bilgisayar destekli üretim (Computer Aided Manufacturing-CAM) gibi teknolojiler diş hekimliği alanında da kullanılarak restorasyonların yapımına olanak sağlamıştır. Böylece yeni yöntemlerle daha iyi materyallerin kullanılması mümkün olmuştur. Bilgisayar ve otomasyon teknolojilerindeki bu gelişmeler sayesinde tedavide yeni alternatifler sağlanmıştır (49,57).

1985 yılında Zürih Üniversitesi'nde CAD/CAM teknolojisinden yararlanılarak hazırlanan ilk porselen inlay bir hastanın diş kavitesine yerleştirilmiş ve bir frez yardımı ile iki eksenle kesim yapılarak restorasyonun kenar uyumlaması yapılmıştır. 1994 yılında Cerec 2, 2000 yılında ise Cerec 3 CAD/CAM restorasyon sistemleri üretilmiştir. Cerec 3 sistemi Cerec 2 sistemi ile karşılaştırıldığında intraoral 3 boyutlu tarayıcı kamera, görüntü işleme ve şekil oluşturma gibi teknik avantajlara sahiptir (58).

2.6. PROTETİK TEDAVİDE RESTORASYON ALTYAPI MATERYALLERİ

2.6.1. Zirkonyum Dioksit Porselenler

Polikristalin zirkonyum dioksit (zirkonya) dişhekimliğinde kullanılmaya başlandığından itibaren metal-porselenlere göre doğal görünümleri ve üstün mekanik özelliklerinden dolayı sık tercih edilmektedir (4). İyi bir kimyasal ve boyutsal stabiliteye sahip olmaları, mekanik direnç ve sertliklerinin tatminkâr olması, paslanmaz çelik alaşımları ile eşleşen elastiklik modülü değerleri, zirkonyanın porselen biyomateryal olarak kullanımının nedenleridir. Zirkonya, suda çözünmediği için sitotoksik değildir. İn-vivo ve in-vitro testlerde titanyuma göre bakteri tutulumu daha azdır. Radyoopasitesi uygundur ve düşük korozyon potansiyeline sahiptir. Kimyasal yapısı oksit bir materyaldir (4,51). Oda koşullarında gümüşümsü beyaz renkli bir katıdır ve altıgen şeklinde sıkı bir kristal yapıdadır (59).

Zirkonya, monoklinik (M), tetragonal (T) ve kübik (C) olmak üzere 3 fazda bulunmaktadır (53,60). Saf zirkonya oda ısısında monoklinik fazdadır. Bu faz yaklaşık 1170°C' ye kadar stabildir. Oda ısısında monoklinik fazda saf olan zirkonya 1170°C ve 2370°C arasında tetragonal faza geçmektedir. Daha sonra bu faz yaklaşık 2370°C' de kübik faza dönüşür. Saf zirkonya, faz geçişleri esnasında, hacminde önemli değişiklikler göstermekte ve bu durum kitleye stabil olmayan bir özellik kazandırmaktadır. Monoklinik fazdan tetragonal faza geçişte, sıcaklığın artışıyla birlikte maddede % 5'lik hacim düşüşü gerçekleşmektedir. Soğuma esnasında ise tetragonal fazdan monoklinik faza geçiş 1070°C' nin altında oluşmaktadır. Tetragonal fazdan monoklinik faza geçişte yaklaşık olarak % 3-4' lük bir hacim genişmesi meydana gelmektedir. Faz geçişleri esnasında oluşan stresler, saf zirkonyada çatlakların oluşmasına neden olur ve bu çatlaklar, 1500-1700°C' de sinterlendikten sonra, oda sıcaklığında kırıklar meydana gelebilir (4,61).

Saf zirkonya içerisine kalsiyum oksit (CaO), magnezyum oksit (MgO), seryum dioksit (CeO₂) ve yitrium oksit (Y₂O₃) gibi stabilize edici oksitlerin ilavesi zirkonyanın faz geçişleri esnasında stabilizasyonunu sağlamaktadır. Bu oksitlerin ilavesiyle oda sıcaklığında ana fazı kübik, minör fazı monoklinik ve tetragonal olan, parsiyel stabilize

zirkonya (Partially Stabilized Zirconia, PSZ) olarak adlandırılan çok fazlı bir materyal elde edilmektedir (62).

PSZ porselenleri oda sıcaklığında sadece tetragonal fazda elde etmek mümkündür (59, 63). Dental uygulamalarda en sık kullanılanı yttrium tetragonal zirkonyum polikristali (3Y-TZP) dir (4).

2.6.1.1. Yttrium ile Yarı Stabilize Tetragonal Zirkonyum Polikristali (3Y-TZP)

Saf zirkonyanın, düşük pörözite ve yüksek yoğunluğundan dolayı, içerisine ağırlığının % 3-5 oranında yttrium oksitin ilave edilmesi ile 3Y-TZP elde edilmiştir (51). 3Y-TZP dişhekimliğinde kron ve parsiyel sabit protez yapımında kullanılmaktadır. Restorasyonlar önceden sinterlenmiş blokların frezelenmesinin ardından yüksek derecede sinterlenmesi veya tam sinterlenmiş blokların frezelenmesi ile yapılmaktadır (53).

Yttrium oksit ile stabilize edilen zirkonya, biyolojik uyumu, renk avantajı ve yüksek dayanım gücü ile özellikle çok üniteli posterior köprülerde metal alaşımlarına önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Kırılma ve esneme direnci feldspatik porselene göre yaklaşık altı kat, aluminaya göre ise yaklaşık iki kat daha güçlüdür (64, 65).

Zirkonya porselenleri bükülme direnci 900-1200 MPa, baskı direnci 2000 MPa' dır (51). Bazı çalışmalarda, dental restorasyonlarda kullanılan zirkonyanın alumina veya lityum disilikata göre yüksek kırılma direncine sahip olduğu görülmüştür (66-68).

Yarı sinterlenmiş blok kullanılarak üretilen restorasyonlar, frezeleme işleminden sonraki aşamada sinterlenmektedir. Bu işlem, üretim sırasında oluşan strese bağlı tetragonal faz-monoklinik faz dönüşümünü önlemekte ve nihai yüzeye, aşındırma uyumlaması veya kumlama işlemi yapılana kadar, monoklinik fazdan arındırılmış olarak ulaşmayı sağlamaktadır (38).

Mekanik stresler ve buhar teması zirkonyanın yaşlanmasını hızlandıran etkenlerdendir. Ayrıca tanecik büyüklüğü, ısı, nem, materyalin yüzey defektleri, stabilizer oksitlerin tipi, oranı, dağılımı ve üretim teknikleri de zirkonyayı etkileyen diğer faktörlerdir (69).

2.6.2. Alumina Esaslı Porselenler

In Ceram Alumina ilk olarak 1989 yılında üretilmiştir ve tek üyeli posterior ve 3 üyeli anterior restorasyonların yapılabilirdiği ilk tam porselen sistemdir (70). Bulamaç halindeki alüminyum oksit, daylarda 1120°C de 10 saat boyunca pişirilir ve sinterlenir (71,72). Bu işlem alumina partiküllerinin pöröz bir iskelet oluşturmasını sağlar. Sonra lanthanum camı ikinci bir fırınlama ile 1100 °C de 4 saat uygulanarak pöröziteyi azaltır. Dayanıklılığı artırır ve çatlak oluşacak potansiyel bölgeleri azaltır (71). Alumina ve camın termal ekspansiyon katsayısındaki farklılıklardan dolayı baskı dayanım stresi güçlendirilmiştir (71). Alumina altyapı feldspatik porselenle veneerlenir. İşlenmemiş alumina bloklar ise (Vita bloklar) freze ile işlenebilmek ve CEREC sistemde kullanılabilmek için üretilmiştir (72).

1994 yılında in ceram spinel, in ceram alüminanın opak altyapısına bir alternatif olarak duyurulmuştur. İçinde translüsentliğin artırılması için magnezyum ve alumina karışımı vardır. Ancak in ceram alüminaya nazaran esneklik kuvveti azalmıştır ve dolayısı ile bu alt yapıların sadece anterior restorasyonların alt yapısında kullanılması önerilir (53). In ceram zirkonya, in ceram alumina sisteminin bir modifikasyonudur. Porselenin güçlendirilmesi için parsiyel olarak stabilize edilmiş zirkonyum oksitin karışıma % 35 eklenmesiyle oluşturulmuştur (73). Geleneksel döküm teknikleri kullanılabileceği gibi prefabrike kısmen sinterlenmiş altyapıların işlenip feldspatik porselenle veneerlenmesiyle de oluşturulabilir. Alt yapı opak olduğundan bu materyalin posterior kronların ve sabit parsiyel protezlerin altyapılarında kullanılması da tavsiye edilir (53).

Procera, Andresson tarafından geliştirilmiş % 99.9 saflıkta alüminyum oksittir (74). Procera alümina tabanlı materyaller arasında en yüksek dayanıklılığa sahiptir (75). Sadece zirkonyanın dayanıklılığından daha düşüktür. Üretim aşamasında safir bir kontakt probu, çalışılan dayın taranması ve preparasyonun şeklinin 3 boyutlu olarak tanımlanması için kullanılmaktadır. Burada oluşan veri elektronik olarak üretim kısmına gönderilir, modelin % 20 büyütülmüş hali daha sonra freze edilir. Yüksek saflıktaki alüminyum oksit tozları büyütülmüş dayın üzerine püskürtülür ve 1550 °C derecede sinterlenir. Bu şekilde oluşacak pörözitenin önüne geçilir ve büyütülmüş olan dayların

çalışma boyutuna büzüşmesi sağlanır. Kron şekli alüminyum oksitle aynı termal ekspansiyon katsayısına sahip feldspatik porselenin veneerlenmesiyle tamamlanır (75).

2.6.3. Cam Porselenler

1968 yılında MacCulloch cam porselenden kron yapma metodunu açıklamıştır. Daha sonra % 30 oranında cam ve % 70 oranında tetrasiklik flormika kristalleri içeren dökülebilir cam porselen olan “Dicor” cam porselen materyali üretilmiştir (76). Bu materyal hem kristal hem de camın özelliklerini taşımaktadır. Döküm apatit porselen olarak bilinen “Cerapearl” ise, Hobo ve Iwata tarafından 1985 yılında geliştirilmiştir. Bu sistemde kalsiyum fosfat esaslı cam kontrollü ısı uygulamasıyla kısmen kristalin bir yapıya dönüştürülür (54).

2.6.3.1. Lösit İçerikli Cam Porselenler

Lösit, yapay kristal bir yapıdır ve dental porselendeki esas işlevi termal genleşme katsayısını yükselterek sertliği arttırmaktır. Lösit, ısıya dayanıklı bir iskelet oluşturur ve aradaki boşluklar cam ile dolar. Cam porselen yapının lösit kristalleri ile güçlendirildiği cam porselen sistemi olan IPS Empress sistemi Wohlwend ve Scharer tarafından Zürih Üniversitesinde geliştirilmiş ve 1991 yılında piyasaya sunulmuştur (37). Restorasyon iki farklı şekilde bitirilebilir. İlk teknik boyama tekniğidir. Bu teknikte, yarı şeffaf olarak hazırlanan çekirdekler 1050-1180°C’ de özel fırınlarında preslenir. Bu şekilde elde edilen kron, estetiğe ve istenilen renge göre boyanarak, glaze işlemi ile bitirilir. Diğer bitirme tekniği olan tabakalama tekniğinde ise, presleme sonrasında elde edilen yapı aşındırılarak üzerine uygun üstyapı porseleni uygulanarak pişirilir (54). IPS Empress sistemi ile üretilen restorasyonların bükülme direnci 160 MPa ve kırılma dayanıklılığı değerleri 1.5-1.7 Mpa/m arasındadır. IPS Empress sistemi ile üretilen restorasyonlar oldukça estetik restorasyonlardır. Ancak renklenmiş dişlerde, metal post-kor uygulanmış dişlerde ve metal abutment kullanılan implant üstü restorasyonlarda uygulanmaları endike değildir (24). Laminate veneer, inley, onley ve kronlar yapılabilir (77). IPS ProCAD ise daha küçük partikül boyutuna sahip olması ve partiküllerinin daha uniform biçimde dağılması dışında IPS Empress’e benzer bir lösitle güçlendirilmiş porselendir. 1998 yılında ortaya çıkarılmış olup CEREC in Lab sistemi (Sirona Dental Sistemleri, Bensheim, Almanya) ile kullanılmak üzere dizayn edilmiştir (53).

2.6.3.2. Lityum Disilikat İçerikli Cam Porselenler

IPS Empress II bir lityum disilikat porselendir. Mum atımı ve sıcak basınç tekniği ile üretilir. Ardından porselen kabuk içinde vakum ile birlikte basınca tabi tutulur (53). IPS Empress II' nin esneklik kuvveti IPS Empress' e göre 3 kat artmıştır ve anteriorda 3 üyeli sabit parsiyel protezlerde kullanılabilir. Ayrıca 2. küçük azı dişlerine kadar uzanabilir (78,79).

IPS e. max Press 2005 yılında duyurulmuştur. IPS Empress II ile kıyaslandığında geliştirilmiş bir baskı porselendir. IPS e.max Press materyali daha farklı fırınlama prosedürlerine tabi tutulmuş, ingotların içerisinde yüzey defekti oluşma riski önlenerek fiziksel özellikleri artırılmış ve materyalin ışık geçirgenliği geliştirilmiştir (53).

2.6.3.3. Feldspatik Cam Porselenler

Vita Mark II makine ile işlenebilir feldspatik porselendir ve CEREC I sistemi için kullanılmak üzere 1991 yılında üretilmiştir. Dayanıklılığı arttırılmıştır ve gren büyüklüğü Vita Mark I ile kıyaslandığında küçülmüştür ($4\mu\text{m}$) (80). Temel olarak SiO_2 (% 60-64) ve Al_2O_3 materyallerinden oluşmuştur. Kompozit rezin simanlarla adeziv simantasyon için yüzeyine hidroflorik asitle (HF) asitleme yapılabilir. Bu ürün tek renkli olmasına rağmen klasik vita renk tonları, Vitapan 3D Master, VITABLOCKS estetik dizisi ve beyazlatılmış tonları da içeren çok sayıda renk tonunda üretilmektedir (81). Bir monokromatik restorasyonun estetik dezavantajlarından kaçınmak için ve doğal bir dişin optik efektlerini taklit etmek için çok renkli bir porselen blok 3 boyutlu tabakalı yapıyı taklit etmek için üretilmiştir (81).

Feldspatik porselenin üretilmesi için bir başka teknik 'copy-milling' dir (82). Bu sistem bir inley, onley veya kron kopingin direk akrilik rezin paterninin kopyalarının frezelenmesi ile üretilir. Şimdiki dijital sistemlerin spesifikliğine ulaşamayan Celay sistemi günümüzde çok eski kalmıştır (53).

2.6.4. Metal Altyapılar

Porselen restorasyonlarda kullanılan metal altyapılar soy metal ve kıymetsiz metal alaşımları olmak üzere ikiye ayrılır. Kıymetsiz metal altyapılar ağırlıklı olarak nikel (Ni), krom (Cr) ve kobalt (Co) elementlerinden oluşur. Soy metal alaşımları ise kendi arasında kayıp mum tekniği ve galvanoförme olarak iki başlıkta değerlendirilebilir.

Ni-Cr alaşımlar yüksek sertlik, düşük yoğunluk, yüksek gerilme dayanımı ve düşük maliyet gibi avantajlar sunması nedeniyle restoratif diş hekimliğinde en yaygın kullanılan alaşımlardır. Ancak toksik ve alerjik reaksiyonlara neden olması, korozyona uğrayarak dişetinde renklenmeler oluşturmaları ve estetik olarak iyi sonuçlar vermemesi gibi dezavantajlarından dolayı kıymetsiz metal alaşımlarının yerine soy metal alaşımlar tercih edilebilir (83). Soy metal alaşımlar, biyoyumlu olup estetik açıdan kıymetsiz metal alaşımlara göre daha estetik ancak oldukça da pahalıdır. Döküm yöntemiyle elde edilen altın içerikli metal porselen restorasyonlarda hem metal kalınlığı fazladır, hem de tesviye ve cila işlemleri gerektirmesi gibi nedenlerle maliyet daha da artmaktadır (46). Bundan dolayı döküm soy metal restorasyonlara alternatif olabilecek farklı teknikler denenmiştir. Galvano altyapılı restorasyonlar ise bunlardan biridir. Bu restorasyonlarda alt yapı 24 Karat (K) altın içeren solüsyondan elektroforming yöntemiyle elde edilmektedir. Bu yöntemle elde edilen restorasyonlar hem altından kaynaklanan sarı rengin porselende yansımaları hem de en az 0.2 mm metal kalınlığı sayesinde porselene yeterince yer sağlaması gibi nedenlerle kıymetsiz metal porselen restorasyonlara göre daha estetik, metal kalınlığının ince olması ve tesviye, cila işlemleri gerektirmemesi gibi nedenlerle de döküm soy metal alaşımlara göre daha ekonomiktirler. Biyoyumlulukları da oldukça iyidir (84,85).

Kıymetsiz metallerin ucuz olması ile soy metallerin biyoyumluluğunu bir araya getiren dişhekimliğinde kullanılan galvanokaplama yöntemi protetik tedavilerde kullanılmaktadır.

2.7. YÜZEY İŞLEMİ YÖNTEMLERİ

Dişhekimliğinde materyallerin yüzeylerinde bağlantıyı artırmak için çeşitli yüzey işlemleri uygulanmaktadır. Bunlar mekanik ve kimyasal yüzey işlemleri olarak gruplandırılabilir. Mekanik yüzey işlemleri olarak asitle pürüzlendirme, kumlama, silika bazlı Al_2O_3 ile kumlama ve lazer ile pürüzlendirme; kimyasal yüzey işlemi olarak da yüzey ajanlarının uygulanması örnek olarak verilebilir. Bu bakımdan birçok yüzey işlemi geliştirilmiş ve bu konuda oldukça fazla sayıda çalışma yapılmıştır (86-89).

2.7.1. Asitle Pürüzlendirme

Asitle pürüzlendirme işleminde elde edilen olumlu sonuçlara bağlı olarak feldspatik ve cam porselenler gibi klasik porselenlere rezin simanın bağlantısı konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Hidroflorik asit (HF) porselenin cam matriksini çözerek lösit kristalleri çevresinde mikro andırkatların oluşmasını sağlamaktadır. Akışkanlığı yüksek rezin materyaller bu boşlukları doldurarak güçlü bir mikromekanik bağlantı oluşturmaktadır. Klasik porselenlerin asitle pürüzlendirilebilmesi ve adeziv olarak yapıştırılabilmesi bu restorasyonların klinik güvenilirliğini ve başarılarını önemli ölçüde arttırmıştır (90).

% 5-10 HF asit ile pürüzlendirme işlemi silika bazlı porselenler için uygun bir yüzey pürüzlendirme işlemidir (91). Asitle pürüzlendirme işlemi porselenin cam matriksinin çözülmesini, kristalin yapının açığa çıkmasını sağlayarak, madde kaybı ile birlikte yüzey pürüzlülüğünün artmasını sağlamaktadır (90). Asitle pürüzlendirme ve silanizasyon işlemi cam porselenler için uygun bir yüzey uygulamasıdır. HF asit mikromekanik tutuculuğu arttırmak için cam matriksi çözerken, silan uygulaması da adezyonun oluşacağı organik ve inorganik yapılar arasında kimyasal adezyonu meydana getirir (88).

2.7.2. Kumlama

Al_2O_3 partikülleri ile kumlama işlemi porselen materyaller için yaygın olarak kullanılan bir yüzey işlemidir. Kullanılan Al_2O_3 taneciklerinin büyüklüğü 25 ile 250 μm arasında değişmektedir (92,93). Aşındırma işlemi, kontamine tabakaların kaldırılmasını, yapışma için uygun alanın artırılmasını ve rezin materyallerinin ıslanabilirliğinin artırılmasını sağlamaktadır (18,94). Restorasyon yüzeyi ile rezin arasında adeziv bağlantı sağlayan tekniklerin çoğunda bağlantı dayanıklılığını arttırmak için kimyasal bağlantı ajanı yüzeye uygulanmadan önce yüzeyin kumlanması gerektiği vurgulanmaktadır (95). Kumlama işlemi, laboratuvar ortamında veya hasta başı yöntemle, küçük veya büyük boyutlu partiküllerle uygulanabilir (18). Ancak kumlama ile yüzeyde birtakım çatlaklar oluşabilir. Bu çatlaklar özellikle Y-TZP materyalleri için fraktür başlatıcı olarak görev yapar ve bu materyallerin mekanik özelliklerini ve uzun dönem performanslarını riske atarlar (91, 96). Modifiye fosfat monomerle kombine edilmiş Al_2O_3 partikülleri,

alümina ve zirkonya bazlı porselenlerin sağlam ve stabil bir yapışmaya ulaşmaları için anahtar bir faktör olarak tanımlanmıştır (92,95,97,98).

2.7.3. Silika Kaplı Alüminyumoksit Tozu ile Kumlama

Tribokimyasal silika kaplamada silika ile modifiye edilen Al_2O_3 partikülleri basınçla porselen yüzeyine uygulanır. Tribokimyasal silika kaplama işleminde, Al_2O_3 tozu ile mikromekanik retansiyon sağlanırken, silika kaplı partiküller sayesinde de silanizasyonla birlikte kimyasal bağlanma meydana gelir (20,21).

Tribokimyasal silika uygulaması birçok metotla uygulanabilir. Rocatec Plus (3M ESPE, Seefeld, Germany) laboratuvar ortamında yüzeye silika kaplamak için kullanılan bir sistemdir (18). Cojet (3M ESPE, Seefeld, Germany) sistemi ise metal porselen ve tam porselen restorasyon kırıklarının ağız içi tamirleri gibi klinik uygulamalarda yüzeye silika kaplamak için kullanılır (13). Silika kaplamayı takiben silanizasyon uygulamasının yüksek alümina ve zirkonyum oksit porselenlerin adezyonunu yalnızca kumlama işlemine göre daha çok arttırdığı gözlenmiştir (13).

Cojet sistemi ile silika kaplı alumina partikülleri yüzeye yerleştirilir ve takiben alumina ve silika partikülleri ile adezivler arasında kovalent bağ kuran silan ajanı sürülür. Bu metod rezinler ve güçlendirilmiş porselenler arasında istenilen adezyonu sağlar (88).

Y-TZP üreticilerinin önerdiği adeziv simantasyonu arttırmak için kullanılan kumlama ve tribokimyasal kaplamanın, Y-TZP materyallerinin mekanik özelliklerini etkilediğine dair birçok çalışma yapılmıştır (38,95,99,100).

2.7.4. Lazer ile Pürüzlendirme

Goldman et al. (101) dental sert dokular üzerinde ilk lazer ışınını kullanmaya başlamıştır. Diş hekimliği ve tıp alanındaki hastalıkların tedavisinde, lazer kullanımı son zamanlarda artan bir gelişme göstermektedir. Farklı tedavi prosedürleri içinde farklı dalga boylarında lazer sistemleri geliştirilmiştir (102-104). Lazerle pürüzlendirme, mine ve dentinin asitle pürüzlendirmesine de alternatif bir metottur (104). Aynı zamanda porselen materyallerin yüzey pürüzlendirmesi amacıyla kullanılmaktadır (89).

2.7.5. Yüzey Ajanı Uygulaması

Yaklaşık olarak 50 yıl önce trivinilsiloksan (2-metoksi-etoksi) yüzey işlemleri için kullanılmıştır (105). Daha sonra 1-metakrilo metil trimetilsiloksan, 3-akriloksi propil trimetoksisilan, 3-metakriloksi propil triklorosilan, 3-(4-metakriloksifenil) propil trikloro silan, 3-metakriloksi propil sililtriizosiyonat ve 3-merkaptopropil trimetoksisilan kombinasyonları porselenlere rezinlerin bağlantısı için geliştirilmiştir (106, 107). Yüzey işlemleri porselen restorasyonlarda porselen materyali ile rezin siman arasındaki adeziv bağlantıyı artırmak açısından çok önemlidir (108,109).

Yazarlar daha öncesinden, rezin bazlı yapıştırma ajanları ile silika bazlı porselen restorasyonlar arasındaki bağlantı kuvvetinin MTS içerikli primer kullanıldığında arttığını söylemişlerdir (110,111). Tiofosfat monomerleri (MEPS) bir çeşit organik asit içerir ve özellikle metal alaşım ile çeşitli rezinler arasındaki bağlantıyı artırır (112).

Soy metal alaşımlarda yüzey işlemi için primer uygulaması 1980 lerde geliştirilmiştir. Bu primer ajanı aseton içerisinde VTD (6-(vinilbenzil-n-propil)-amino-1, 3, 5-triazin-2,4-ditiol,-ditiol tautomer) monomeri içermektedir. VTD monomeri polimerize olabilen sülfür komponenti olarak kategorize edilmektedir (113).

Silan ajanları iki fonksiyonlu bir monomer olarak görev yapar. İçerdiği silanol grup porselen yüzeylerle birlikte, metakrilat grup ise kompozit rezin matriksi içindeki kopolimerle birlikte hareket eder. Silan ajanları rezin kompozitlerin camsı yapısının ıslanılabilirliğini arttırmayı sağlarken aynı zamanda rezin kompozit ve porselen arasındaki fiziksel, kimyasal ve mekanik bağlanmayı güçlendirir (88). Cam fazı düşük kristal fazı yüksek olan Y-TZP gibi yüksek dirençli porselenler cam fazı düşük olduğu için aside dirençli bir yapı kazanmaktadır. Bu da materyallerin aside dirençli bir yapı kazanmasını sağlamakta ve yetersiz bir pürüzlendirmeye neden olmaktadır (114).

2.8. SABİT PROTETİK RESTORASYONLARDA PORSELEN ÜSTYAPI KIRIKLARININ TAMİRİ

Herhangi bir sabit protetik restorasyonda kırık meydana geldiğinde 2 türlü tamir işleminden söz edilebilir. Bunlardan birincisi laboratuvar koşullarında yapılan porselen tamiri, diğeri ise ağız içerisinde yapılan porselen tamiridir.

2.8.1. Ağız İçi Tamir Yöntemi

Porselen tamir sistemlerinin klinik başarısı büyük oranda kompozit rezin ile veneer porselen ve alt yapı materyali arasındaki bağlanmanın bütünlüğüne dayanmaktadır. Bu bütünlük kimyasal veya mekanik bağlanmanın başarısıdır (11). Porselen tamirine başlanmadan önce mutlaka kırılmanın nedeni belirlenmeli ve bu sorun giderilmelidir. Eğer sorunu giderilmesi aşaması atlanırsa, hatanın tekrarlanması kaçınılmaz olup tamir uygulaması da başarısızlıkla sonuçlanabilir.

2.8.1.1. Ağız İçi Tamirin Önemi

Porselen kırığının tamiri hasta ve hekim için zorluk yaratan bir durumdur. Porselen kırıklarında ideal olanı restorasyonun yenilenmesidir. Çünkü porselenin oluşturulmasında fırınlama işlemleri gerektiğinden dolayı var olan restorasyona ağız içinde yeni porselen eklemek mümkün değildir (11). Ancak bazı durumlarda bu mümkün olmayabilir (115). Porselen restorasyonun laboratuvar koşullarında tamiri söz konusu olduğunda artan maliyet, rahatsızlık, zaman kaybı, köprüyü çıkarma sırasında meydana gelecek komplikasyonlar gibi nedenlerden dolayı porselen restorasyonların ağız içinde tamiri çok tercih edilen yöntemdir. (10). Yukarıda ifade edilen bütün bu zorluklardan dolayı ağız içi porselen tamir işlemi uygulanmaktadır (116,117). Ağız içi porselen tamiri kırılmış restorasyonun çıkarılmasına ve yeniden yapılmasına bir alternatif olarak uygulanması mümkün, düşük riskli ve komplikasyonu olmayan bir tedavi seçeneğidir. Bu yöntemle klinik başarının sağlanmasında tutuculuk, yüzey bitirmesi, renk uyumu ve konturlar en önemli faktörlerdir (118).

2.8.1.2. Ağız içi Tamirde Yüzey İşlemlerinin Önemi

Ağız içi tamir uygulamaları için birçok farklı porselen tamir materyali ve tekniği geliştirilmiştir (14,115,119). Günümüzde porselen tamir sistemleri, porselen yüzeyi ve tamir materyali arasındaki makro bağlantının yanı sıra kimyasal ve mikromekanik bağlantıya ve yüzey işlemleri sonucunda oluşan bağlantı gücüne dayanmaktadır (120,121).

Dişhekimliğinde ağız içi porselen tamiri yapılırken tamir materyali olarak kompozit rezinler kullanılmaktadır. Kumlama, asit uygulaması, lazerle pürüzlendirme ve silika

kaplı partiküllerle kumlama gibi birçok metot, rezin materyalin bağlanma kuvvetini arttırmak amacıyla uygulanmaktadır (97,122).

2.9. KOMPOZİT REZİNLER

Kompozit rezinler porselen restorasyonların ağız içinde meydana gelen kırıkların tamirinde kullanılmaktadır. Tamir materyali ve restorasyon arasındaki bağlantı, fonksiyonel kuvvetlere karşı koymak için dayanıklı olmak zorundadır. Bunu sağlayabilmek için de ısı genleşme katsayıları ve polimerizasyon büzölmeleri birbiriyle uyumlu olmalıdır. Kompozit rezinlerin tipleri de porselene yapışma direncinde etkilidir. Porselenin ara yüzünde büyük partiküllü kompozit rezinlerin veya hibrit tipi rezinlerin bağlanma kuvveti, mikrofil kompozit rezinlerin bağlanma kuvvetinden daha büyüktür (123). Hibrit kompozit rezinler, mikrofil rezinlere oranla daha dayanıklı ve daha az strese sahip bulunmuşlardır (86). Yorucu kuvvetler söz konusu olduğu zamanlarda da hibrit tip kompozitlerin kullanılması önerilmektedir (9,14).

Kompozit rezin sistemlerin porselen tamirinde başarı ile kullanılması yüksek kalitede bağlanma özelliği yaratmalarına değil, aynı zamanda yorulmalara karşı koyabilmelerine de bağlıdır (124).

2.9.1. Kompozit Resinlerin Yapısı

Diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan kompozit rezinler üç ayrı fazdan oluşur.

1. Organik polimer matriks faz: Dental kompozitlerin organik fazı olarak da adlandırılan rezin matriks, kompozitin sertleşmesini sağlayan polimerler, kompozitin bozulmadan saklanabilmesini sağlayan stabilizatörler, polimerizasyonu tetikleyen initiatörler, renk belirlenmesinde kullanılan pigmentler ve kompozitin son halini oluşturan birçok kimyasaldan oluşur (125). Organik matriks kısmının en önemli parçasını polimer yapı oluşturur. Polimerler, monomer adı verilen çok daha küçük yapıların birbirleri ile bağlanması sonucu oluşan büyük moleküllerdir. Genellikle rezin matriks metakrilatlardan oluşmuş bir polimer yapıya sahiptir (126).

2. İnorganik faz: Matriks içine dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki baryum, baryum alüminyum silikat, borosilikat cam, çinko, kuartz, lityum alüminyum silikat,

stronsiyum, yitrium cam gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur. Doldurucular dayanıklılığı ve radyoopaklığı arttırmak, estetiği ve işlenebilirliği geliştirmek, sıcaklık farklılıklarında boyutsal değişimleri ve büzülme azaltmak için kullanılırlar. Genel olarak kompozitin fiziksel ve mekanik özellikleri eklenen doldurucu miktarı ile doğrudan ilişkilidir (127).

3. Ara faz: Kompozit materyalinin fiziksel özelliklerinin tam olarak ortaya çıkabilmesi için doldurucular ve rezin arasındaki bağlantının yeteri kadar sağlanabilmesi gerekir. Rezin ile doldurucu partiküllerin birbirlerine bağlanabilmeleri kimyasal ve/veya mekanik bir bağlantı oluşturabilmeleri için monomer yapının doldurucu partikülleri ıslatması gerekir. Bu yüzden iki ana bileşeni birbirine bağlayacak olan ara fazın hem rezinin hem de doldurucuların özelliklerini taşıyabilmesi gerekir. Bağlayıcı ajan olarak bilinen silan bu bağlantının oluşabilmesini sağlar. Silanın bir ucu SiOH gruplarına sahipken diğer ucu rezin ile kovalent bağ oluşturabilen metakrilat grupları içerir. Silan bir taraftan doldurucularla silisyum-oksijen gruplarıyla, diğer taraftan rezinle de metakrilat grupları ile kovalent bağlar oluşturur (127).

2.9.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler birçok şekilde sınıflandırılabilirler. Ancak günümüzde geçerliliğini koruyan ve en sık kullanılan sınıflama şekli inorganik doldurucu partikül büyüklüklerine dayanan sınıflamadır (Tablo 2.1) (128).

2.9.2.1. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Kompozit Rezinler

Kendi kendine kimyasal yolla polimerize olan kompozitler (Chemical-cured)

Kimyasal ve ışık aktivasyonu yolu ile polimerize olan kompozitler (Dual-cured)

2.9.2.2. Akıcılıklarına Göre Kompozit Rezinler:

Akışkan kompozitler (Flowable)

Kondanse edilebilen kompozitler (Condensable-Packable)

2.9.2.3. Partikül Büyüklüklerine Göre Kompozit Rezinler

Kompozit rezinler partikül büyüklüklerine göre aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Kompozit Rezinlerin Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması

Partikül Büyüklüklerine Göre	
Rezin	Partikül Büyüklüğü (µm)
Megafil	50-100
Makrofil	10-100
Midifil	1-10
Minifil	0,1-1
Mikrofil	0,01-0,1
Hibrit	0,04-1
Nanofil	0,005-0,01

2.10. BAĞLANTI KUVVETİ VE TEST YÖNTEMLERİ

2.10.1. Bağlantı Kuvveti Tanımı

Bağlantı kuvveti, adeziv-adherent (bağlanılan yüzey) ara yüzeyinde veya yakınındaki birim alanda bağlantıyı bozarak başarısızlığa neden olan minimum kuvvet değeridir. Bu nedenle bağlantı kuvveti testleri aynı zamanda ayrılma testleri olarak da adlandırılabilir. Bağlantı kuvveti bağlantı sahasının genişliğine, sahanın tamamının kontrolüne bağlıdır. Bağlantı kuvvetinin hesaplanabilmesi için de alanın boyutlarının bilinmesi gerekmektedir. Aynı ürünün bağlantı kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan farklı metotlar veya modifikasyonlar sonuçları değiştirebilir (129).

Bağlantı kuvvetinin değerlendirilmesinde kullanılan test sonuçları laboratuardan laboratuara farklılık göstermektedir. Bu durumda farklı araştırmacı ve üreticilerin sunduğu sonuçların karşılaştırılması tam olarak mümkün olmamaktadır.

Bu amaçla; Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu olan ISO, ‘‘ CD TR 11405 başlıklı dental materyaller-diş dokusu ve dental materyal arasındaki bağlantının etkinliğinin ve kalitesinin tahkikatında kullanılan farklı metotların standardizasyonu amacıyla düzenlenmiş diş dokusuna adezyonun test klavuzu’’ adlı dokümanı teknik bir rapor olarak yayınlamıştır. Üreticilerin ve araştırmacıların bu dokümanda belirtilen prosedürleri takip etmesi sonucunda farklı laboratuarlardan elde edilen verilerin, klinik sonuçlarla kıyaslanıp ilişkilendirilmesi mümkün olacaktır (130,13).

Bağlantı kuvvetinin azalmasındaki en önemli sebep, rezin-porselen bağlantı ara yüzünde hidrolitik çözülme meydana gelmesidir. Su, rezinin doldurucu-matriks yapısı arasındaki kısımlarına etkiyerek doldurucu ile matriks arasında ayrılmalara ve matriksin direncinin azalmasına neden olur. Suda bekletme süresi ve termal döngü arttıkça bağlantı dayanıklılık değerlerinin düştüğü belirtilmektedir (131). Zirkonyaya rezin simanların bağlantı kuvvetinin ölçüldüğü bazı çalışmalarda, örnekler simantasyon sonrası 24 saat (13,132), 48 saat (133-135), 7 gün (18,136) ve 150 gün distile suda (92) bekletilmiştir.

2.10.2. Çekme Testleri

Çekme testlerinde bağlantı, diş dokusuna 90° lik bir açı ile seyreden bir kuvvet yardımı ile test edilir. Tek sorun gerek test sırasında gerekse bağlanma işlemi sağlanırken uygulanacak sabitleme işleminin farklı bir ara yüz geometrisi oluşturacak stres konsantrasyonuna yol açmamasını sağlamaktır. ISO dokümanlarında hem test işlemi hem de bağlanma işlemi esnasında sabitlemeyi güvenle sağlayacak özel enstrümanlar tanımlanmıştır (129).

2.10.3. Makaslama Testleri

Makaslama testlerinde bağlantı diş dokusuna paralel olan bir kuvvet yardımı ile bozulmaktadır. ISO 11405 (2003) dokümanterinde, makaslama testinde kullanılacak test cihazı; örneğin sabitlenebilmesi için sert bir blok ve buna bağlı 0,5 mm’ lik künt bir uca sahip olan ayırıcı yüzey olarak tanımlanmaktadır.

1994 yılında yayınlanan ISO 11405 dokümanterinde; makaslama testlerindeki ideal çapraz kafa hız aralığı 0,45-1,05 mm/dk denilirken; ISO 11405 (2003) dokümanterinde ise, test için gerilimi oluşturacak önerilen standart yaklaşma hızı çekme testlerin de

olduğu gibi $0,75 \pm 0,30$ mm/dk (kuvvet oranı: 50 ± 2 N) olarak belirtilmiştir (129). Bu değerin üzerindeki hızların, anormal stres dağılımına yol açarak test sırasında örneklerin içerisinde koheziv kırıklara neden olduğu ifade edilmiştir. Yüksek hızlarda, yüksek bağlantı direnci ve düşük adeziv başarısızlık verileri makaslama testlerini adeziv bağlantı yüzeyinin değerlendirilmesinde düşük hassasiyete bağlı bir test metodu haline getirmektedir (137). Hara et al. (138) makaslama testlerinde çapraz kafa hızının 0,50 ve 0,75 mm/dk olması halinde adeziv başarısızlığın belirlenebileceğini, üzerindeki değerlerde ise ya adeziv materyal ya da substrat içerisinde koheziv kırık oluşturarak adeziv bağlantı kuvveti için yüksek sonuçlar elde edilebileceğini ifade etmişlerdir.

2.11. YÜZEY İNCELEME YÖNTEMLERİ

Dişhekimliğinde yüzeylerin incelenmesinde en sık kullanılan yöntemler; profilometre kullanılması, atomik kuvvet mikroskobu kullanılması ve tarama elektron mikroskobu (SEM) incelemeleridir (139).

2.11.1. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Görüntü iletimini sağlayan ışık yollarını merceklerle değiştirerek daha küçük ayrıntıların görülmesini sağlayan aygıtlar geliştirilmiştir. Ayırım gücü, odak derinliği, görüntü ve analizi birleştirme özelliğinden dolayı tarama elektron mikroskobu araştırmalarda kullanılır (140).

SEM' de temel prensip primer bir elektron demeti ile örnek yüzeyinin taranmasıdır. Tarama işleminden önce örneklerin belirli bir protokole göre hazırlanması gerekir. Örnekler kakodilat buffer solüsyonunda % 2,5 gluteraldehit içinde sabitlenir. Daha sonra konsantrasyonu gittikçe arttırılan etanol içinde dehidratasyona tabi tutulur ve kimyasal kurutma yapılır. Alüminyum kalıplara oturtulan örnekler (Polaron SC7610, Sputter Coater) vakum altında ince bir altın-palladyum tabakası ile kaplanır (141). Tarama işlemi esnasında primer elektron demeti örnek yüzeyindeki elektronlarla etkileşime girerek bu elektronların etrafa dağılmasına neden olur. Yüzeyin herhangi bir noktasından yayılan ikincil elektronların algılayıcılar tarafından tespit edilip toplanmasıyla yüzeyin topografisi, yüzey bileşenleri ve yapısı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Algılayıcıya ulaşan elektron sayısı ne kadar fazla ise o bölgenin görüntüsü o

kadar parlak, ne kadar az ise bölge görüntüsü o kadar karanlık alınır. Bu şekilde örnek yüzeyinin gri tonlarında görüntüsü elde edilir (141).

2.12. AĞIZ ORTAMINI SİMÜLE EDEN TESTLER

Dişhekimliğinde yapılan çalışmalarda ağız içi şartların taklit edilebilmesi için mekanik yükleme, termal döngü ve yapay tükürük ya da suda bekletme gibi yöntemler kullanılmaktadır.

2.12.1. Yaşlandırma Testleri (Termal Döngü)

Bağlantı kuvvetinin değerlendirildiği in vitro testlerde, oral ortamın termal, biyolojik ve fizyolojik durumunu taklit etmek ve bağlantının yaşlandırılması açısından, örnekler 23 (± 2)°C lik oda ısısında hazırlandıktan sonra test öncesi suda ya da yapay tükürükte bekletilebilir ve/veya ısıl çevirim işlemine tabi tutulabilir (131).

Ağız içerisinde yeme, içme, nefes alma sırasında sıcaklık değişimleri oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda sıcak ve soğuk içeceklerle diş yüzeyindeki sıcaklıklar ölçülerek en düşük 4,5 santigrat derece (°C) en yüksek 50-55 °C kaydedilmiştir (142,143).

Isısal streslerin sebep olduğu büzülme ve genişlemeler sonucunda restorasyon ve diş arasında marjinal boşluk ve mikrosızıntı ihtimali artar (144). Restorasyonların ağız ortamında maruz kaldıkları ısı değişikliklerini taklit etmek amacıyla in-vitro çalışmalarda termal döngü test yöntemleri kullanılır (145). Fakat araştırmacılar arasında ısısal çevirim sayısı ve daldırma zamanı konusunda fikir birliğine varamamıştır (142).

Termal döngü testleri en düşük 5°C ve en yüksek 55°C aralığında, ortalama 30 saniye bekletme süresinde gerçekleştirilmektedir. Çok kesin bir bilgi olmamakla birlikte 1200 termal döngünün ortalama bir yıllık termal döngüye denk geldiği literatürde geçmektedir (146,147).

Araştırmacılar porselen-rezin siman bağlantısında; termal döngünün aynı ısıda suda bekletme yöntemine göre daha gerçeğe yakın olduğunu rapor etmişlerdir (99,148).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Ağız içi porselen tamir sistemlerinin ve bu sistemlere eklenen alternatif primerin bir yıllık yaşlandırma sonrasında laboratuvar koşulları altında alt yapı materyallerine olan makaslama bağlantı kuvvetlerini test etmek amacıyla Erciyes Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı ve Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapılan bu çalışma aşağıdaki sıralama ile gerçekleştirilmiştir:

3.1. Alt yapı materyallerinin elde edilmesi

3.2. Alt yapı materyallerine tamir sistemlerinin uygulanması

3.3. Yaşlandırma işlemi (Termal Döngü)

3.4. Makaslama testinin yapılması

3.5. SEM analizi

3.6. İstatistiksel değerlendirme

3.1. ALTYAPI MATERYALLERİNİN ELDE EDİLMESİ

Çalışmada kullanılan altyapı örnekleri yedi- onbir milimetre (mm) çapında ve 2 mm kalınlığında kıymetsiz metal alaşımı, zirkonya, alumina, galvanokaplama (kıymetsiz alaşımın üzerine altın kaplaması) ve cam porselen materyallerinden elde edildi.

Kıymetsiz metal alaşımları hazır kalıp şeklindeki metal bloklardan kesilerek elde edildi.

Zirkonya altyapılar özel bir laboratuarda CAD/CAM cihazı (Yenadent, D43, Türkiye) kullanılarak yarı sinterlenmiş bloklardan kesildi ve ardından 1500 °C’ de 16 saat boyunca sinterlenerek üretildi.

Cam porselen altyapı grubundaki örnekler de özel bir laboratuarda CAD/CAM cihazı (Yenadent, D43, Türkiye) kullanılarak porselen bloklardan kesilerek üretildi.

Alumina alt yapı örnekleri üretici talimatlarına göre toz-likit şeklinde karıştırılıp özel bir kalıp içerisine alınarak 1120 °C de 10 saat boyunca sinterlendi. Ardından ortaya çıkan pöröz yapının içerisine çok ince cam taneciklerinden oluşan materyal (lantanium silikat) emdirilerek 1100 °C de ikinci kez fırındı. Böylece erimiş cam kristallerinin çekirdek içerisine infüzyonu ve çekirdeğin camlaştırılması sağlanarak alumina altyapı üretilmiş oldu.

Soy metal alaşımını temsil etmesi amacıyla, kıymetiz metal alaşımı üzerine özel bir cihaz ile sert altın kaplama yöntemi kullanılarak galvanokaplama altyapı elde edildi (Gammatt Free, Gramm GmbH & Co, Almanya). Kaplama işleminde, cihaza uygun olarak üretici firma tarafından üretilmiş solüsyonlar kullanıldı. Örnekler birbiri ile temas etmeyecek ve firma talimatlarına uygun olarak kaplama başlığı ünitesinde bulunan kırmızı çizginin üzerinde kalacak şekilde asılarak kaplama başlığı ünitesine monte edildi. Cihaza ait olan sert-altın kaplama chip kartı cihazın kart giriş bölmesine takıldı. Cihaz açıldıktan sonra ekrandaki menüden sert-altın kaplama (Hard-Gold plating) seçeneği seçildi. Üretici firma talimatlarına uygun olarak altın kaplama işlemine devam edildi. Sürenin sonunda cihaz otomatik olarak kaplama işlemini durdurdu. Çalışmada kullanılan altyapı materyalleri Tablo 3.1’ de belirtilmiştir.

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan altyapı materyalleri

Altyapı Materyalleri	Marka ve üretim yerleri	Kodu
Kıymetsiz metal alaşım	Kera C / Wörth-Almanya	P 08-89
Zirkonya	Zirkozahn SRL- İtalya	ZRAB0911
Alumina	Vita Zahnfabrik In-Ceram Alumina/Sackingen-Almanya	D-79713
Galvanokaplama	Gammat Free, Gramm GmbH & Co, Almanya	0.156
Cam Porselen	Vitablocks for CEREC/Inlab Mark II Sackingen-Almanya	3 M2C I2

Cam porselen alt yapı grubunda 20' şer adet ve kıymetsiz alaşım, zirkonya, alumina ve galvanokaplama altyapı gruplarında ise 40' ar adet olmak üzere toplam 180 adet altyapı materyali elde edildi. Her bir alt grupta 10 örnek (n=10) olacak şekilde toplam 18 grup oluşturuldu. Bu materyaller zımpara makinesinde yüzey standardizasyonu yapılabilmesi ve kırma makinesinde bağlantı kuvvetini ölçebilmek amacıyla altyapılar merkezde konumlanacak şekilde çapı 30 mm olan özel teflon kalıplara yerleştirildi (Struers MultiClips, Almanya). Akıcı kıvamda karıştırılan kendiliğinden sertleşen akrilik (Panacyrl, Self Cure Acrylic, Ruby Dent) teflon kalıpların içerisine dökülerek örnekler kalıba alındı (Şekil 3.1-2).

**Şekil 3.1:** Teflon kalıp ve içerisine dökülen akrilik rezin



Şekil 3.2: Teflon kalıp içindeki örnekler

Materyallerin yüzeylerinin tamamen düzgün ve pürüzsüz olması ve aynı zamanda da standardize edilmesi amacıyla örnekler polisaj makinesi kullanılarak sırasıyla 300 ve 500 gritlik SiC folyo zımpara ile 300 rpm hızda su banyosu altında 1'er dakika boyunca üretici talimatlarına göre (Tegrapol-11, Struers, Ballerup, Almanya) zımparalandı (Şekil 3.3-4).



Şekil 3.3: Polisaj makinesi



Şekil 3.4: Kalıplardan çıkarılarak yüzey düzenlemesi yapılan altyapı örnekleri

Çalışmamızda kullanılan altyapı materyalleri ve oluşturulan tamir grupları çalışma şeması ile birlikte Tablo 3.2’ de belirtilmiştir.

Tablo 3.2: Çalışma Şeması

Çalışma Şeması																
KM (40)				Z (40)				A (40)				G (40)				C (20)
KM _V	KM _{VP}	KM _K	KM _{KP}	Z _V	Z _{VP}	Z _K	Z _{KP}	A _V	A _{VP}	A _K	A _{KP}	G _V	G _{VP}	G _K	G _{KP}	C _V
																C _K

KM: Kıymetsiz Alaşım Altyapı Materyali **Z:** Zirkonya Altyapı Materyali **A:** Alumina Altyapı Materyali
G: Galvanokaplama Altyapı Materyali **C:** Cam Porselen Altyapı Materyali **P:** Alternatif Primer **V:** Voco
 Tamir Sistemi **K:** Kuraray Tamir Sistemi

Aşağıda her bir alt grubun kısaltma ve açıklamaları belirtilmiştir:

KM_K: Kıymetsiz metal alaşım altyapıya Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

KM_{KP}: Kıymetsiz metal alaşım altyapıya alternatif primer + Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

Z_K: Zirkonya altyapıya Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

Z_{KP}: Zirkonya altyapıya alternatif primer + Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

A_K: Alumina altyapıya Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

A_{KP}: Alumina altyapıya alternatif primer + Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

G_K: Galvanokaplama altyapıya Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

G_{KP}: Galvanokaplama altyapıya alternatif primer + Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

KM_V: Kıymetsiz metal alaşım altyapıya Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

KM_{VP}: Kıymetsiz metal alaşım altyapıya alternatif primer + Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

Z_V: Zirkonya altyapıya Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

Z_{VP}: Zirkonya altyapıya alternatif primer + Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

A_V: Alumina altyapıya Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

A_{VP}: Alumina altyapıya alternatif primer + Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

G_V: Galvanokaplama altyapıya Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

G_{VP}: Galvanokaplama altyapıya alternatif primer + Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

C_V: Cam porselen altyapıya Voco tamir sistemi uygulanan alt grup

C_K: Cam porselen altyapıya Kuraray tamir sistemi uygulanan alt grup

3.2. ALTYAPI MATERYALLERİNE TAMİR SİSTEMİ UYGULANMASI

Bütün altyapı yüzeyleri ağız içi kumlama makinesi (Hager Verken sandblaster-Germany- 401080) kullanılarak 50 µm' lik Al₂O₃ tozu ile 2,5 atmosfer (atm) basınç altında, 20 mm. mesafeden 10 saniye süre ile kumlandı (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Ağız içi kumlama makinesi

Kumlama yapılmış örnekler 5 dakika boyunca ultrasonik cihaz (Elmasonic S100H, Elma GmbH & Co KG, Singen, Almanya) içindeki distile suda temizlendi ve hava ile kurutuldu. Ardından çalışmada kullanılan alternatif primer üretici talimatlarına göre cam porselen altyapı için uygulanabilir olmadığından cam porselen altyapı grubu her bir grupta eşit örnek dağılımı olacak şekilde 2 alt gruba, diğer 4 altyapı grubu ise her bir altyapı her iki orjinal set ve setlere eklenen alternatif primer uygulaması olmak üzere ve her grupta eşit örnek dağılımı olacak şekilde 4 alt gruba ayrıldı. İki alt gruba ayrılan cam porselen altyapıların bir yarısına Kuraray tamir sistemi (Clearfil, Kuraray Dental, Japonya), diğer yarısına ise Voco tamir sistemi (Cimara&Cimara Zirkon, Voco, Almanya) uygulandı. Diğer 4 altyapı grubunun her birine ise sırasıyla Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanması (Z-Prime plus, Bisco Inc. Schaumburg, U.S.A), Voco tamir sistemi ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanması şeklinde tamir sistemleri uygulandı (Tablo 3.2). Alternatif primer ile birlikte tamir sistemi uygulanan gruplarda tamir sistemlerinin kendi primerleri çıkarılıp, yerine alternatif primer kullanıldı (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Çalışmada Kullanılan Alternatif Primer

Kuraray Tamir Sistemi: % 40 Fosforik asit, metal primer, porselen bond aktivatörü, Se bond primer, Se Bond bond, opaker (Şekil 3.7-8).



Şekil 3.7: Kuraray Tamir Sistemi



Şekil 3.8: Kuraray tamir sistemi ile birlikte kullanılan kompozit rezin (Clearfil Majesty Esthetic)

Voco tamir sistemi: Pürüzlendirici frez, Silan (Cimara silan bağlayıcı: metilmetakrilat), opaker (Bis-GMA ve uretandimetakrilat), metal alaşımları için bond; zirkonya ve alumina altyapılar için primer ve bond ve kompozit rezin (Arabesk top: GrandioSo Nanohibrit kompozit) (Şekil 3.9-10-11).



Şekil 3.9: Voco tamir sistemi



Şekil 3.10: Voco tamir sistemi içerisinde bulunan opaker (Cimara)



Şekil 3.11: Voco tamir sistemi içerisinde bulunan pürüzlendirici frez

3.2.1. Tamir Sistemlerinin Uygulama Basamakları

3.2.1.1.Voco Tamir Sistemi İle Alt Yapı Tamiri Uygulama Basamakları

Tamir sistemleri ile altyapı materyali tamiri yapılırken üretici talimatlarına uyulmuştur.

3.2.1.1.1. Soy Metal ve Kıymetsiz Alaşım Altyapılar

Özel pürüzlendirici frez ile yüzey pürüzlendirilmesi

Silan uygulaması (2 dk, hava ile kurutma olmaksızın)

Opaker uygulaması (20 sn ışık ile polimerizasyon)

Adeziv uygulanması (20 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top rezin kompozit uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.1.2. Zirkonya ve Alumina Altyapılar

Primer uygulanması (20 sn hava ile kurutma)

Adeziv uygulaması (20 sn süre ile ışık polimerizasyonu)

Arabesk top rezin kompozit uygulanması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.1.3 Cam porselen Altyapılar

Özel pürüzlendirici frez ile yüzey pürüzlendirilmesi

Silan uygulaması (2 dk, hava ile kurutma olmaksızın)

Adeziv uygulanması (20 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top rezin kompozit uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.2. Alternatif Primer + Voco Tamir Sistemi İle Altyapı Tamiri Uygulama Basamakları

3.2.1.2.1. Soy Metal ve Kıymetsiz Metal Alaşım Altyapılar

Özel pürüzlendirici frez ile yüzey pürüzlendirilmesi

Alternatif primer uygulanması (5 sn süre ile uygulama ve 1-2 dk bekleme)

Silan uygulaması (2 dk, hava ile kurutma olmaksızın)

Opaker uygulaması (20 sn süre ve ışık ile polimerizasyon)

Adeziv uygulanması (20 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top rezin kompozit uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.2.2. Zirkonya ve Alumina Altyapılar

Alternatif primer uygulanması (5 sn süre ile uygulama ve 1-2 dk bekleme)

Adeziv uygulaması (20 sn süre ile ışık polimerizasyonu)

Arabesk top rezin kompozit uygulanması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.3. Kuraray Tamir Sistemi İle Altyapı Tamiri Basamakları

3.2.1.3.1. Kıymetsiz ve Soy Metal Alaşım Altyapılar

Metal primer uygulanması (20 sn, hava ile kurutma)

Porselen bond aktivatörü + Se bond primer uygulanması (5 sn süre ile)

Adeziv uygulaması (10 sn ışık ile polimerizasyon)

Opaker uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top kompozit rezin uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.3.2. Alumina ve Zirkonya Altyapılar

Porselen bond aktivatörü+ Primer uygulanması (5 sn süre ile)

Adeziv uygulaması (10 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top kompozit rezin uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.3.3. Cam Porselen Altyapılar

Asit uygulaması (5 sn süreyle, yıkama ve kurutma)

Porselen bond aktivatörü+ Primer uygulanması (5 sn süre ile)

Adeziv uygulaması (10 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top kompozit rezin uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.4. Alternatif Primer + Kuraray Tamir Sistemi İle Altyapı Tamiri Uygulama Basamakları

3.2.1.4.1. Kıymetsiz ve Soy Metal Alaşım Altyapılar:

Alternatif primer uygulanması (5 sn süre ile uygulama ve 1-2 dk bekleme)

Porselen bond aktivatörü ve Se bond primer uygulanması (5 sn süre ile)

Adeziv uygulaması (10 sn ışık ile polimerizasyon)

Opaker uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top kompozit rezin uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

Bitirme ve polisaj

3.2.1.4.2. Alumina ve Zirkonya Altyapılar:

Alternatif primer uygulaması (5 sn süre ile uygulama ve 1-2 dk bekleme)

Porselen bond aktivatörü+primer uygulanması (5 sn süre ile)

Adeziv uygulaması (10 sn ışık ile polimerizasyon)

Arabesk top kompozit rezin uygulaması (40 sn ışık ile polimerizasyon)

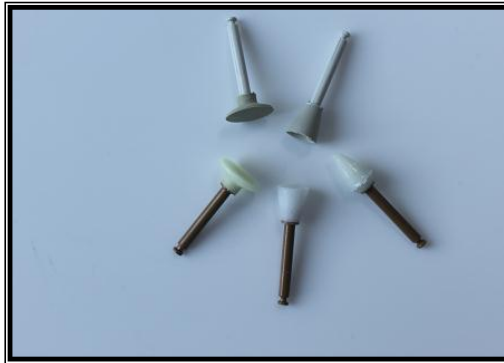
Bitirme ve polisaj

Alternatif primer uygulanan alt gruplarda tamir sistemlerinin kendi primerleri yerine alternatif primer kullanılmıştır.

Bütün örneklerin standart olması amacıyla tamir sisteminde kullanılan kompozitler 5,6 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde plastik kalıp kullanılarak elde edildi. Tüm tamir materyali 40 sn boyunca 800mW/cm^2 gücündeki ışın cihazı (Blue Swan Led, Dentanet-LD 105, Ünalı Medikal, Konya) kullanılarak polimerize edildi. Restorasyonların bitirme ve polisaj işlemleri yapıldı. Bu işlemler için sarı kuşak elmas bitirme frezleri, aşındırıcı diskler, sarı ve beyaz silikon lastikler kullanıldı (Şekil 3.12-13-14).



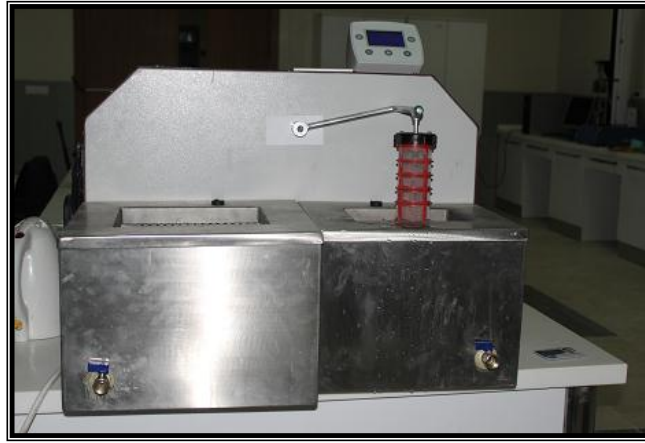
Şekil 3.12: Tamir sistemi uygulanmış altyapı örnekleri



Şekil 3.13- 3.14: Kompozit cila setleri

3.3. TERMAL DÖNGÜ UYGULANMASI

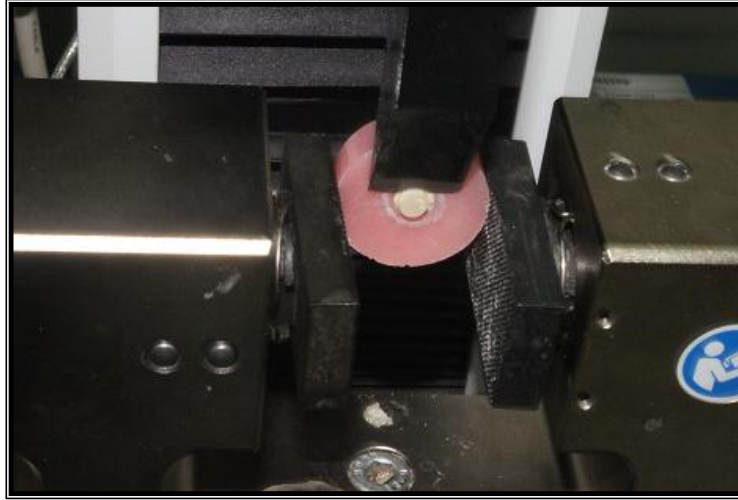
Test edilecek olan örneklerin ağız ortamıyla aynı koşullardaki sıcaklık değişimlerine maruz kalmasını sağlamak amacı ile örnekler termal döngü işlemi uygulandı. Termal döngü işlemini gerçekleştirebilmek amacıyla Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan termal döngü cihazı ile ISO standartlarına uygun olarak 5-55 °C su banyosunda her bir banyoda 30 saniye kalacak ve banyo aralarında 2 saniye süzülme süresi olacak şekilde toplam 1200 döngü yaptırıldı (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: Termal döngü cihazı

3.4. MAKASLAMA TESTİNİN UYGULANMASI

Termal döngü sonrasında bütün örnekler sırası ile universal test makinesine (Instron 2710-105, A.B.D) makaslama bağlantı kuvvetlerinin ölçümü amacıyla yerleştirildi. Makineye monte edilen tek tarafı inceltilmiş şekilde hazırlanan ve bağlantı ara yüzeyine dokunacak şekilde konumlandırılan ucun hızı 0,5 mm/dk olarak ayarlandı. Ayrılma anında ölçülen değerler Newton (N) cinsinden elde edildi ve kompozit yüzey alanına bölünerek MPa cinsinden hesaplandı (129) (Şekil 3.16-17).



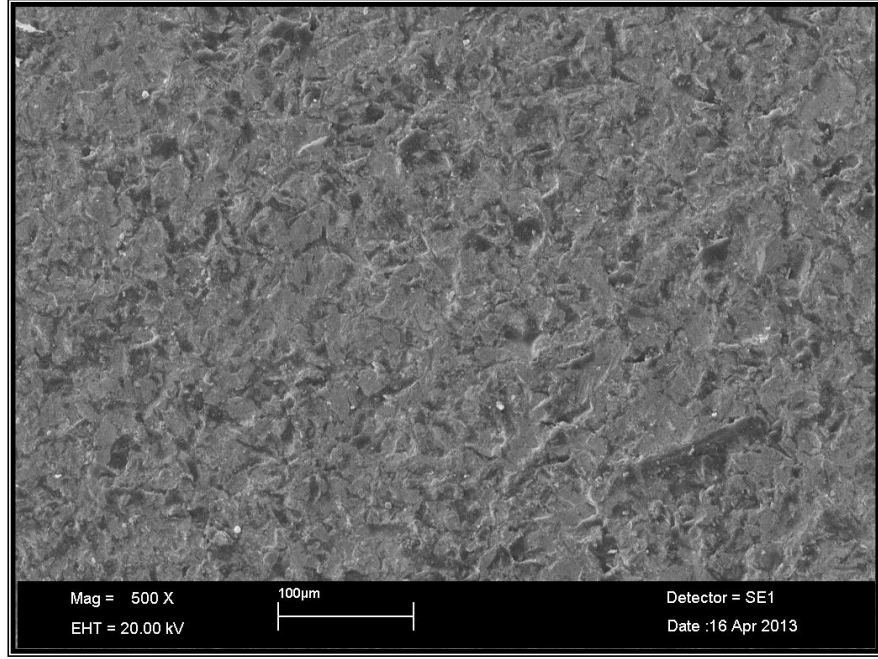
Şekil 3.16: Universal kırma testi makinesindeki örnekler



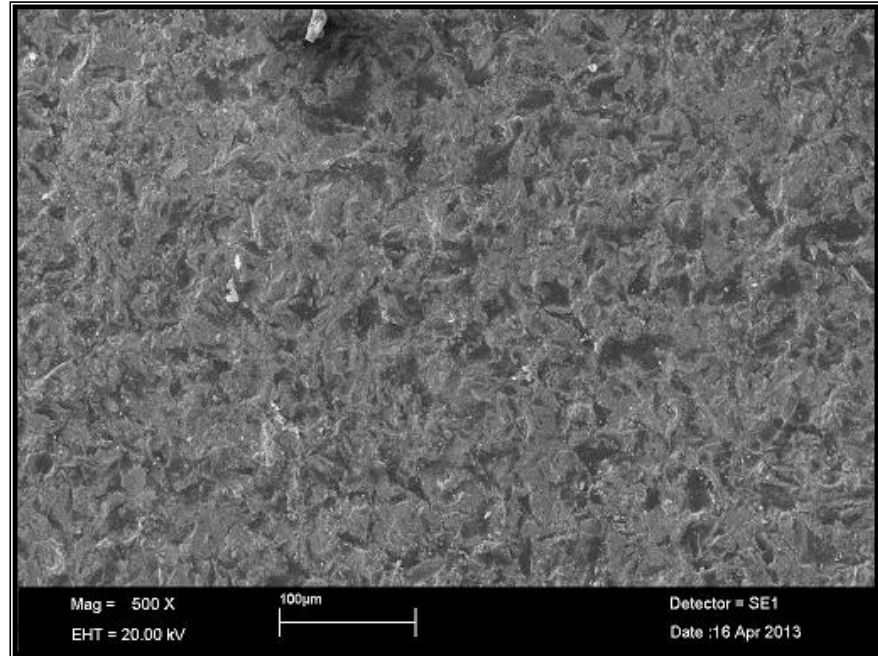
Şekil 3.17: Kırma testi sonrası örnekler

3.5. SEM ANALİZİ

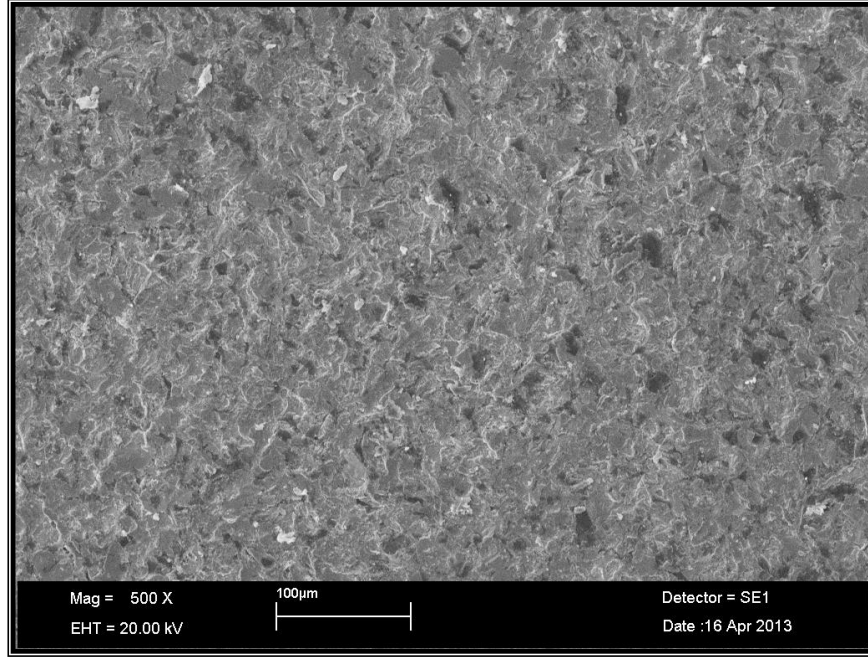
Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde tarama elektron mikroskobu (Scannig Electron Microscope) ile her gruptan rastgele birer örnek alınarak yüzey görüntüsü elde edildi. 500 büyötmeli SEM görüntüleri elde edildi.



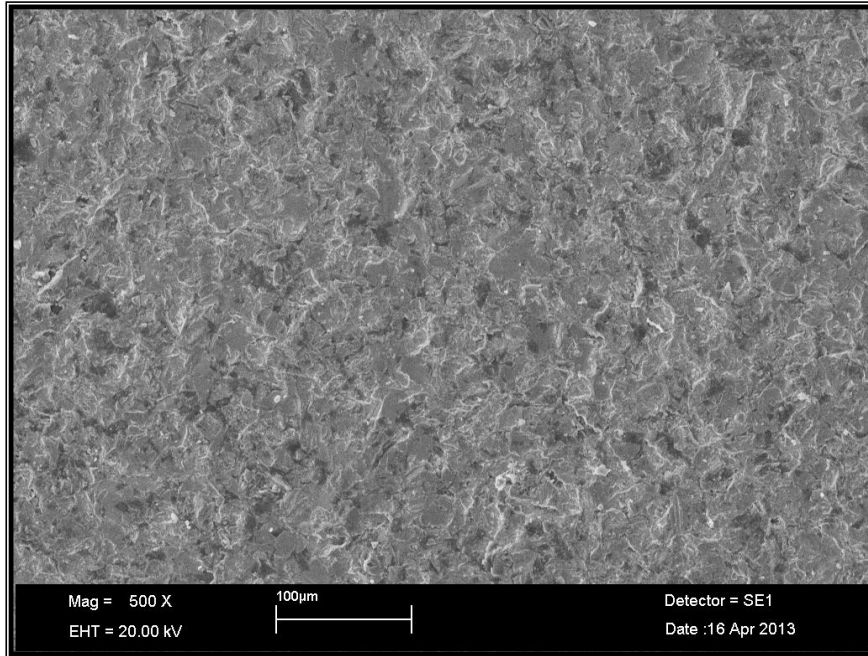
Şekil 3.18: Kuraray tamir sistemi uygulanan kıymetsiz metal alaşımlarının (KM_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



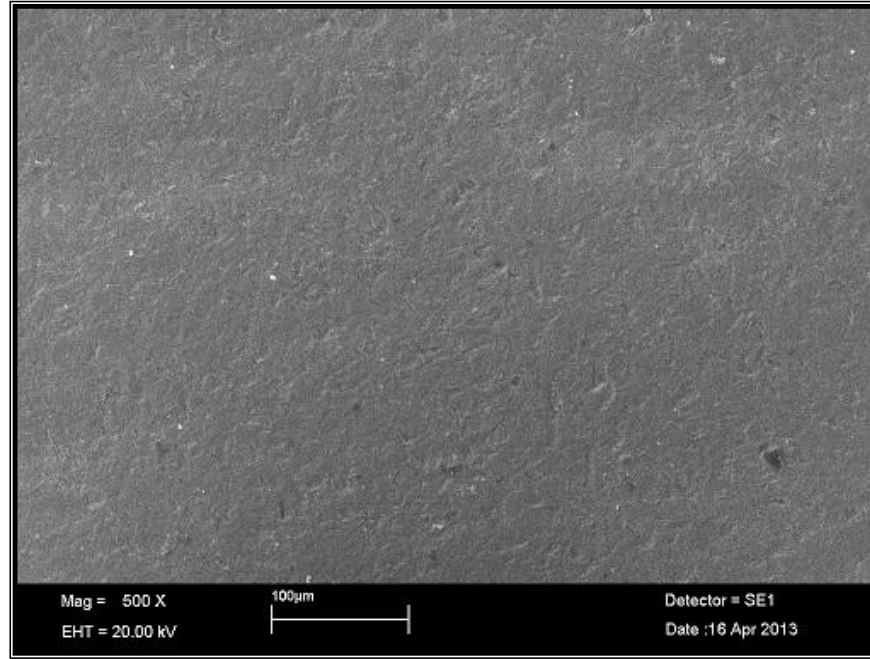
Şekil 3.19: Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan (KM_{KP}) kıymetsiz metal alaşımlarının makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



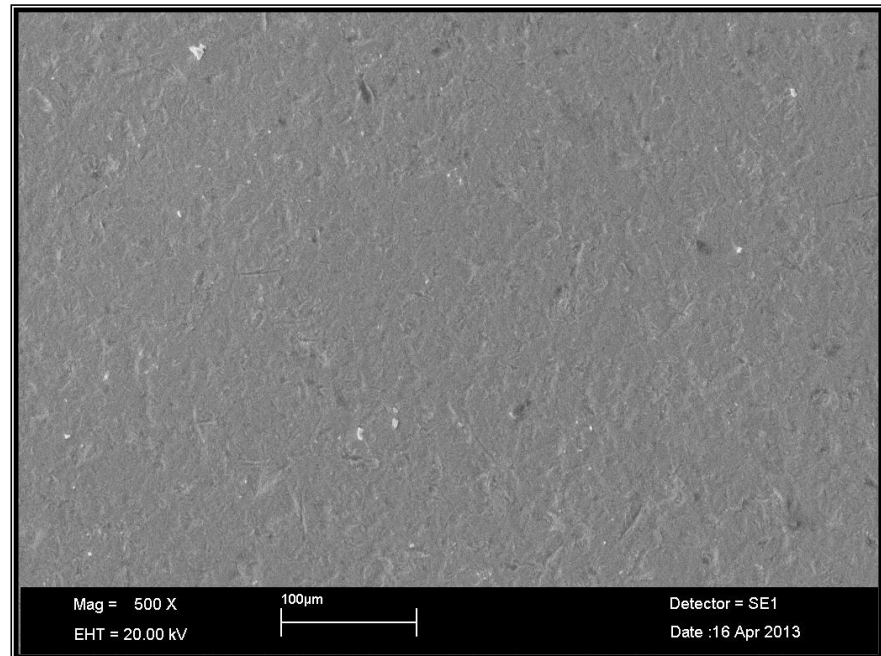
Şekil 3.20: Voco tamir sistemi uygulanan kıymetsiz metal alaşımının (KM_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



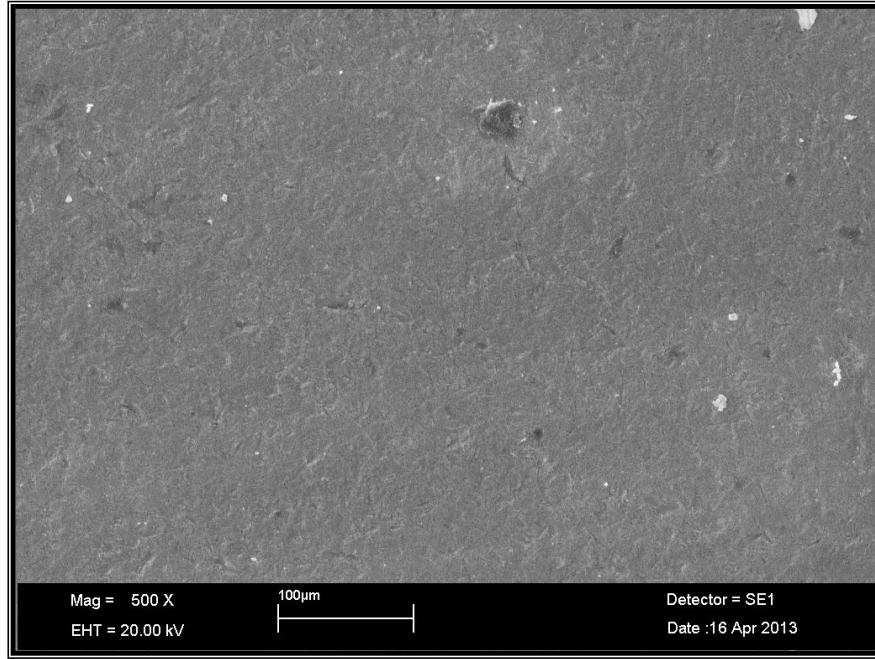
Şekil 3.21: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan kıymetsiz metal alaşımının (KM_{VP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



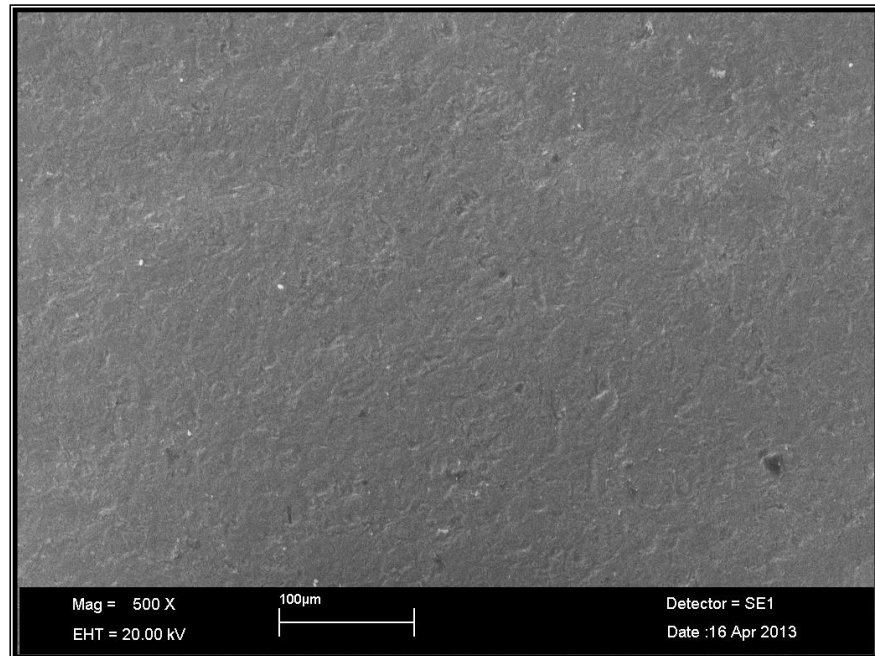
Şekil 3.22: Kuraray tamir sistemi uygulanan zirkonya altyapının (Z_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



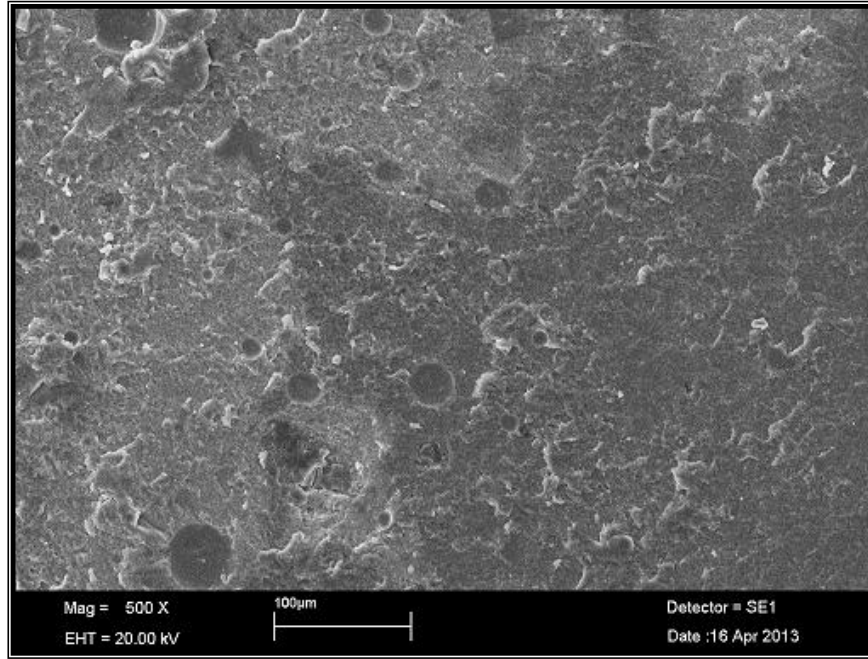
Şekil 3.23: Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan zirkonya altyapının (Z_{KP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



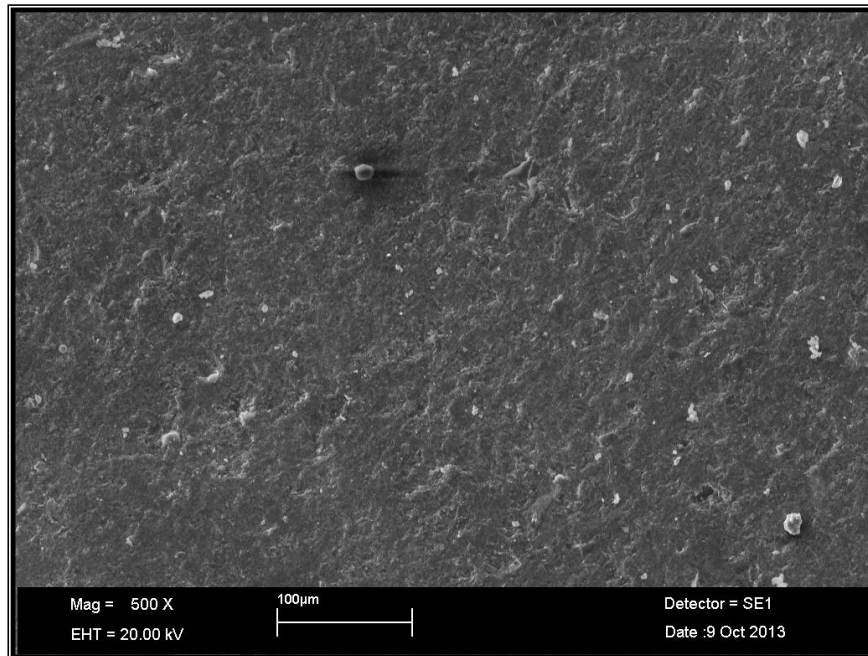
Şekil 3.24: Voco tamir sistemi uygulanan zirkonya altyapının (Z_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



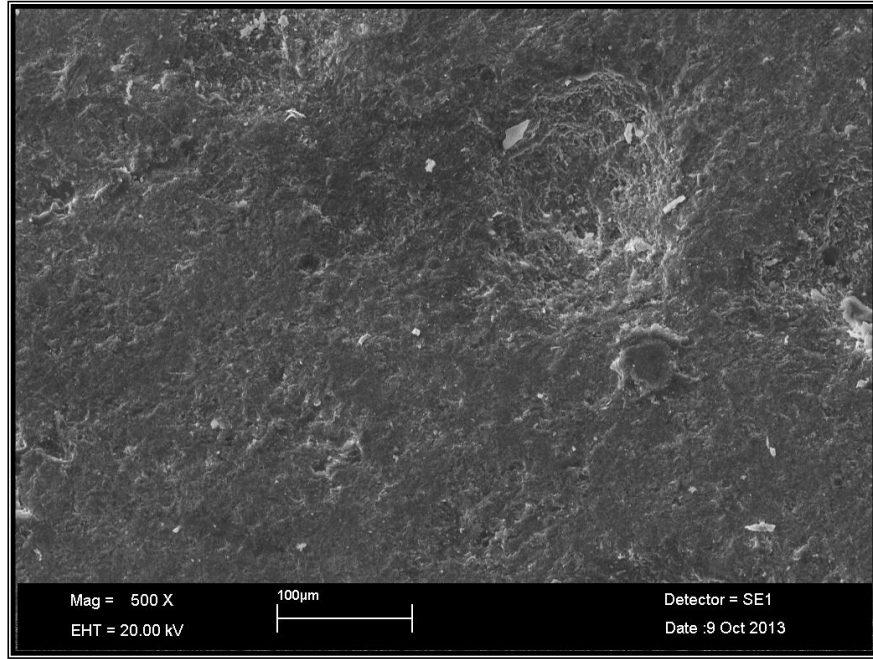
Şekil 3.25: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan zirkonya altyapının (Z_{VP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



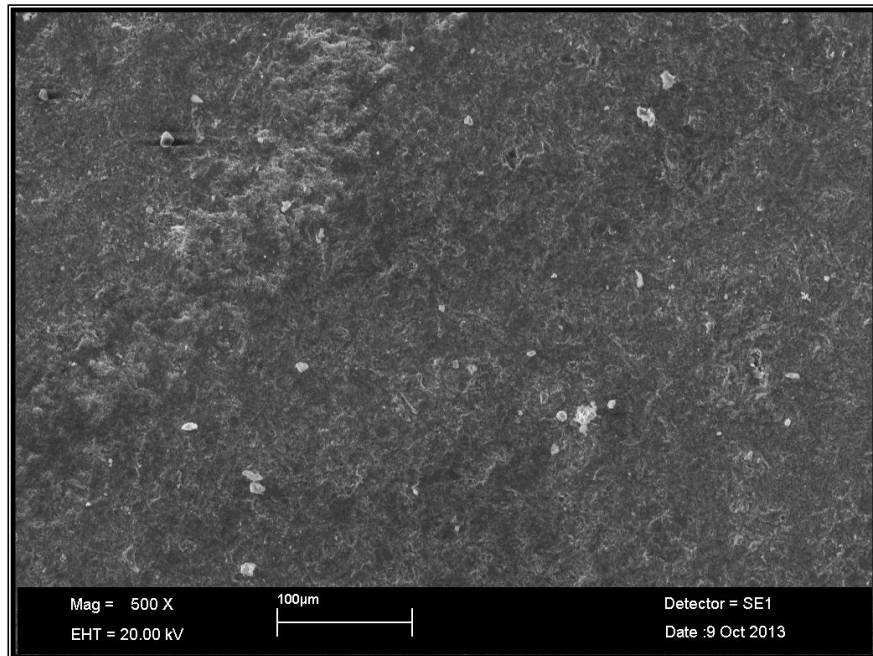
Şekil 3.26: Kuraray tamir sistemi uygulanan alumina altyapının (A_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



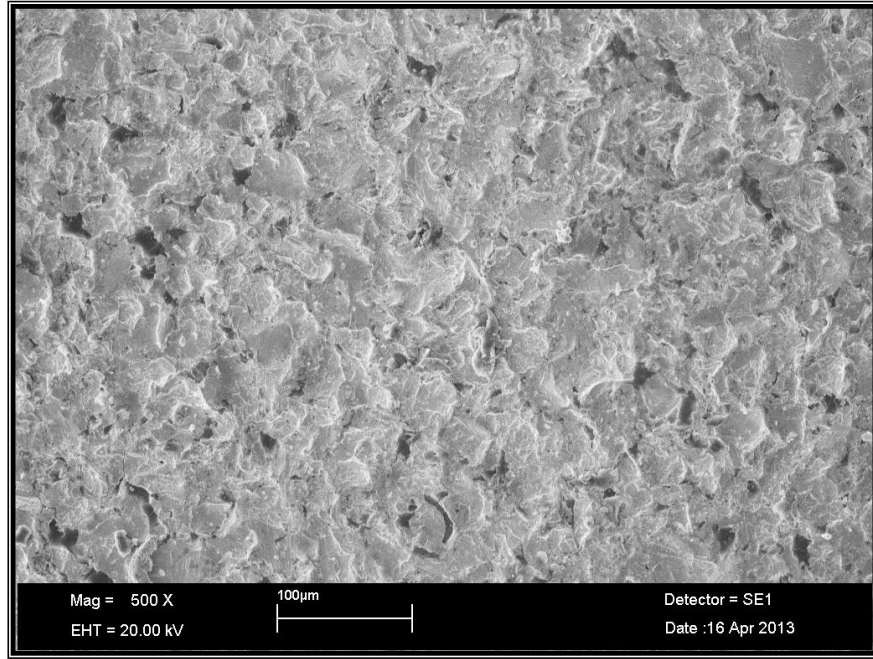
Şekil 3.27: Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan alumina altyapının (A_{KP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



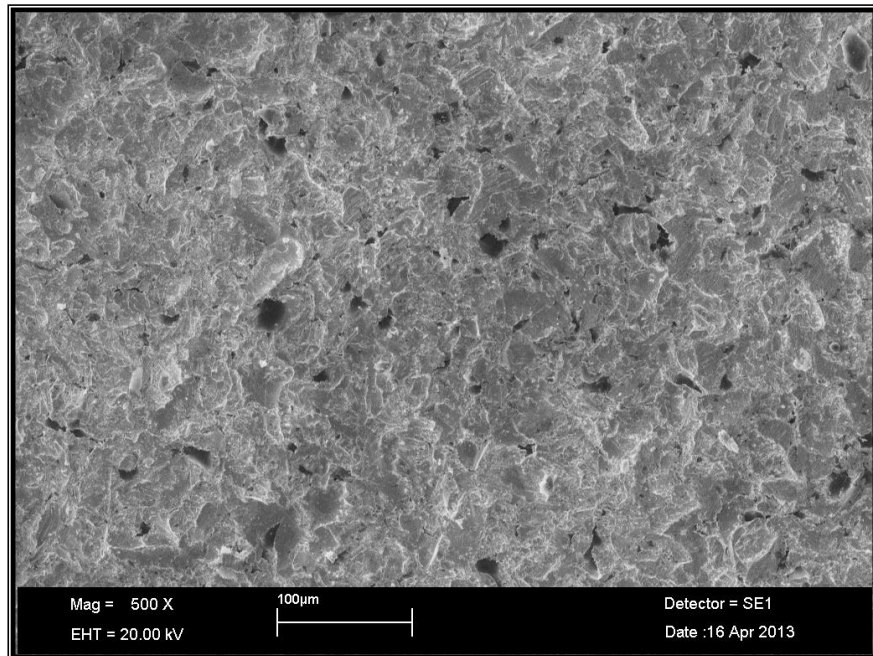
Şekil 3.28: Voco tamir sistemi uygulanan alumina altyapının (A_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



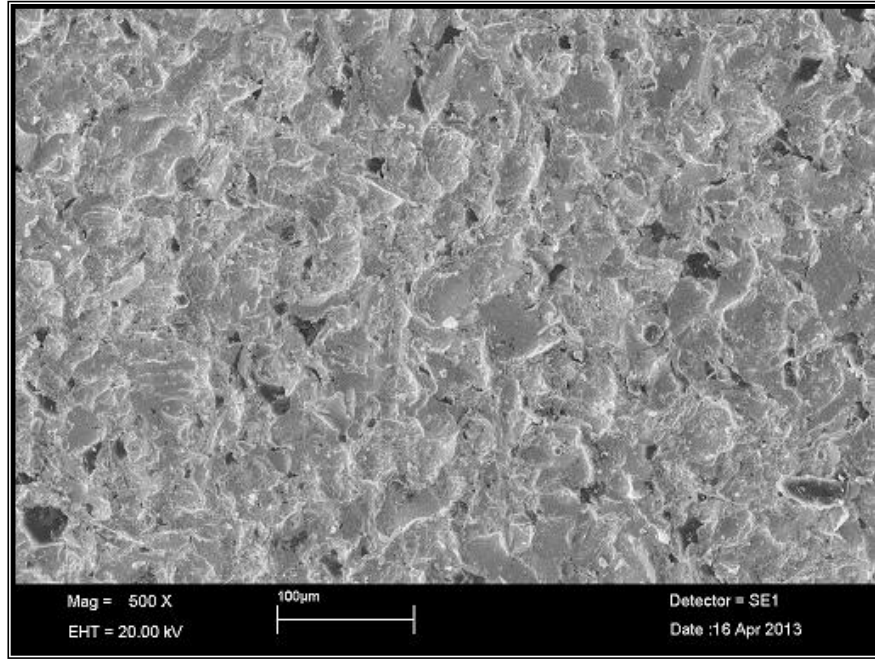
Şekil 3.29: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan alumina altyapının (A_{VP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



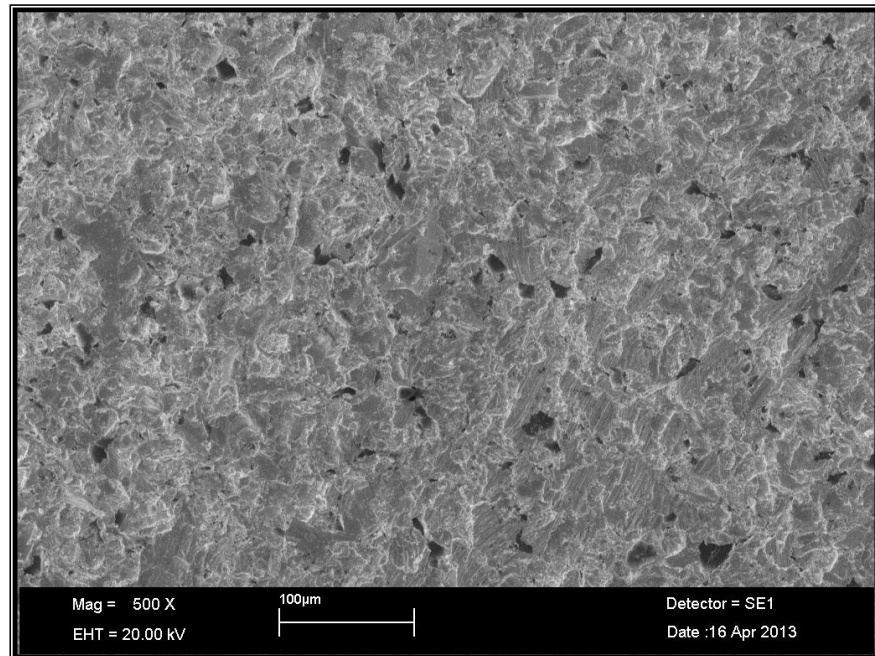
Şekil 3.30: Kuraray tamir sistemi uygulanan galvanokaplama altyapının (G_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



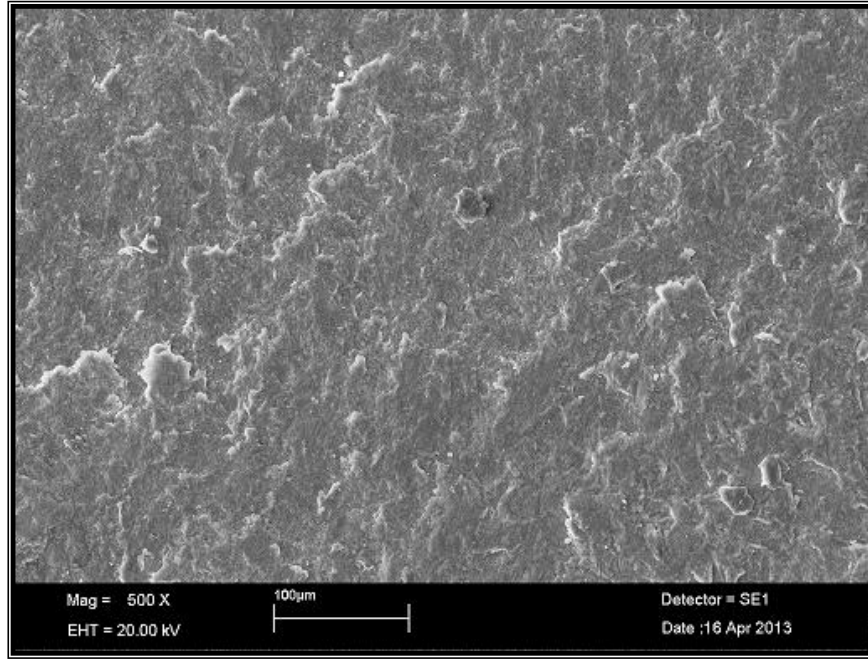
Şekil 3.31: Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan galvanokaplama altyapının (G_{KP}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



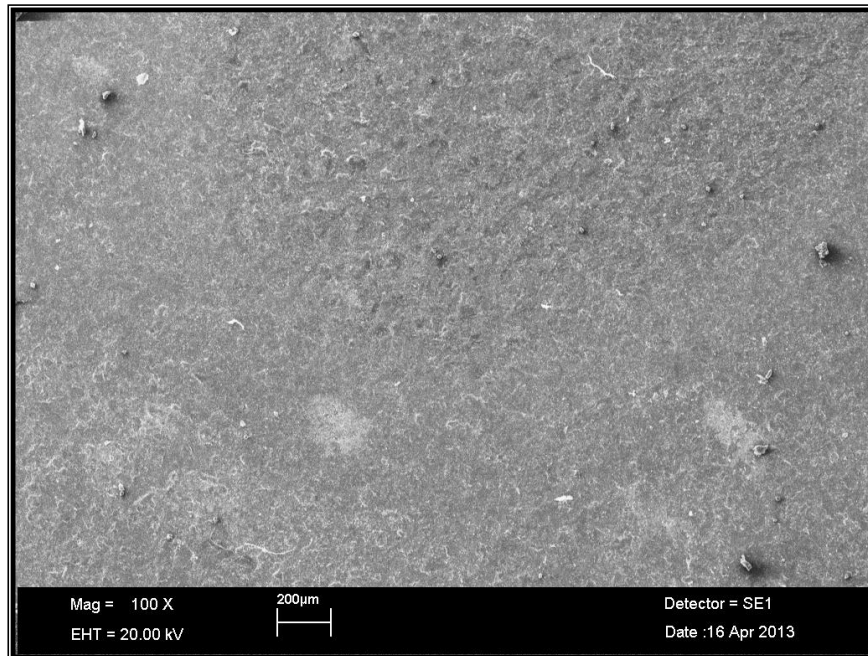
Şekil 3.32: Voco tamir sistemi uygulanan galvanokaplama altyapının (G_v) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



Şekil 3.33: Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer uygulanan galvanokaplama altyapının (G_{vp}) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



Şekil 3.34: Kuraray tamir sistemi uygulanan cam porselen altyapının (C_K) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)



Şekil 3.35: Voco tamir sistemi uygulanan cam porselen altyapının (C_V) makaslama testi sonrası yüzey görüntüsü (x500)

3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Veriler SPSS 15.0 (Statistical Package for Social Sciences) programı ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uyumluluğunun değerlendirilmesi için Kolmogorov-Smirnov testi uygulandı. Makaslama kuvvetine göre tamir sistemlerinin karşılaştırılması amacıyla Mann Whitney U testi, grupların kendi içerisindeki çoklu karşılaştırmaları için ise Kruskal-Wallis testi uygulandı. Anlamlılık düzeyi $\alpha=0,05$ olarak belirlendi.

4. BULGULAR

Porselen tamir sistemlerinin farklı altyapı materyallerine olan bağlantı kuvvetlerini değerlendirmek amacıyla yapılan makaslama testi sonuçları N cinsinden elde edilmiş ve aşağıdaki formül kullanılarak MPa birimine çevrilmiştir (Şekil 4.1) (149).

$P = \frac{F}{S} = \frac{N}{mm^2}$	P: Basınç (Mpa) F: Kuvvet S: Yüzey Alanı
------------------------------------	---

Şekil 4.1: Elde edilen bağlantı kuvvetinin MPa birimine çevrilme formülü

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
KM _K	21,2	KM _{KP}	21,3
	19,1		14,1
	17,1		16,4
	18,9		19,3
	21,2		14,5
	20,4		22,4
	26,1		21,1
	14,9		25,9
	18,8		21,8
	25,7		18,9

Şekil 4.2: Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen kıymetsiz alaşım altyapılarının makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer)

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
Z_K	7,2	Z_{KP}	8,4
	17,9		7,6
	17,6		6,6
	13,3		11,8
	8,4		7,2
	7,9		7,3
	7,3		7,6
	8,9		8,8
	8,7		7,4
	11,3		10,9

Şekil 4.3: Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen zirkonya altyapıların makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer)

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
A_K	6,8	A_{KP}	7,9
	9,8		8,4
	8,5		17,9
	5,1		10,9
	14,1		9,6
	10,3		14,9
	11,6		8,2
	7,7		8,1
	9,2		8,3
	11,1		8,1

Şekil 4.4: Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen alumina altyapıların makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer)

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
G_K	9,6	G_{KP}	7,4
	7,1		5,7
	8,2		7,8
	5,1		6,7
	6,3		6,6
	7,2		5,1
	6,6		7,7
	6,3		7,1
	6,1		7,2
	8,2		8,1

Şekil 4.5: Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen galvanokaplama altyapıların makaslama testi değerleri (Kuraray tamir sistemi, Kuraray tamir sistemi + alternatif primer)

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
KM _V	4,6	KM _{VP}	9,7
	4,4		13,3
	4,1		7,4
	4,7		24,1
	3,5		19,8
	4,8		11,8
	4,5		11,3
	6,5		13,8
	4,9		11,2
	3,8		14,8

Şekil 4.6: Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen kıymetsiz metal altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer)

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
Z _V	7,8	Z _{VP}	9,9
	9,4		6,3
	11,2		6,3
	15,9		6,8
	16,7		8,3
	7,9		10,7
	8,9		8,3
	11,6		13
	13,6		12,3
	8,9		9,3

Şekil 4.7: Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen zirkonya altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer)

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
A _V	15,4	A _{VP}	8,4
	16,1		10,7
	11,4		6,1
	15,4		7,1
	18,3		8,6
	13,2		6,2
	14,6		7,2
	11,7		6,9
	12,4		7,3
	11,8		7,2

Şekil 4.8: Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen alumina altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer)

Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
G_v	5,3	G_{vp}	5,7
	7,7		6,8
	8,9		4,8
	7,1		9,2
	7,4		7,5
	6,1		11,5
	6,9		7,9
	4,1		7,8
	7,1		8,4
	6,3		7,3

Şekil 4.9: Voco tamir sistemi ile birlikte tamir edilen galvanokaplama altyapıların makaslama testi değerleri (Voco tamir sistemi, Voco tamir sistemi + alternatif primer)

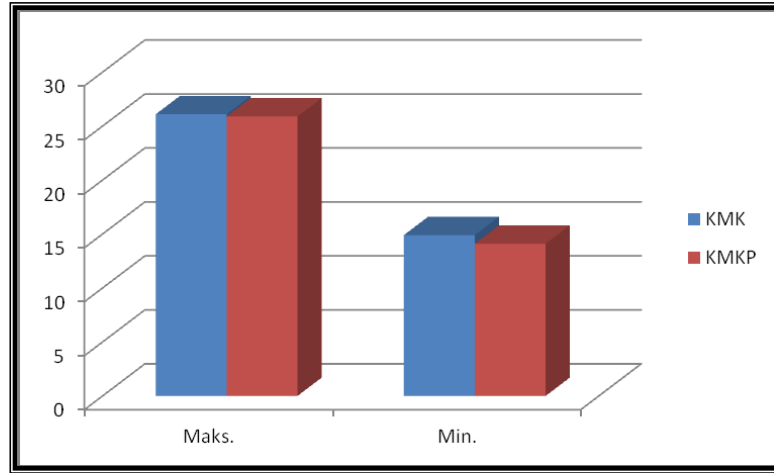
Grup	Değerler (Mpa)	Grup	Değerler (Mpa)
C_v	8,3	C_k	13,3
	7,9		14,2
	7,8		6,8
	7,3		8,5
	14,4		12,3
	9,4		9,7
	10,4		11,5
	21,3		8,4
	15,8		11,6
	14,8		12,4

Şekil 4.10: Voco ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte tamir edilen cam porselen altyapıların makaslama testi değerleri

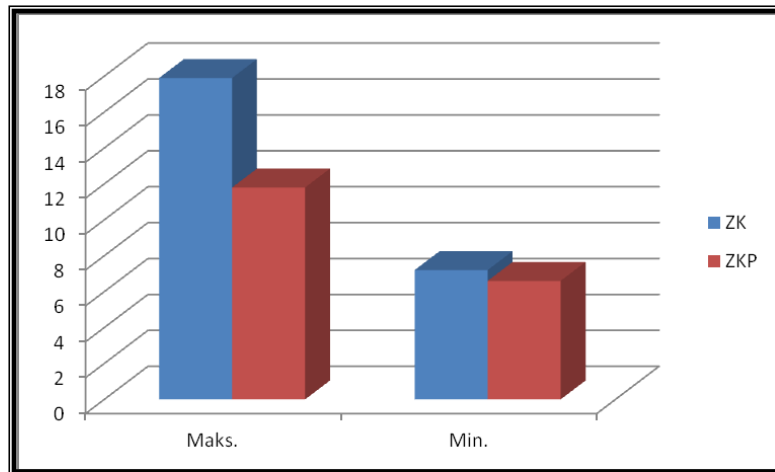
Bu çalışmada cam porselen alt yapı materyaline alternatif primer uygulanması üretici firma tarafından önerilmediği için istatistiksel analiz iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada cam porselen alt yapı materyali değerlendirme dışında tutulmuş ve porselen tamir sistemlerinin diğer 4 alt yapı materyaline olan bağlantı kuvvetleri ve alternatif primerin rolü değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise cam porselen alt yapı grubu değerlendirme içine alınmış ve alternatif primer kullanılmadan elde edilen sonuçlarla birlikte istatistiksel olarak analiz yapılmıştır. Ardından her iki tamir sisteminin cam porselen alt yapı materyaline olan bağlantı kuvveti değerlendirilmiştir. Son olarak bütün alt yapı materyallerinin alt grupları kendi içerisinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen en yüksek makaslama testi sonucu 26,1 MPa ile Kuraray tamir sistemi ile tamir edilen kıymetsiz metal alaşımında (Şekil 4.2), en düşük makaslama testi sonucu ise 3,5 MPa ile Voco tamir sistemi ile tamir edilen kıymetsiz metal alaşımında (Şekil 4.6) elde edilmiştir.

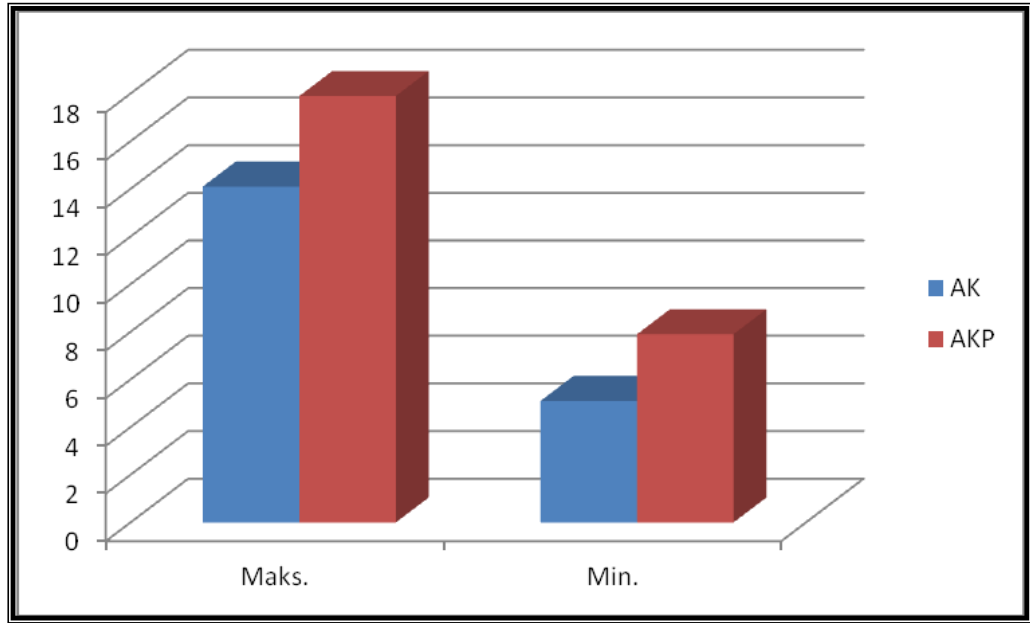
Aşağıdaki şekillerde (Şekil 4.11-19) her bir grup için en yüksek ve en düşük makaslama testi değerleri verilmiştir:



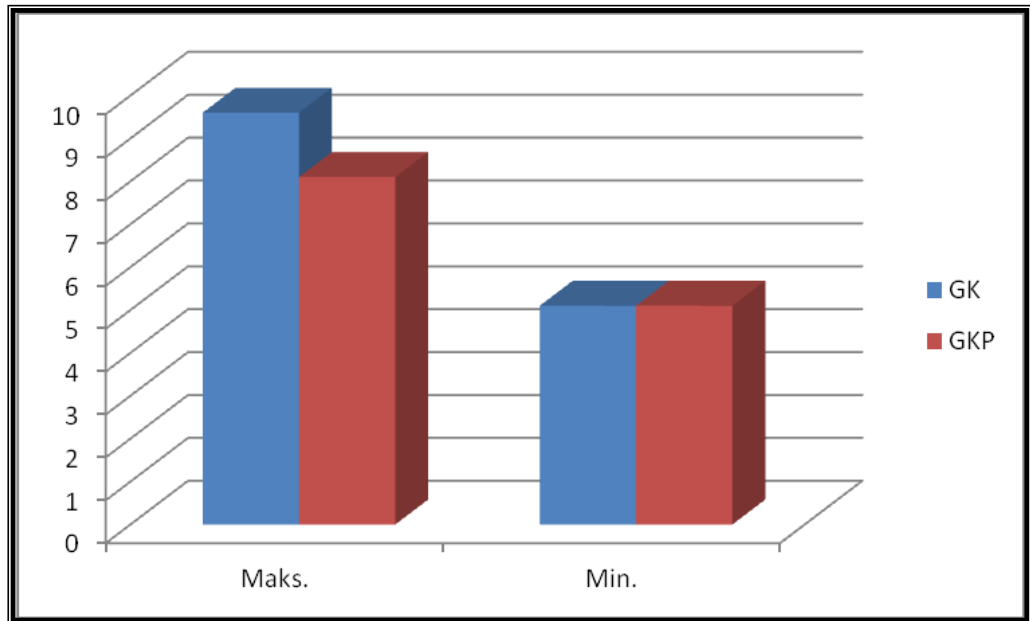
Şekil 4.11: Kıymetsiz metal alaşım altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (KM_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (KM_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük makaslama kuvveti değerleri



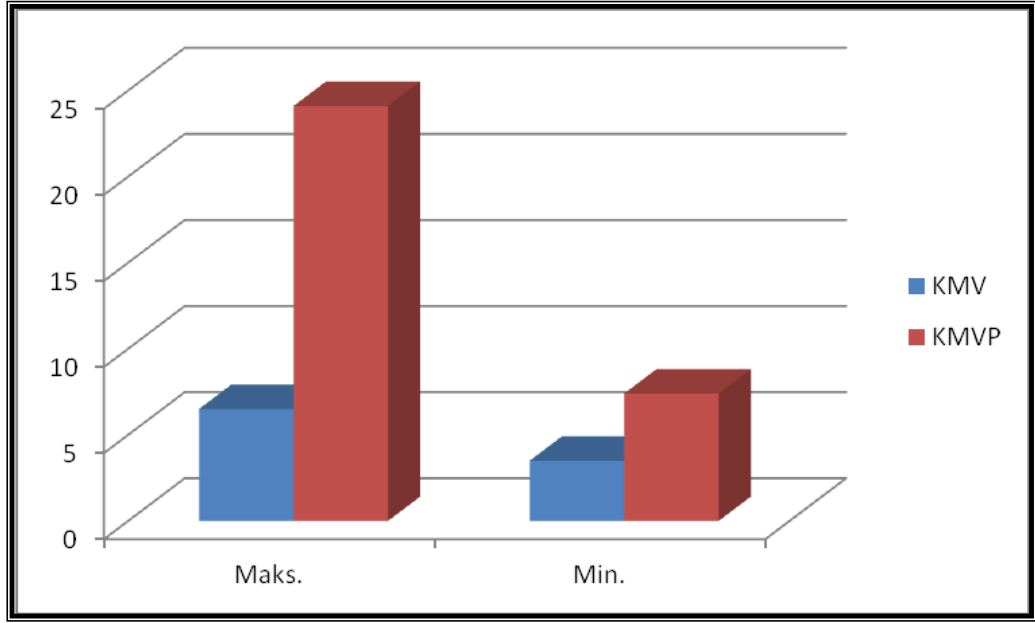
Şekil 4.12: Zirkonya altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (Z_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (Z_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri



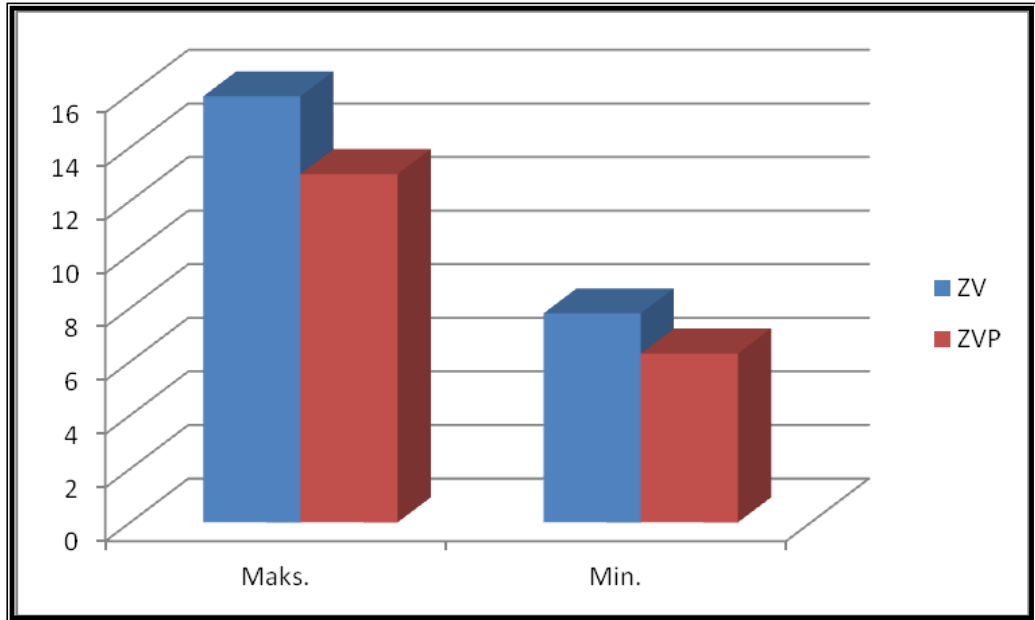
Şekil 4.13: Alumina altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (A_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (A_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri



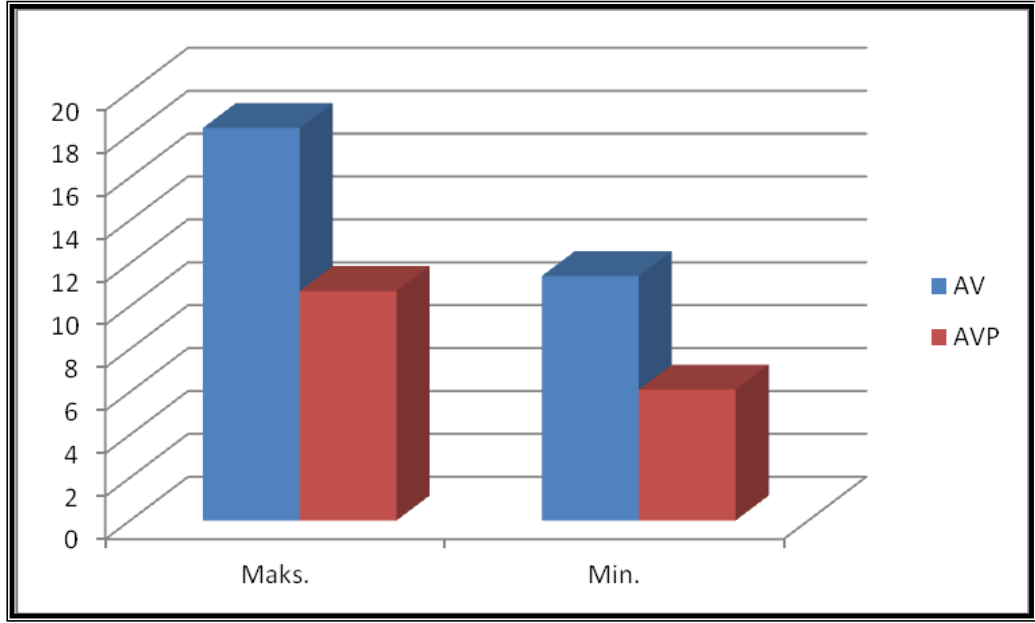
Şekil 4.14: Galvanokaplama altyapı üzerinde Kuraray tamir sistemi (G_K) ve Kuraray tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (G_{KP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri



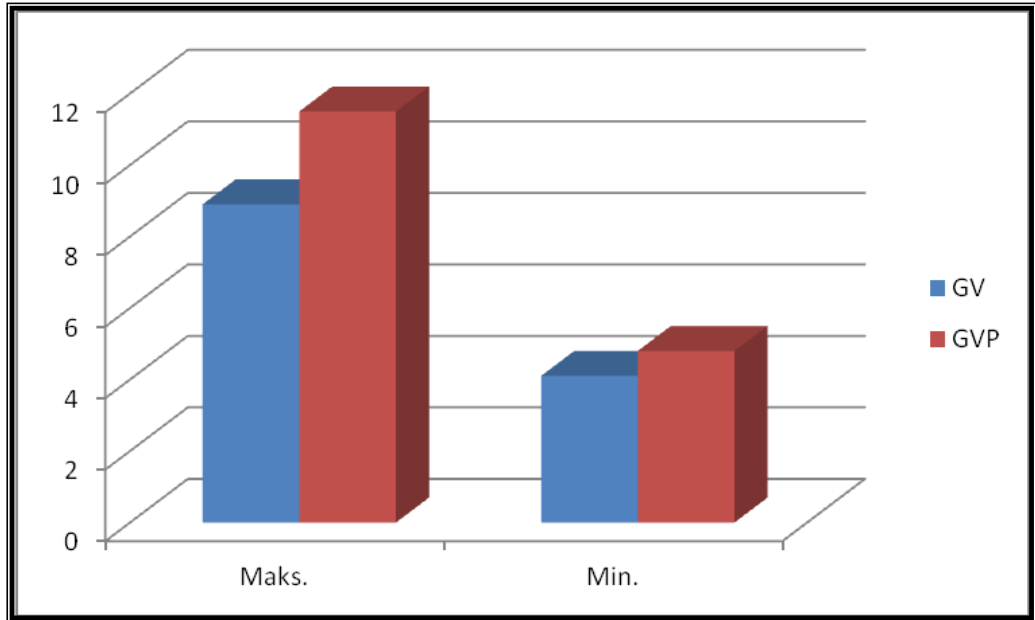
Şekil 4.15: Kıymetsiz metal alaşım altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (KM_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (KM_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri



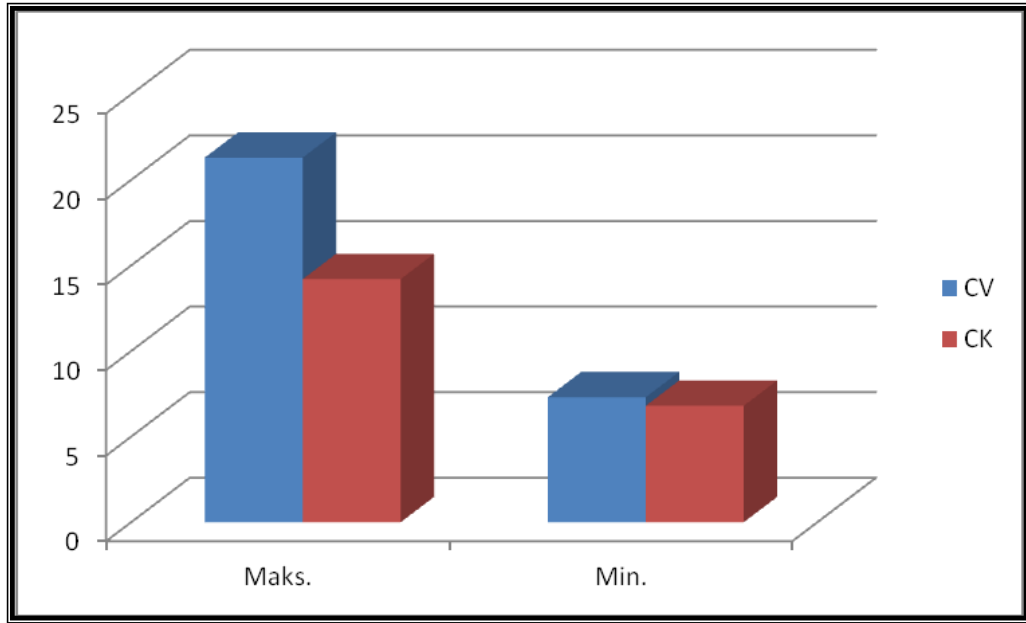
Şekil 4.16: Zirkonya altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (Z_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (Z_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri



Şekil 4.17: Alumina altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (A_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (A_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri



Şekil 4.18: Galvanokaplama altyapı üzerinde Voco tamir sistemi (G_V) ve Voco tamir sistemi ile birlikte alternatif primer (G_{VP}) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri



Şekil 4.19: Cam porselen altyapı üzerinde Kuraray (C_K) ve Voco tamir sistemi (C_V) uygulandığında elde edilen en yüksek ve en düşük bağlantı kuvveti değerleri

4.1. ALTERNATİF PRİMER İLE BİRLİKTE ALTYAPI GRUPLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR (CAM PORSELEN HARİÇ)

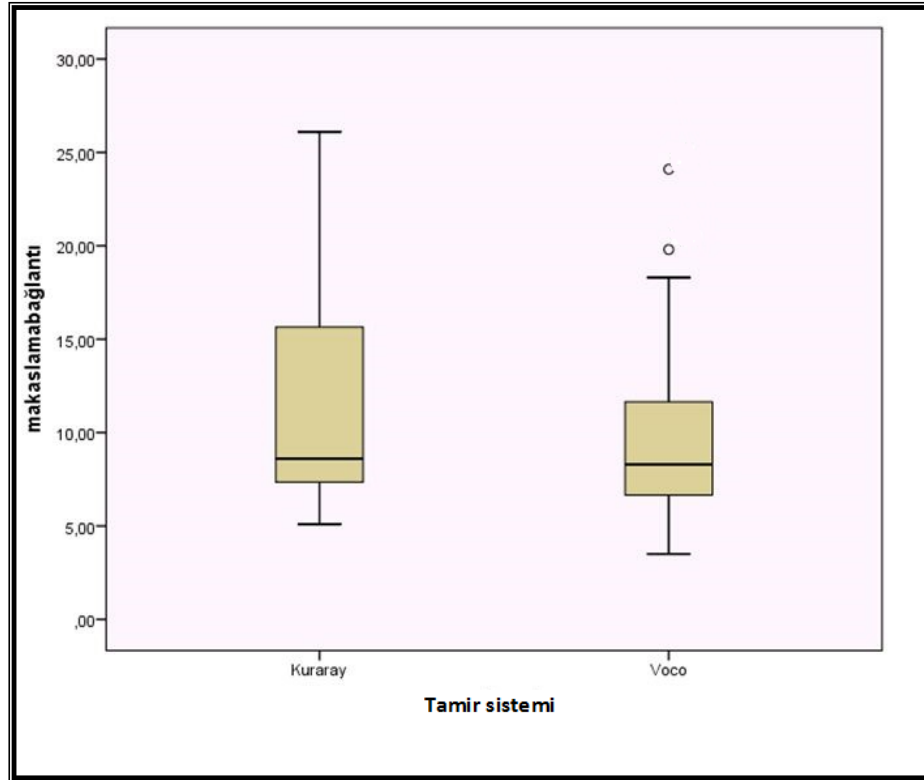
4.1.1. Her iki Porselen Tamir Sisteminin Değerlendirilmesi

İstatistiksel analizin ilk aşamasında alternatif primer uygulanan gruplar ile birlikte genel değerlendirme yapıldığında Kuraray tamir sistemi ve Voco tamir sistemi ile tamir edilen altyapılarda elde edilen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.20). Kuraray tamir sistemi ile Voco tamir sistemi arasındaki istatistiksel fark belirtilmiş ve Mann Whitney-U testi sonucu Tablo 4.1’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Her iki tamir sisteminin altyapı gruplarına göre bağlanma kuvveti farklarının değerlendirilmesi (Cam porselen hariç)

Tamir Sistemi	N	Median	Min-Maks.	P*
Kuraray /Kuraray+P	80	8,60	5,1- 26,1	0,019
Voco /Voco+P	80	8,30	3,5- 24,1	

P*: Mann Whitney-U testi sonucu elde edilen istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($\alpha < 0,05$).



Şekil 4.20: Her iki tamir sisteminin altyapı gruplarına göre bağlanma kuvveti farklarının grafiksel olarak karşılaştırılması

4.1.2. Altyapı Gruplarının Değerlendirilmesi

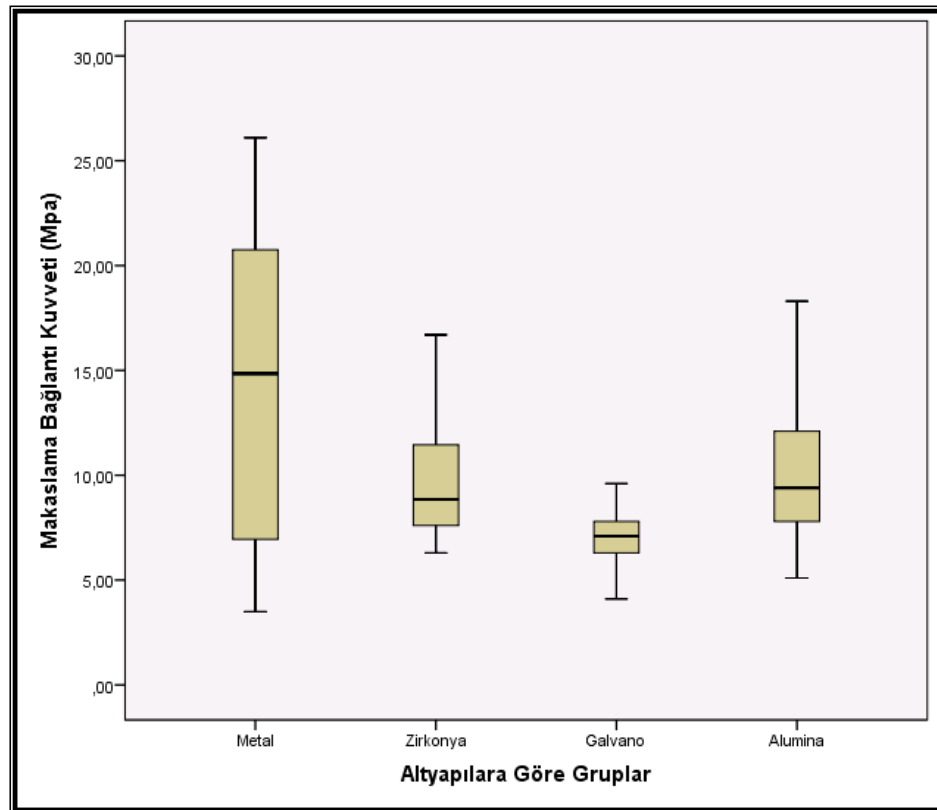
Alt yapı materyallerinin bağlanma dayanımlarının karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Testin sonuçlarına göre gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). Makaslama testi sonrasında elde edilen en yüksek bağlantı kuvveti değeri Kuraray tamir sistemi ile tamir edilen kıymetsiz metal alaşımı grubunda (KM_K : 26,1 MPa) (Şekil 4.2), en düşük bağlantı kuvveti değeri ise Voco tamir sistemi ile tamir edilen kıymetsiz metal alaşımı grubunda (KM_V : 3,5 MPa) (Şekil 4.6) görülmüştür. Zirkonya altyapılarda görülen en yüksek bağlantı kuvveti değeri 17,9 MPa olup Kuraray tamir sistemi ile tamir edilen örneklerden (Z_K , Şekil 4.3), en düşük bağlantı kuvveti değeri ise 6,3 MPa olup alternatif primer ile birlikte Voco tamir sistemi uygulanan örneklerden (Z_{VP} , Şekil 4.7) elde edilmiştir. Alumina altyapılarda elde edilen en yüksek bağlanma kuvveti değeri 18,3 MPa olup Voco tamir sistemi uygulanan örneklerden (A_V , Şekil 4.8), en düşük bağlantı kuvveti değeri ise 5,1 MPa olup Kuraray tamir sistemi ile tamir edilen örneklerden (A_K , Şekil 4.4) elde edilmiştir. Galvanokaplama altyapı grubunda elde edilen en yüksek bağlantı kuvveti değeri 11,5 MPa olup alternatif primer ile birlikte Voco tamir sisteminin uygulandığı örneklerde (G_{VP} , Şekil 4.9), en düşük bağlantı kuvveti değeri 4,1 MPa olup Voco tamir sistemi ile tamir edilen örneklerden (G_V , Şekil 4.9) elde edilmiştir.

Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, galvanokaplama altyapı materyali hem alternatif primer ile hem de orijinal tamir sistemleri ile birlikte uygulandığında ortalama değer olarak her iki tamir sisteminde de en düşük bağlanma kuvvetini göstermiştir. ($7,10 \pm 0,21$ MPa). Alumina ($10,31 \pm 0,53$ MPa), zirkonya ($9,88 \pm 0,49$ MPa) ve kıymetsiz metal alaşım materyalleri ($14,85 \pm 1,14$ MPa) arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.2, Şekil 4.21).

Tablo 4.2: Altyapı materyallerinin birbirleri ile karşılaştırılması

Altyapı Materyalleri	N	Median	Std. Hata	P
Kıymetsiz Alaşım	40	14,85 ^b	1,14	<0,001
Zirkonya	40	9,88 ^b	0,49	
Alumina	40	10,31 ^b	0,53	
Galvano Kaplama	40	7,10 ^a	0,21	

Farklı harflendirmeler altyapı grupları arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir. *p* değeri Kruskal-Wallis testini temsil etmektedir ($\alpha < 0,05$).

**Şekil 4.21:** Altyapıların bağlanma kuvvetlerinin grafiksel olarak karşılaştırılması

4.1.3. Alternatif Primer Kullanımı ve Tamir Sistemlerinin Orijinal Kullanımı Arasında Elde Edilen Bağlantı Kuvveti Farklarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

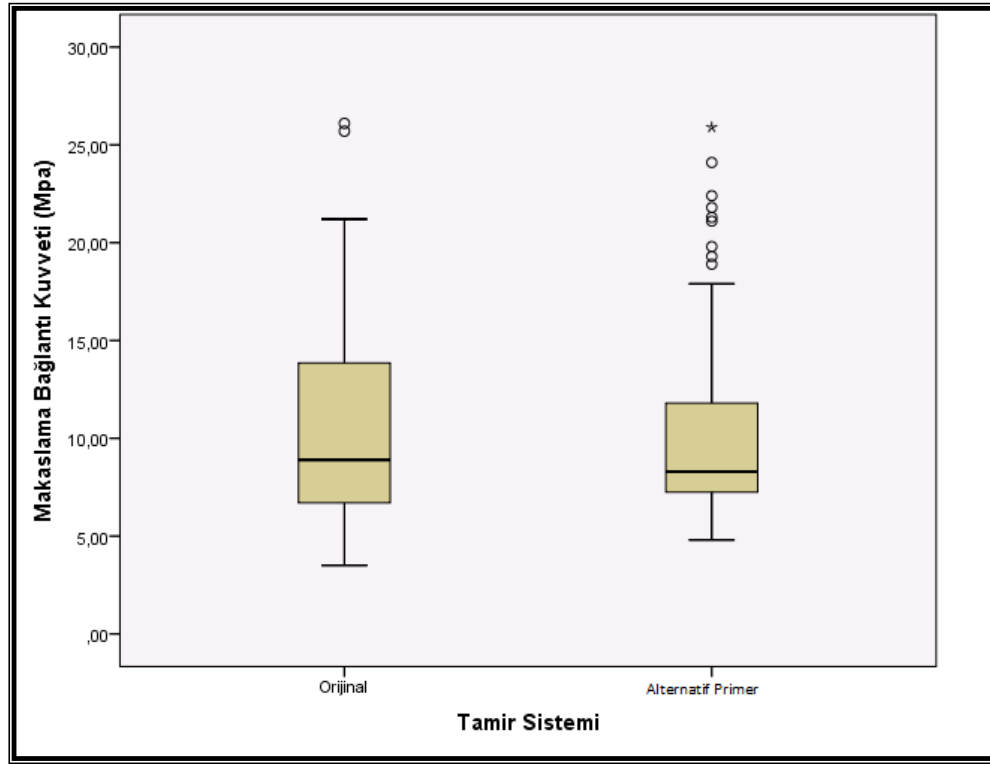
Alternatif primer uygulanarak elde edilen en yüksek bağlantı kuvveti değeri 25,9 MPa olup Kuraray tamir sistemi ile işlem gören kıymetsiz metal alaşım grubunda (KM_{KP} , Şekil 4.2), en düşük bağlantı kuvveti değeri ise 4,8 MPa olup Voco tamir sistemi ile işlem gören galvanokaplama grubundan (G_{VP} , Şekil 4.9) elde edilmiştir.

Yapılan genel değerlendirme sonucu alternatif primer kullanımı altyapı materyallerine olan bağlantı kuvvetini istatistiksel olarak anlamlı derecede artırmamaktadır ($p>0,05$) (Tablo 4.3, Şekil 4.22).

Tablo 4.3: Orijinal tamir sistemi kullanımı ve orijinal tamir sistemine alternatif primerin eklenmesi arasındaki bağlantı kuvveti farkının karşılaştırılması

Tamir Sistemi	N	Median	Min-Maks.	P
Orijinal Tamir Sistemi	80	8,90	3,5-26,1	0,87
Orijinal Tamir Sistemi+ Alternatif Primer	80	8,30	4,8-25,9	

P Mann Whitney-U testini ifade etmektedir. ($\alpha<0,05$)



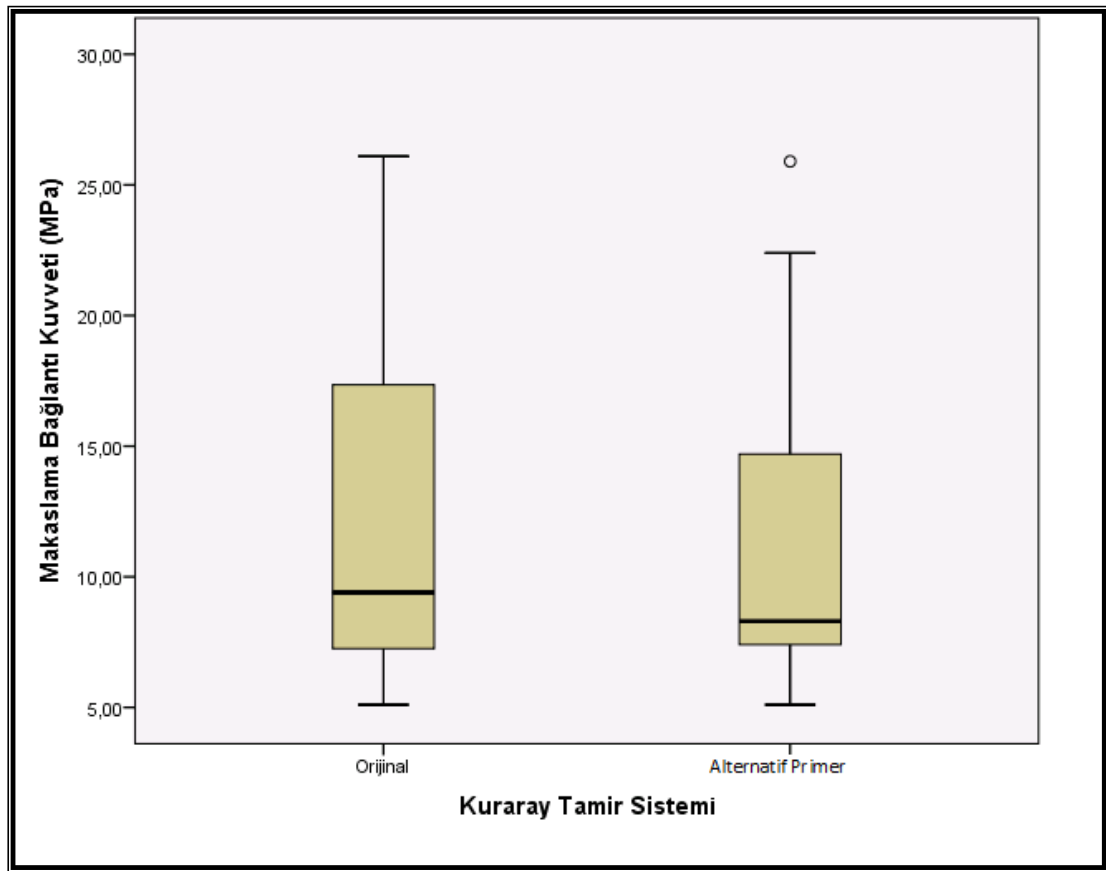
Şekil 4.22: Tamir sistemleri ve alternatif primerin kullanımının grafiksel olarak karşılaştırılması

Alternatif primer kullanımı her iki orijinal tamir sistemi ile karşılaştırıldığında altyapı materyallerine olan bağlantı kuvvetini istatistiksel olarak artırmamaktadır ($p>0,05$) (Tablo 4.4-5, Şekil 4.23-24).

Tablo 4.4: Kuraray tamir sisteminin orijinal kullanımı ile alternatif primer ile birlikte kullanımı arasındaki bağlantı kuvveti farkının karşılaştırılması

Tamir Sistemi	N	Median	Std. Hata	P
Kuraray	40	9,40	0,93	0,65
Kuraray +Primer	40	8,30	0,91	

P değeri Mann Whitney-U testini ifade etmektedir ($\alpha<0,05$).

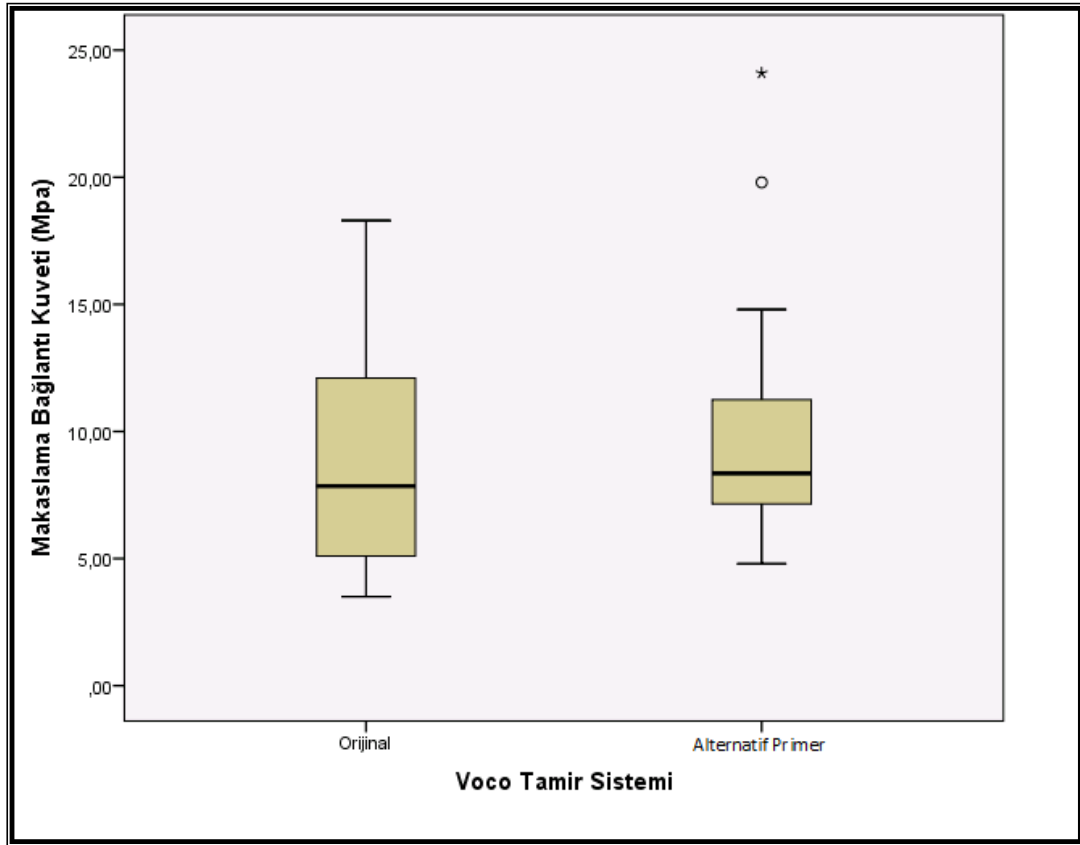


Şekil 4.23: Kuraray tamir sisteminde alternatif primer kullanımının grafiksel olarak karşılaştırılması

Tablo 4.5: Voco tamir sisteminin orijinal kullanımı ile alternatif primer ile birlikte kullanımı arasındaki bağlantı kuvveti farkının karşılaştırılması

Tamir Sistemi	N	Median	Std. Hata	P
Voco	40	7,85	0,67	0,49
Voco +Primer	40	8,35	0,60	

P değeri Mann Whitney-U testini ifade etmektedir ($\alpha < 0,05$).



Şekil 4.24: Voco tamir sisteminde alternatif primer kullanımının grafiksel olarak karşılaştırılması

4.2. ORJİNAL TAMİR SİSTEMLERİ İLE TAMİR EDİLEN GRUPLARIN İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İstatistiksel analizin ikinci aşamasında cam porselen grubu istatistiksel analize dahil edildiğinde alternatif primer kullanılmadan yapılan tüm tamir grupları değerlendirilmiştir. Bu durumda yapılan analizde her iki tamir sisteminin bağlantı kuvveti arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.6, Şekil 4.25).

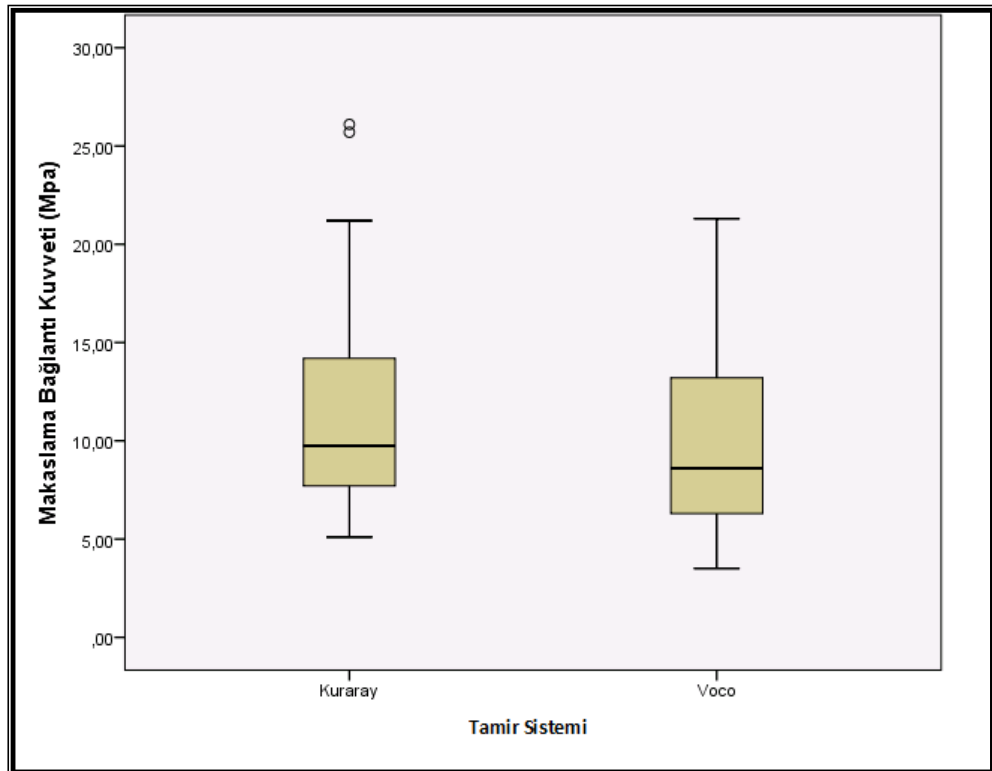
Alternatif primer uygulanmayan gruplarda elde edilen en yüksek bağlanma kuvveti değeri 26,1 MPa ile Kuraray tamir sistemi ile işlem gören kıymetsiz metal alaşımında

(KM_K, Şekil 4.2), en düşük bağlantı kuvveti değeri ise 3,5 MPa değeri ile Voco tamir sistemi ile tamir edilen kıymetsiz metal alaşımı grubunda (KM_V, Şekil 4.6) görülmüştür.

Tablo 4.6: İki tamir sistemi arasındaki farkın istatistiksel değerlendirmesi

TAMİR SİSTEMİ	Bağlantı Kuvveti			<i>P</i>
	N	Median	Std. Hata	
KURARAY	50	9,75	0,75	0,06
VOCO	50	8,60	0,62	

P değeri Mann Whitney-U testini ifade etmektedir ($\alpha < 0,05$).



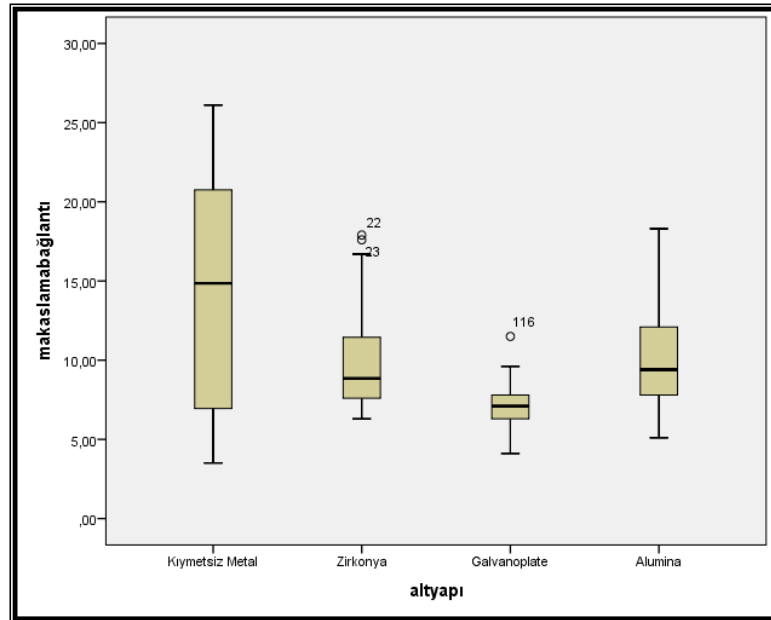
Şekil 4.25: İki tamir sisteminin bağlanma kuvvetinin grafiği

Altyapıların tamir materyallerine göre değerlendirilmesi yapıldığında altyapıların orijinal tamir sistemleri ile olan bağlantı kuvveti farkları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. ($p<0,05$) (Tablo 4.7- Şekil 4.26).

Tablo 4.7: Altyapı materyallerinin tamir sistemlerine olan bağlantı kuvvetleri

Altyapı	Bağlantı kuvveti			P
	N	Median	Std Hata	
Kıymetsiz Alaşım	20	10,70 ^a	1,88	<0,001*
Zirkonya	20	9,15 ^b	0,80	
Alumina	20	11,65 ^c	0,70	
Galvanokaplama	20	7,00 ^d	0,88	
Cam Porselen	20	10,95 ^e	0,80	

Farklı harflerle gösterilen değerler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir. *: p değeri Kruskal Wallis testini ifade etmektedir ($\alpha<0,05$).



Şekil 4.26: Altyapı gruplarının bağlantı kuvvetleri arasındaki farkın grafiği

Voco tamir sisteminin kıymetsiz metal alaşımına olan bağlantı kuvveti ile cam porselen alt yapı materyaline olan bağlantı kuvveti arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Kuraray tamir sisteminde bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Cam porselen alt yapı grubunda Voco (C_V) ve Kuraray (C_K) ile yapılan tamirlerde her iki tamir sisteminin bağlantı kuvveti arasında istatistiksel olarak fark çıkmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.8).

4.3. BÜTÜN ALT GRUPLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bütün alt gruplar kendi arasında değerlendirildiğinde alternatif primer kullanımının bağlantı kuvvetini artırmış olduğu alt gruplar bulunmaktadır ($p<0,05$). Bu alt grupların her birinin istatistiksel p değerleri tablo 4.8’ de gösterilmiştir. Koyu renkle verilen değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık olan alt grupları göstermektedir.

Kuraray tamir sisteminin orijinal olarak kullanımının kıymetsiz alaşımlara (KM_K) olan bağlantı kuvveti ile galvanokaplama altyapı materyaline (G_K) olan bağlantı kuvveti arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p<0,05$).

Voco tamir sistemi ile işlem gören kıymetsiz metal (KM_V) ve alumina (A_V) altyapılarda alternatif primer kullanımı (KM_{VP} , A_{VP}) makaslama bağlantı kuvvetini istatistiksel olarak anlamlı derecede artırmıştır ($p<0,05$). Voco tamir sistemi ile işlem gören zirkonya (Z_V) ve galvanokaplama (G_V) altyapılarda alternatif primerin kullanımı (Z_{VP} , G_{VP}) ile sistemlerin orijinal kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.8).

Voco tamir sisteminin kıymetsiz metal alaşımına olan bağlantı kuvveti ile zirkonya altyapıya olan bağlantı kuvveti arasında istatistiksel fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

Voco tamir sisteminin kıymetsiz metal alaşımına olan bağlantı kuvveti ile cam porselen altyapı materyaline olan bağlantı kuvveti arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

Tablo 4.8: Bütün altgrupların arasındaki farklılıkların istatistiksel değerlendirilmesi

	KM _K	KM _{KP}	Z _K	Z _{KP}	A _K	A _{KP}	G _K	G _{KP}	C _K	KM _V	KM _{VP}	Z _V	Z _{VP}	A _V	A _{VP}	G _V	G _{VP}	C _V
KM _K	1,000	0,740	0,007	0,129	0,516	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,044	1,000	0,000	0,000	0,001	1,000
KM _{KP}		1,000	0,011	0,184	0,711	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,065	1,000	0,000	0,000	0,001	1,000
Z _K			1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,009	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Z _{KP}				1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,921	1,000	1,000	1,000	0,485	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A _K					1,000	1,000	1,000	1,000	0,074	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A _{KP}						1,000	1,000	1,000	0,015	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
G _K							1,000	0,802	1,000	0,047	0,647	1,000	0,006	1,000	1,000	1,000	1,000	0,868
G _{KP}								0,613	1,000	0,033	0,492	1,000	0,004	1,000	1,000	1,000	1,000	0,665
C _K									0,002	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,346	1,000	1,000
KM _V										0,000	0,001	0,207	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,002
KM _{VP}												1,000	1,000	1,000	0,206	0,016	0,509	1,000
Z _V													1,000	1,000	1,000	0,274	1,000	1,000
Z _{VP}														1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A _V															0,034	0,002	0,094	1,000
A _{VP}																1,000	1,000	1,000
G _V																	1,000	0,377
G _{VP}																		1,000
C _V																		

Koyu renkle ifade edilen değerler Kruskal-Wallis testine göre elde edilen anlamlı farklılığı göstermektedir.

Voco tamir sisteminin galvanokaplama (G_V) ve alumina (A_V) altyapı materyaline olan bağlantı kuvveti arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p<0,05$) (Tablo 4.8).

5. TARTIşMA VE SONUÇ

Bu çalışmada beş farklı altyapıya iki farklı porselen tamir sistemi ve bu tamir sistemlerinin kendi primerleri çıkarılıp farklı bir alternatif primer ajanı eklenerek yapılan tamir örneklerinin termal döngü sonrasında altyapı materyallerine olan bağlantı kuvvetlerinin karşılaştırması yapılmıştır. Alt yapı materyallerine olan makaslama bağlantı kuvveti ve farklı bir primer ajanının bu kuvvete olan etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan alt yapılar kıymetsiz metal alaşımı, zirkonya, alumina, kıymetsiz metal alaşım üzerine galvanokaplama ve cam porselen olmak üzere beş adettir.

Porselen restorasyonlar estetik, biyouyumluluk, sağlamlık, ışık geçirgenliği gibi birçok avantajlara sahip oldukları için çok yaygın bir şekilde diş hekimliği alanında kullanılmaktadır (1,150). Uzun yıllardır kıymetsiz metal altyapılı porselen restorasyonlar hastaları ve hekimleri tatmin etmiştir. Ancak bu restorasyonlardaki kıymetsiz metal alaşımlarının toksik ve alerjik reaksiyonlara neden olması, korozyona uğrayarak dişetinde renklenmeler oluşturması ve estetik olarak iyi sonuçlar vermemesi gibi dezavantajları mevcuttur. Soy metal alaşımları ise biyouyumluluk, iyi fiziksel özellikler ve döküm netliği gibi özellikler sunmasına rağmen döküm yöntemiyle elde edilen altın içerikli metal porselen restorasyonlarda hem metal kalınlığının fazla olması hem de tesviye ve cila işlemleri gerektirmesi gibi nedenlerle maliyet artmaktadır (151). Bu dezavantajlardan dolayı döküm altın alaşımlar çok fazla tercih edilememektedir. Bu maliyeti azaltmak amacıyla üreticiler kıymetsiz alaşımların üzerine altın kaplama (Hard

gold plate) yöntemini geliştirmişlerdir. Galvanokaplama sistemi olarak adlandırılan bu sistem, döküm biyouyumluluğunun yanında altın alaşımlarla kıyaslandığında üretim kolaylığı ve daha düşük maliyete sahip olması avantajlarını taşımaktadır (85). Ancak gelişen teknolojiler ile birlikte metal altyapısız porselen sistemleri de gelişmeye başlamış ve buna paralel olarak hastalar ve hekimler daha fazla estetik restorasyonlar talep eder olmuşlardır.

Aluminoz porselenler Al_2O_3 toz oranı artırılarak tam porselen restorasyonlarda altyapı olarak kullanılmaktadır. (152) Ancak düşük gerilme direnci ve ilerleyen çatlakların oluşması gibi dezavantajlar nedeni ile dental porselen materyallerde sürekli gelişmeler kaydedilmiştir (153). Bu gelişmeler sonucunda zirkonya altyapı dişhekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır (154). Devam eden araştırmalar sonucundaki dental porselenlerdeki bu gelişmeler, metal destekli porselenlere göre daha üstün estetik, biyouyumluluk ve optik özellikleri olan tam porselen restorasyonların kullanımını arttırmıştır (155). Tam porselen sistemlerindeki son gelişmeler, tam porselenlerin metal destekli porselen restorasyonlarla karşılaştırılabilir düzeyde yüksek kırılma direncine sahip olmalarını sağlamıştır (156).

Altyapıları ne olursa olsun bütün porselen restorasyonlarda porselen üstyapı ile altyapının genleşme katsayısındaki farklılıklar, uygun olmayan koping dizaynları, yeterli olmayan diş preparasyonları, laboratuardaki teknik hatalar, kontaminasyon, fiziksel travma, okluzal erken temaslar gibi nedenlerden dolayı veneerde atmalar ve veneer kırıkları oluşabilir. Ayrıca zirkonya ve alumina altyapının porselen ile bağlanmasındaki problemler ve üst yapının kendi içerisindeki pöröziteler (17) de bu sorunları artırabilir. (157). Porselen restorasyonların en sıklıkla rapor edilen ve başarısızlıkla sonuçlanan klinik komplikasyonu veneer porseleninin kırılmasıdır (75, 158). Bu durum her ne kadar restorasyonlarda genel bir başarısızlık oluşturmasa da estetik ve fonksiyonel olarak hekim ve hastayı huzursuz edebilir (157). Restorasyonun çıkarılması sırasında destek dişlerde oluşabilecek kırılma veya dişin soketinden çıkması gibi komplikasyonlar, zaman kaybı ve maliyet gibi nedenler restorasyonları ağızdan çıkarmadan yapılan tamir işlemlerinin gelişmesine neden olmuştur. Ağız içerisinde kompozit rezinlerle tamir girişiminde bulunmak hem hasta hem de hekim için daha faydalı olabilmektedir (159).

Literatürde ağız içi porselen tamiri ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur (150,160,161). Haselton et al. (115) iki farklı porselen tamir sistemini veneer porselene, metale ve metal+veneer porselen yüzeylerine uygulamışlardır. Wahab et al. (1) veneer porselen üzerinde iki farklı porselen tamir sisteminin bağlantı kuvvetini değerlendirmişlerdir. Raposo et al. (161) yayınladıkları olgu raporunda rezin kompozitlerle ağız içi porselen tamiri yapmışlardır. Bununla birlikte çeşitli mekanik ya da kimyasal yüzey işlemleri uygulanarak altyapılara rezin simanların bağlantı kuvvetini değerlendiren birçok çalışma mevcuttur (162-164). Ancak yapılan literatür taramasında farklı altyapıların birbiri ile kıyaslandığı bir çalışma literatürde görülememiştir.

Altyapı materyalleri ile rezin tamir materyalinin bağlantısında birtakım yüzey işlemleri gerekmektedir (90,165). Altyapı materyalinin yüzeyindeki kuvvetli bağlantı mikromekanik alanlara ve kimyasal etkileşimlere bağlıdır. Bu işlem için de yüzeyin pürüzlü ve temiz olması gerekmektedir (87,166). Üretici firma prensiplerine sadık kalındığı takdirde geleneksel silika bazlı porselenlere rezin materyallerin bağlanma kuvvetleri stabildir. Ancak alüminyum oksit ve zirkonyum oksit gibi yüksek dayanıklı porselenler silika bazlı porselenlerden farklı bir yüzey yapısına sahiptir (167). Zirkonya ve alumina gibi materyaller asit uygulamasından etkilenmemektedir. Çünkü bu materyaller yüksek kristalin yapıya sahiptir ve camsı faz bulunmaz. Dolayısıyla asit kristalin yapıyı çözemez (21,168). Daha önceki çalışmalarda yüksek saflıkta alumina ve cam infiltre alumina porselen yüzeylerinde Al_2O_3 ile kumlama ve HF asit işlemi uygulanmış ve asitlerin bu yüzeylerde etkisiz olduğu bildirilmiştir. (99,169). Döner alet veya kumlama ile elde edilen klasik yüzey pürüzlendirme metotları da zirkonya yüzeyinde hafif pürüzlülük oluştursa da bu oluşum kabul edilebilir bağlanma kuvveti için yeterli olmayabilir.

Zirkonya yüzeyine kimyasal bağlanma birtakım yüzey ajanlarını kullanmayı gerektirse de, silan ajanları zirkonya yüzeyindeki silika eksikliğinden dolayı bağlantı kuvvetini artırmamaktadır (25). Diğer yandan alumina ve zirkonya bazlı porselenlerde uygulanan tribokimyasal silika kaplama işlemi sayesinde yüzeyde silikanın olması ve pürüzlülüğün artması nedeniyle yüksek bağlanma dayanımı sağlanmaktadır (18).

Genel pürüzlendirme yöntemi olarak elmas frez ile pürüzlendirme (170), alüminyum oksit ile kumlama (171) asit ile dağlama (172) ve bu tekniklerin kombinasyonu (21, 173) sayılabilir. Çalışmamızda altyapı materyallerinin yüzeylerinin standardize edilmesi amacıyla zımparalanmasını takiben 50 µm' lik Al₂O₃ tozu ile kumlanarak yüzey pürüzlülüğü oluşturulmuştur. Literatürde Al₂O₃ tozu ile yapılan kumlama ile ilgili birçok veri mevcuttur (148,168,174-176). Materyal yüzeylerinin kumlanması ile yüzey alanı, yüzey enerjisi ve ıslanabilirliği artar. Böylece rezin materyalinin bağlanma kuvveti artmış olur (168). Ancak Y-TZP porselenlerde kumlama ile yüzey pürüzlülüğünün artırılması işlemi materyalin tetragonal fazdan monoklinik faza geçmesine neden olmakta ve bu da transformasyon sertliğine neden olmaktadır (177). Diğer yandan yüzey pürüzlülüğü ile oluşan monoklinik fazın varlığı bu materyalde çatlamalara neden olabilmektedir. Ancak birçok zirkonya üreticisi 50 µm' lik Al₂O₃ tozu ile kumlamanın yüzey sertliğinde bir değişme oluşturmadığını belirtmişlerdir. Calamira (178) and Kern (95) kumlamının agresif olması durumunda fazla miktarda zirkonya materyalinin yüzeyden kaybı ve mikro çatlaklar nedeniyle mikromekanik bağlanmanın olumsuz etkilenebileceğini belirtmişlerdir.

Özcan (11) porselen tamiri ile ilgili yapmış olduğu derleme çalışmasında intraoral kumlama cihazlarının kullanılmasının avantajlarından bahsetmiş ve Al₂O₃ tozu ile kumlama yerine silika kaplı partiküller uygulanırsa daha iyi sonuçların alınabileceğini söylemiştir. Bizim çalışmamızda 50 µm' lik Al₂O₃ partikülleri kullanılmıştır. Ancak silika kaplı partiküller kullanılmamıştır.

Kumlamaya ek olarak çeşitli primer materyallerinin kullanılması ve özellikle bu materyallerin MDP içerikli olması önerilmektedir. Son dönemlerde yeni bir yaklaşım ise organofosfat (MDP) + karboksilik asit monomeri içeren primer ajanlarını kullanmak olmuştur (32). Yanagida et al. (179) 10-methacryloyloxydecryl dihydrogen phosphate (MDP) içerikli primerin 3 bileşkeden oluştuğunu söylemişlerdir. Bunlar metakrilol, desil ve dihidrojen fosfattır. Metakrilol gubu rezin siman içerisindeki matriks monomerleri ve primer içerisindeki MDP polimerlerini kopolimerize eder. Desil grup adeziv ara yüzüne suyun penetrasyonunu engeller. Dihidrojen fosfat ise siman ile metal yüzeyinde bulunan oksit tabakası arasında kimyasal bağ oluşumunu sağlayan monomerler içerir. Fonseca et al. (163) MDP, thiophosphate methacryloyloxyalkyl

(MEPS) türevleri ya da 4-methacryloyloxyethyl trimellitate enhydride (4-META) içeren metal primerlerin rezin ile metal alaşım arasında bağlantı kuvvetini artırdığı rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan alternatif primer ajanı (Z prime plus), MDP ve karboksilik asit monomerini içermektedir. Metal, alumina ve zirkonya yüzeyleri için uygulanabilir olduğu üretici talimatlarında belirtilmiştir. Tutuculuk değerleri de diğer yayınlar ile kıyaslandığında benzer çıkmıştır.

Kompozit rezin simanların ilk 24 saatteki su emiliminin maksimum olacağı ve bağlantı kuvvetinin ilk 24 saatte daha çok azalacağı savunulmuştur (115). Özcan et al. (88) yapmış oldukları bir çalışmada alumina ile güçlendirilmiş feldspatik porselen bloklara üç farklı porselen tamir sistemini uygulamışlar ve bağlanma kuvvetlerini rapor etmişlerdir. Uzun dönem suda bekletme işleminde bağlantı kuvvetinin azaldığını söylemişlerdir. D'Amario et al. (131) üç farklı rezin simanın zirkonya ile olan bağlantı kuvvetine termal döngünün etkilerini inceledikleri çalışmalarında termal döngünün rezin simanların zirkonyaya olan bağlantı kuvvetini azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Fonseca et al. (163) materyalleri simante ettikten sonra suda bekletme süresi açısından da karşılaştırmışlar ve bir gün suda bekletmek ile altı ay suda bekletmek arasında bağlantı kuvveti açısından hiçbir grupta istatistiksel olarak bir fark elde edememişlerdir. Bu sonuç Haselton' un (115) dile getirdiği rezin monomerlerin ilk 24 saat içerisinde maksimum su emmeleri ve dolayısıyla örnekleri daha fazla suda bekletmenin çok anlamlı olmayacağı hipotezini desteklemektedir. Bizim çalışmamızda da materyaller 24 saat boyunca su içerisinde bekletilmiştir.

Ağızda kullanılan materyallerin belli bir kullanım sonrasında materyalin dayanıklılığının azaldığını gösteren birtakım çalışmalar mevcuttur (131,135,180). Bu çalışmalardan yola çıkarak ağız ortamını simüle etmek amacıyla örneklerimize 5-55 °C' de 1200 adet termal döngü uygulaması yapılmıştır. Ancak termal döngü sayısında farklı görüşler bildirilmektedir (142). Bazı araştırmacılara göre 1200 termal döngü 1 yıla tekabül ederken bazı araştırmacılara göre ise bu kesinlik taşımamaktadır (147). Bir literatürde ise 300 termal döngü uygulaması yapılmış ve ardından minimal termal döngü uygulamasının restorasyon hakkında fikir verebileceği söylenmiştir (115). Özcan et al.

(88) yapmış oldukları çalışmada tamir edilen feldspatik porselen örneklerin termal döngülü ve döngüsüz sonuçlarında termal döngünün bağlanma kuvvetini istatistiksel anlam teşkil edecek şekilde düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda termal döngü uygulaması bütün örneklerle yapıldığı için Özcan ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışma ile karşılaştırma yapılamamaktadır.

Porselen tamiri üzerine yapılan çalışmalarda en çok kullanılan testler makaslama, mikrogerilim ve üç nokta yükleme testleridir (9). Bizim çalışmamızda makaslama testi uygulanmıştır; çünkü fazla sayıda malzeme kullanılmıştır ve ağız içerisinde özellikle anterior bölgelerde daha çok makaslama kuvvetleri oluşmaktadır. Makaslama testleri porselen tamirinde bağlantı kuvvetlerinin sayısal olarak ölçümü için kullanılır (119). Ayrıca mikrogerilim ve makaslama testlerinin yüksek sertlikteki porselenlerde benzer sonuçlar verdiği ve makaslama testlerinin mikrogerilim testlerinden daha kolay olduğu literatürde belirtilmiştir (181). Valandro et al. (181) alumina altyapılara rezin materyalin bağlantısını değerlendirdikleri çalışmalarında mikrogerilim ve makaslama testlerini uygulamışlar ve her iki test sonucunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını söylemişlerdir.

Fonseca et al. (163) Kuraray tamir sisteminde bulunan MDP-VTD içerikli olan alloy primerde VTD grubunun reaksiyonu başlatıcı olarak benzoil peroksit amin içeren kimyasal olarak sertleşen rezin bazlı simanlarda, simanların polimerizasyonunu olumsuz yönde etkilediğini söylemektedir. Bizim çalışmamızda kullandığımız sistemlerde kimyasal olarak sertleşen değil, ışıkla sertleşen kompozitler kullanılmıştır.

Elde edilen makaslama bağlantı kuvveti değerleri ışığında yapılan istatistiksel analiz sonucunda tamir sistemleri arasında alt yapılara bağlanma kuvveti açısından istatistiksel olarak farklılık elde edilmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak ‘Porselen tamir sistemlerinin alt yapı materyallerine olan bağlantı kuvveti arasında fark yoktur’ boş hipotezi reddedilmiştir. Ancak sadece Voco tamir sistemi ile tamir edilen alumina ve kıymetsiz alaşım gruplarında alternatif primer kullanımı makaslama bağlantı kuvvetini artırmış olmasına rağmen alternatif primerin etkisi istatistiksel olarak anlam teşkil edecek şekilde genele yansıyamamıştır. Bundan dolayı ‘alternatif primerin bu bağlanmaya etkisi yoktur’ boş hipotezi kabul edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan alternatif primer ajanının Voco tamir sistemine eklenmesiyle kıymetsiz metal alaşımına olan bağlantı kuvvetini anlamlı derecede artırmıştır. Üretici talimatı doğrultusunda Voco tamir sistemindeki bağlantı kuvveti (4,55 MPa) ile alternatif primer kullanımı sonrası bağlantı kuvveti (12,5 MPa) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur (Şekil 4.6). Buradaki mekanizma alternatif primer ajanındaki metakrilol grubunun rezin materyal ile kopolimerize olup rezin materyalin kıymetsiz metal alaşımına olan bağlantı kuvvetini artırdığı şeklinde yorumlanabilir. Voco tamir sisteminde sistemin kendi içerisinde soy metal ve kıymetsiz metal alaşımları için bir primer ajanı bulunmayıp mekanik yüzey işlemi olarak frezle pürüzlendirme, arkasından silan uygulaması ve bonding aşamasından oluşmaktadır. Rezin materyal ile metal yüzey arasındaki bağlantıda mikromekanik pürüzlendirme işlemi ile silan uygulaması rol oynamaktadır denilebilir. Silan uygulaması metal ile kompozit arasında bağlantıyı artırmak amacıyla da kullanılmaktadır (1).

Fonseca et al. (163) yapmış oldukları bir çalışmada titanyum ve kıymetsiz metal yüzeylerine iki farklı rezin simanın bağlantı kuvvetini MDP-VTD ve MTU içerikli iki farklı primer ajanı ile birlikte değerlendirmişler ve sonuçları kaydetmişlerdir. Çalışmada saf titanyum ve kıymetsiz metal alaşımından gruplar oluşturmuşlardır. Ardından hem saf titanyum grubundaki hem de kıymetsiz metal alaşımı grubundaki bütün alt gruplara sırası ile yalnızca Panavia F rezin simanını, MDP-VTD içerikli primer + Panavia F rezin simanını, yalnızca Bistite II DC rezin simanını ve MTU içerikli alternatif primer + Bistite II DC rezin simanını uygulamışlardır. MDP-VTD içerikli primer Panavia F rezin simanının her iki metale olan bağlantısını da artırmamıştır. MTU içerikli primer ajanı da aynı şekilde Bistite II DC rezin simanının metal yüzeylere olan bağlantı kuvvetini artırmamıştır. Bunun aksi olarak MDP-VTD içerikli primerlerin baz metallerde çok iyi bağlanma kuvveti sağladığı ile ilgili raporlar mevcuttur (182, 183). Taira et al. (184) titanyum yüzeyine Panavia-F rezin simanının bağlantı kuvvetini değerlendirdikleri bir çalışmada metal primeri kullanılmaksızın elde edilen bağlantı kuvveti ile metal primeri kullanılarak elde edilen bağlantı kuvveti arasında istatistiksel olarak fark bulamamışlardır.

Bizim çalışmamızda kullanmış olduğumuz Kuraray tamir sisteminin primeri MDP + VTD ve alternatif primer ajanı da MDP + karboksilik asit monomerlerini içermektedir.

Alternatif primer Kuraray tamir sistemine eklendiğinde Kuraray tamir sisteminin kıymetsiz metal alaşımlarına olan bağlantı kuvvetini artırmamıştır (KM_K : 20,8 MPa, KM_{KP} : 20,55 MPa) (Şekil 4.2). Alternatif primer Kuraray tamir sistemindeki primer kadar etkilidir. İçeriklerindeki MDP dışında Kuraray tamir setindeki VTD ile alternatif primerdeki karboksilik sit grupları benzer işlev görmüş olabilir.

Bizim çalışmamızda kullandığımız alternatif primer Voco tamir sisteminde alumina ve kıymetsiz alaşım altyapı gruplarına etkili olurken Kuraray tamir sistemi ile tamir edilen bütün altyapılarda da alternatif primer kullanımı bağlanma kuvvetini istatistiksel olarak artırmamıştır. Voco sistemine dışarıdan bir primer eklediğimizde bağlantı kuvveti artmaktadır. Kuraray tamir sisteminde ise metal primeri mevcuttur. Kuraray tamir sisteminde orijinal primeri çıkarıp yerine alternatif primer kullandığımızda bağlantı kuvvetinde bir artış görülmemiştir. Ancak elde edilen bu değerler ile Voco tamir sistemine alternatif primer eklendiğinde elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur. Ancak alternatif primerden elde edilen değerler Voco tamir sistemine göre fazla olmasına rağmen Kuraray tamir sisteminden daha fazla değildir. Çalışmamızda Voco tamir sisteminde kıymetsiz metal altyapılarda alternatif primer kullanımı bağlantı kuvvetini artırmıştır (KM_V : 4,55 MPa, KM_{VP} : 12,5 Mpa) (Şekil 4.6). Ancak, Kuraray tamir sistemi ile işlem gören kıymetsiz metal altyapılarda alternatif primer kullanılması bağlanma kuvvetini istatistiksel olarak anlam teşkil edecek şekilde artırmamıştır (KM_K : 20,8 MPa, KM_{KP} : 20,55 MPa) (Şekil 4.2). Kuraray tamir sisteminin kendi içerisinde kullanılan primer ajanı ile alternatif primer kullanılan gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülemediği. Dolayısıyla Kuraray tamir sisteminin kendi içerisindeki primer ajanının bağlantı kuvveti yeterince yüksek olduğu için alternatif primere gerek kalmamıştır.

Yeşil ve ark. (150) kıymetsiz metal altyapı, veneer porselen ve kıymetsiz metal-veneer porselen altyapılara farklı rezin kompozitlerin bağlantı kuvvetini değerlendirdikleri bir çalışma rapor etmişlerdir. En yüksek bağlantı kuvvetini kıymetsiz metal yüzeylerde elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da en yüksek bağlantı kuvvetleri kıymetsiz metal alaşım yüzeyinde elde edilmiştir. Yazar, çalışmasında hiçbir primer ajanı kullanmamıştır ve direkt bonding ajanı kullanarak çalışmasını tamamlamıştır. Bizim çalışmamızda orijinal Voco tamir sisteminde metal altyapılarda silan uygulamasının

ardından Yeşil ve arkadaşları gibi üretici talimatları gereği yalnızca bonding uygulaması yapılmıştır. Yeşil ve arkadaşlarının elde ettiği değerler (12,07 MPa) bizim çalışmamızda Voco tamir sistemi ile elde ettiğimiz değerlerden yüksek çıkmıştır (4,55 MPa). Bunun nedeni, Yeşil ve arkadaşları 200 termal döngü yaparken bizim çalışmamızda yaptığımız termal döngünün 1200 adet olması olabilir. Ayrıca Yeşil ve arkadaşları primer kullanmamasına rağmen bonding ajanında MDP olduğu için bağlantı kuvveti değeri yüksek çıkmış olabilir.

Magne et al. (32) zirkonya alt yapılara rezin simanların bağlanma kuvveti ve bu kuvvete alternatif primerin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında bizim çalışmamızda kullandığımız alternatif primeri kullanmışlar ve bu alternatif primeri kullandıkları gruplarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bağlanma kuvvetleri elde etmişlerdir (26,68 MPa). Bizim çalışmamızda Kuraray tamir sistemi ve Voco tamir sisteminde alternatif primer kullanımı zirkonya altyapılarda istatistiksel olarak anlam teşkil edecek derecede yüksek bağlantı kuvvetleri sağlamamıştır. Aynı zamanda Voco ve Kuraray tamir sistemlerinin zirkonya alt yapıya bağlanma kuvvetleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Magne ve arkadaşlarının ulaşmış oldukları makaslama bağlantı kuvvetine bizim çalışmamızda ulaşamamış olmasının bir nedeni Magne ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada termal döngünün uygulanmamış olması olabilir. Bizim çalışmamızda ise örnekler 24 saat suda bekletildikten sonra 5-55 °C’ de 1200 adet termal döngü işlemi uygulanmıştır. Bu da bağlantı kuvvetini azaltmış olabilir. Literatürde birçok çalışmada termal döngü uygulanmasının örneklerin bağlantı kuvvetini anlamlı ölçüde düşürdüğü belirtilmektedir (135,180).

Lehmann et al. (185) MDP içerikli iki farklı alternatif primerin zirkonya altyapı ile rezin simanlar arasındaki bağlantı kuvvetine etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada MDP içerikli primer kullanılan grupların ikisinde de hiç kullanılmayan gruplara göre anlamlı derecede yüksek bağlantı kuvveti elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda primersiz grubumuz olmadığı için bu bakımdan değerlendirme yapılmamıştır. Bizim çalışmamızda Voco tamir sisteminde ve alternatif primer + Voco tamir sisteminde değerler sırası ile 8,8 MPa ve 7,6 MPa’ dır (Şekil 4.7). Kuraray tamir sisteminde ve alternatif primer + Kuraray tamir sisteminde ise değerler sırası ile 10,3 MPa ve 8,8

MPa' dır (Şekil 4.3). Alternatif primer kullanımı zirkonya altyapılarda bağlanma kuvvetini istatistiksel olarak anlam teşkil edecek şekilde değiştirmemiştir. Bizim çalışmamızda zirkonya altyapılarda her iki tamir sistemi için de primer uygulamaları olduğu için alternatif primer kullanımının bağlantı kuvvetini artırmaması sistemlerin kendi primerlerinin de alternatif primer ile eşdeğer olduğunu göstermektedir.

Yun et al. (186) zirkonya altyapıya metal primer ajanları ve Al_2O_3 ile kumlamanın zirkonya ile rezin simanların bağlantısına etkisini inceledikleri bir çalışmada hem kumlama yapılan hem de primer ajanı uygulanan grupta en yüksek bağlanma kuvvetini elde etmişlerdir Yazarın elde ettiği en yüksek bağlanma kuvveti değeri, 17,1 MPa ile hem primer uygulanan hem de kumlama yapılan gruptan, en düşük değer ise 0 MPa ile hiçbir yüzey işlemi yapılmayan gruptan elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda zirkonya altyapı gruplarında elde edilen en yüksek bağlanma kuvveti değeri 17,9 MPa, en düşük bağlanma kuvveti değeri ise 6,3 MPa' dır. Bizim elde ettiğimiz en yüksek bağlantı kuvveti değeri yazarın elde ettiği değere benzemektedir. Yazar, çalışmasında bizim çalışmamızda yapmış olduğumuz termal döngüden daha fazla sayıda termal döngü yapmış (5000), ancak bizim çalışmamızda kullandığımız partikül boyutundan daha büyük Al_2O_3 partikülleri ile kumlama yapılmıştır. Ayrıca elde ettiğimiz en yüksek bağlantı kuvveti değeri tamir sisteminin orijinal kullanımı ile elde edilmiş, en düşük bağlantı kuvveti değeri ise alternatif primer kullanıldığında elde edilmiştir. Bu sonuç da yazarın, primerlerin farklı kimyasal yapılarından ve bağlantı mekanizmalarından dolayı herhangi bir rezin siman için en uygun primeri seçmek gerektiğini söylemesi ile uyumludur. Ayrıca yazar çalışmasında metal ve porselen yüzeylerine uygulanan primer ajanları dışında spesifik olarak zirkonya yüzeylere uygulanabilen primer ajanlarının geliştirilmesi gerektiğini savunmuştur.

Koizumi et al. (187) yapmış oldukları çalışmada zirkonya altyapılara farklı rezin simanların bağlanma kuvvetlerini incelemişler ve bu bağlanma kuvvetine farklı primer ajanlarının etkilerini değerlendirmişlerdir. Bizim çalışmamıza benzer olarak zirkonya yüzeylere 50 μm ' lik Al_2O_3 ile kumlama yapmışlar ve ardından 2 adet MDP içerikli, bir adet de MDP içerikli olmayan primer ajanlarını uygulamışlardır. Yazar, MDP içerikli primer ajanı kullanılmasının bağlantı kuvvetini artırdığını belirtmiştir. Yazarların MDP içerikli primer kullanarak elde ettiği sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçları ile

benzerdir. Bizim çalışmamızda alternatif primer kullanımı zirkonya altyapı gruplarında her iki sistemde de bağlantı kuvvetini anlamlı olarak artırmamıştır. Bizim çalışmamızdaki primerler MDP içeriklidir. Alternatif primer ile karşılaştırıldığında ise anlamlı farklılık görülmemiştir.

Matsumara et al. (113) rezin kompozit materyalinin soy metal alaşımlarına olan bağlanma kuvvetine dört farklı alternatif primer ajanının etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada sülfür içeren alternatif primer ajanının soy metal alaşımlara kompozit materyalinin bağlanma kuvvetini artırdığını rapor etmişlerdir. Yazarlar nikel-krom, kobalt-krom ya da titanyum gibi altyapılarda karboksilik ya da fosforik asit içeren primer ajanının bağlanma dayanımına olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir ancak altın alaşımlarında kullanılması gereken primer aracının sülfür içerikli olması gerektiğini rapor etmişlerdir. Furushi et al. (183) farklı metal primerlerin altın alaşımlara rezin modifiye cam iyonmer simanların bağlantısına etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada metal primer kullanımının bağlantı kuvvetini anlamlı derecede artırdığını rapor etmişlerdir. Çalışmada kullanılan primerlerin hepsi de sülfür zinciri içermekteydi. Çalışmamızda kullanılan alternatif primer ajanı organofosfat monomeri ve karboksilik asit grupları içermekte ancak sülfür zinciri içermemektedir. Her iki tamir sistemine alternatif primer ajanının eklenmesi sonucu oluşan galvanokaplama altyapılara olan bağlanma kuvvetindeki artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Bu artış Voco tamir sistemine eklenen alternatif primerde 0,6 MPa, Kuraray tamir sistemine eklenen alternatif primerde ise 0,65 MPa kadardır. Literatürde metal oksitlerin yüzeylerindeki oksit tabakasına metal primerlerin affinitesinin olduğu belirtilmekte (188) ve zirkonyum oksit yüzeyi (ZrO_2) ile titanyum oksit (TiO_2) yüzeylerinin kimyasal yapıları benzer olduğundan dolayı metal ya da alaşım primer ajanlarının zirkonya yüzeyi için de uygulanabilir olduğu belirtilmektedir (186). Bizim çalışmamızda kullanmış olduğumuz alternatif primer ajanı da üretici talimatlarına göre metal, alumina ve zirkonya yüzeylerinde uygulanabilir olduğundan cam porselen altyapı grubu dışında bütün alt gruplarda kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan galvanokaplama grubunda altın içeriği % 99,9 oranında olduğu için galvanokaplanmış metal altyapının yüzeyinde oksit tabakası bulunmamaktadır. Bu yüzden kullanılan metal primer ajanları istatistiksel olarak anlam teşkil edecek yüksek bağlanma kuvvetleri oluşmasında etkisiz kalmıştır.

Kitayama et al. (189) yapmış oldukları bir çalışmada farklı primer ajanlarının l s t ve zirkonya altyapılara rezin simanların bağlanma kuvvetine etkilerini değerlendirmişler ve primer kullanımının bağlantı kuvvetini artırdığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise cam porselen altyapı grubunda her iki tamir sistemi arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır ve alternatif primer ajanı üretici talimatlarına göre endikasyonu olmadığı için kullanılmamıştır.

Silikat porselenlerde bağlanma, silan içeren bir primerin uygulanmasını gerektirir ve bu primerin çalışma mekanizması şu şekildedir: silanın içerisindeki silisyum metil grubu, silikatın yüzeyindeki hidroksil gruplarına bağlanır (190). Ancak, alumina, zirkonya gibi oksit porselenler ve titanyum ve kobalt krom gibi kıymetsiz metallerin bağlanma yüzeylerinde oksit tabakası bulunmaktadır. Fosfat içeren monomerler de bu oksit tabakasına bağlanırlar ve bağlantı kuvvetini artırır (185,191). Soy metal alaşımlara bağlanma; sülfit içeren monomerin kullanılması, silika kaplaması ve kimyasal bağlanma gerektirir. Bu sülfit gruplar kıymetsiz alaşımlardakine benzer şekillerde primer ajanları ile bağlanma kuvvetini artırır (192). Uygun olmayan materyallerin bir arada kullanılması bağlantı kuvvetini azaltabilir ve başarısızlıklara neden olabilir. Genel ( niversal) bir primer kullanmak yukarıda adı geçen bağlama hatalarını engellemiş olur. Böylece firmalar yalnızca tüm porselenler için ve yalnızca tüm soy metal ve kıymetsiz alaşımların bütün çeşitlerine uygun genel primerler geliştirmişlerdir. Bunlardan piyasada ilk kombine olarak hazırlanan primer, hem alaşımlar için kullanılabilen (Alloy Primer) (182) primer, hem de bütün dental porselenler için kullanılabilen primerlerdir (Clearfil ceramic primer) (193). Ancak yine de bu primer ajanları metal ve porselen olarak ayrılmaktan kurtulamamışlardır. Son dönemlerde hem porselen, hem de alaşımlar için kullanılabilen çok amaçlı bir primer (monobond plus) geliştirilmiştir. Azimian et al. (194) böyle bir primer ajanının çeşitli altyapı materyallerine olan bağlantı kuvvetini değerlendirmişler ve bütün altyapılarda bu primer ajanının alternatif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda kullanılan alternatif primer ajanı da cam porselen dışında hem metal hem de porselen bütün altyapılarda kullanılabilmektedir. Aynı şekilde bizim çalışmamızda kullandığımız alternatif primer ajanı sistemlerin diğer kendi orijinal primerlerine alternatif olarak kullanılabilse de bağlantı kuvvetini diğer primerler ile kıyaslandığında anlamlı derecede artırmamaktadır.

Literatürde silan ajanı, asidik monomer ve sülfür içerikli ajanlarının üçlü kombinasyonlarının bir arada bulunması porselenden zirkonyuma, soy metal alaşımdan kıymetsiz alaşıma kadar birçok altyapıda kabul edilebilir bağlantı kuvvetleri oluşturacağı ancak bu çok amaçlı primer ajanlarının içerdiği silan ajanlarının hidrolizi ve raf ömrü gibi sorunların da gözden kaçırılmaması gerektiği belirtilmektedir (195). Ikemura et al. (195) çok amaçlı bir primer ajanının porselen, alumina, zirkonya ve soy metal alaşım üzerindeki bağlanma kuvvetine olan etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada üçlü kombinasyon (silan ajanı, asidik monomer ve sülfür zinciri) içeren alternatif primer ajanının dental porselen, zirkonya, alumina ve altın alaşımında bağlanma kuvvetine olumlu katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda kullandığımız alternatif primer de çok amaçlı olmakla birlikte Kuraray tamir sisteminde tutuculuk kuvvetine bir katkı sağlamasa da Voco tamir sistemi ile karşılaştırdığımızda Voco tamir sistemi ile tamir edilen örneklerde alternatif primer kullanımı alumina ve kıymetsiz alaşım altyapılarda bağlantı kuvvetine olumlu katkı sağlamıştır.

Rodriguez et al. (196), allceram alumina altyapılara farklı rezin simanların bağlanma kuvvetlerini inceledikleri bir çalışmada en yüksek sonucun Panavia F rezin simanını porselen bond aktivatörü ve Clearfil Se Bond ile ve 80 μm ' lik Al_2O_3 kumlama ile kombine kullandıklarında elde etmişlerdir. Ortaya çıkan bağlantı kuvvetleri (12,12 MPa), bizim çalışmamızdaki alumina alt yapı üzerinde Kuraray tamir sistemi uygulaması grubu ile benzer olmakla birlikte (9,5 MPa) bizim elde ettiğimiz sonuçlardan biraz daha yüksektir. Bunun nedeni Rodriguez ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada kumlama partiküllerinin biraz daha yüksek olması ve termal döngü uygulaması yapmaması olabilir.

Zirkonya ve alumina gibi altyapı materyalleri asitleme işleminden etkilenmese de (197) cam porselen materyalleri HF asite karşı duyarlıdır (141, 198). Bu materyallerde daha önceden de belirtildiği gibi asit uygulamasında camsı kısım eriyerek mikropörözite oluşturulabilmekte ve bağlantı kuvveti arttırmaktır. Bizim çalışmamızda kullandığımız cam porselen alt yapı feldspatik içerikli bloklardan elde edilmiştir. Ancak çalışmamızda kullandığımız Voco tamir sisteminde üretici talimatlarına göre asit uygulaması gerekmediği için Voco tamir sisteminde asit uygulaması yapılmamıştır ve elde edilen makaslama bağlantı kuvveti Voco ile Kuraray tamir sistemi arasında istatistiksel olarak

bir fark göstermemiştir. Cam porselenlere asit uygulatan Kuraray tamir seti ile karşılaştırıldığında asitin uygulanmaması Voco tamir sisteminin makaslama bağlantı kuvvetini düşürmemiştir.

5.1. ÇALIŞMANIN SINIRLAMALARI VE SONUÇLAR

Çalışmamızı in-vivo koşullara uygun hale getirmeye çalışmamıza rağmen; okluzal yükleme, çeşitli asidik yada bazik ortamların ve farklı sayıdaki termal döngülerin bağlantı kuvvetine etkileri gibi faktörlerin ele alınmamış olmasıdır. Bunun yanında çalışmamızda bir yıla denk gelecek şekilde termal döngü işlemi uygulanmıştır. Ancak ağız içerisindeki restorasyonların daha uzun ömürlü olmaları beklenmektedir. Altyapıların veneer porselenleri ile olan bağlantıları da değerlendirilmemiştir. Cam porselen, alumina, zirkonya, kıymetsiz ve soy metal alaşımlarının tamir sistemlerine olan bağlantı kuvvetleri değerlendirilirken titanyum alt yapı ele alınmamıştır. Silika kaplı Al_2O_3 tozu çalışmamızda kullanılmamıştır. Çalışmamızdaki bu eksiklikler ileriki çalışmalarda giderilebilir.

Bu çalışmanın sınırları dahilinde; porselen tamir sistemlerinin altyapı materyallerine olan bağlantı kuvvetleri ve bu bağlantı kuvvetlerine alternatif bir primer ajanının etkisi değerlendirilerek şu sonuçlara varılmıştır;

1. Genel anlamda değerlendirme yapıldığında Kuraray tamir sistemi Voco tamir sistemine göre altyapı materyallerine daha yüksek bağlantı kuvveti göstermektedir.
2. Galvanokaplama altyapı grubu her iki tamir sistemi uygulamasında da en düşük bağlantı kuvvetini göstermiştir.
3. Alternatif primer uygulaması hem Kuraray hem de Voco tamir sistemlerinde altyapı materyallerine olan bağlantı kuvvetini değiştirmemektedir.
4. Voco tamir sistemi ile tamir edilen kıymetsiz alaşım ve alumina altyapılarda alternatif primer kullanımı bağlantı kuvvetini artırması nedeniyle Voco tamir sistemine bir alternatif primer görevi görmüştür. Özellikle kıymetsiz metal alaşımı grubunda bu etki çok güçlüdür.

5. Elde edilen bağlantı kuvvetlerinin ışığında Kuraray tamir sisteminde alternatif primer uygulanmasının bağlantı kuvvetine etki etmemesi sistemin kendi içerisinde bulunan primer ajanının da kabul edilebilir derecede bağlantı kuvveti oluşturduğu şeklinde yorumlanmıştır. Çalışmamızda kullanılan alternatif primer ajanı Kuraray tamir sistemindeki primer ajanına alternatif olmamaktadır.

6. KAYNAKLAR

1. Abd Wahab MH, Bakar WZ, Husein A. Different surface preparation techniques of porcelain repaired with composite resin and fracture resistance. *J Conserv Dent* 2011;14:387-90.
2. Beck DA JC, Douglas HB. Shear Bond Strenghth of Composite Resin Porcelain Repair Materials Bonded to Metal and Porcelain. *J Prosthet Dent* 1990;64:529-33.
3. Ortorp A, Kihl ML, Carlsson GE. A 3-year retrospective and clinical follow-up study of zirconia single crowns performed in a private practice. *J Dent* 2009;37:731-6.
4. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24:299-307.
5. Burke FJ. Repair of metal-ceramic restorations using an abrasive silica-impregnating technique: two case reports. *Dent Update* 2002;29:398-402.
6. Chadwick RG, Mason AG, Sharp W. Attempted evaluation of three porcelain repair systems--what are we really testing? *J Oral Rehabil* 1998;25:610-5.
7. Koseyan GK, Biswas CP. A study of ceramic-metal restoration process. *J Prosthet Dent* 1976;36:694-8.
8. Thurmond JW, Barkemier WW, Wilwering TM. Effects Of Porcelain Surface Treatments On Bond Strenhgts Of Composite Resin Bonded To Porcelain. *J Prosthet Dent* 1994;72:355-59.
9. Llobell A, Nicholls JI, Kois JC, Daly CH. Fatigue life of porcelain repair systems. *Int J Prosthodont* 1992;5:205-13.
10. Appeldoorn RE, Wilwerding TM, Barkmeier WW. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair systems. *J Prosthet Dent* 1993;70:6-11.
11. Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003;30:194-203.
12. Özcan M. Fracture Strengths Of Ceramic-Fused-To-Metal Crowns Repaired With Two İntraoral Air-Abrasion Techniques And Some Aspects Of Silane

Pretreatment –A Laboratory And Clinical Study. Cologne: University of Cologne; 1999.

13. Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent* 2006;95:430-6.
14. Creugers NH, Snoek PA, Kayser AF. An experimental porcelain repair system evaluated under controlled clinical conditions. *J Prosthet Dent* 1992;68:724-7.
15. Fan PL. Porcelain repair materials. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1991;122:124, 26, 28-30.
16. Denehy G, Bouschlicher M, Vargas M. Intraoral repair of cosmetic restorations. *Dent Clin North Am* 1998;42:719-37, x.
17. Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont* 2002;15:299-302.
18. Amaral R, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: the effect of surface conditioning. *Dent Mater* 2006;22:283-90.
19. Amaral R, Ozcan M, Valandro LF, Balducci I, Bottino MA. Effect of conditioning methods on the microtensile bond strength of phosphate monomer-based cement on zirconia ceramic in dry and aged conditions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008;85:1-9.
20. Bottino MA, Valandro LF, Scotti R, Buso L. Effect of surface treatments on the resin bond to zirconium-based ceramic. *Int J Prosthodont* 2005;18:60-5.
21. Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 2003;19:725-31.
22. Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent* 2003;89:479-88.
23. Sobrinho LC, Cattell MJ, Glover RH, Knowles JC. Investigation of the dry and wet fatigue properties of three all-ceramic crown systems. *Int J Prosthodont* 1998;11:255-62.

24. Herrmann M, Rottenegger R, Tinschert J, Marx R. The effect of corrosive environment on the porcelain-to-metal bond--a fracture mechanics investigation. *Dent Mater* 1992;8:2-6.
25. Kim BK, Bae HE, Shim JS, Lee KW. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent* 2005;94:357-62.
26. da Silveira BL, Paglia A, Burnett LH, et al. Micro-tensile bond strength between a resin cement and an aluminous ceramic treated with Nd:YAG laser, Rocatec System, or aluminum oxide sandblasting. *Photomed Laser Surg* 2005;23:543-8.
27. Yoshida K, Tsuo Y, Atsuta M. Bonding of dual-cured resin cement to zirconia ceramic using phosphate acid ester monomer and zirconate coupler. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;77:28-33.
28. Tsuo Y, Yoshida K, Atsuta M. Effects of alumina-blasting and adhesive primers on bonding between resin luting agent and zirconia ceramics. *Dent Mater J* 2006;25:669-74.
29. Akgungor G, Sen D, Aydin M. Influence of different surface treatments on the short-term bond strength and durability between a zirconia post and a composite resin core material. *J Prosthet Dent* 2008;99:388-99.
30. Ozcan M, Valandro LF. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. *Dent Mater J* 2008;27:99-104.
31. Matinlinna JP, Heikkinen T, Ozcan M, Lassila LV, Vallittu PK. Evaluation of resin adhesion to zirconia ceramic using some organosilanes. *Dent Mater* 2006;22:824-31.
32. Magne P, Paranhos MP, Burnett LH. New zirconia primer improves bond strength of resin-based cements. *Dent Mater* 2010;26:345-52.
33. Piascik JR, Swift EJ, Braswell K, Stoner BR. Surface fluorination of zirconia: adhesive bond strength comparison to commercial primers. *Dent Mater* 2012;28:604-8.
34. McLean JW. *The Science and Art of Dental Ceramics Volume II: Bridge Design and Laboratory Procedures in Dental Ceramics*. Chicago: Quintessence Pub.; 1979.

35. Combe EC. Notes on dental materials Edinburgh: Churchill Livingstone; 1986.
36. Akın E. Diş Hekimliğinde Porselen. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi; 1990.
37. McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. J Prosthet Dent 2001;85:61-6.
38. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. Dent Mater 2004;20:441-8.
39. Powers JM. Restorative Dental Materials St.Louis: CV Mosby; 2002.
40. MacCulloch WT. Advances in dental ceramics. Br Dent J 1968;124:361-5.
41. Duret F. Computerized dentistry. Dent Pract Manage 1986;10-3.
42. Kimura H, Sohmura T, Watanabe T. Three dimensional shape measurement of teeth by means of high precision laser displacement meter. J Osaka Univ Dent Sch 1988;28:45-51.
43. Rosentiel SF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics China: Mosby Elsevier; 2006.
44. Yavuzylmaz H. Metal Destekli Estetik Kuronlar. Ankara Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi; 1996.
45. Nayır E. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi; 1999.
46. O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection. Chicago: Quintessence Pub Co Inc; 2002.
47. Touati B, Nathanson D. Esthetic Dentistry and Ceramic Restorations London: Martin Dunitz Ltd; 1999.
48. Shillingburg HT, Whitsett DL. Fundamentals of Fixed Prosthodontics. . Chicago: Quintessence Pub; 1981.
49. Mehl A, Hickel R. Current state of development and perspectives of machine-based production methods for dental restorations. Int J Comput Dent 1999;2:9-35.
50. Zaimoğlu A, Ersoy E, Aksu E. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. Ankara: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları; 1993.

51. Zarone F, Russo S, Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: clinical and experimental considerations. *Dent Mater* 2011;27:83-96.
52. Yüksel G, Özkan P. Metal desteksiz porselen sistemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2000;10:79-88.
53. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2007;98:389-404.
54. Wall JG, Cipra DL. Alternative crown systems. Is the metal-ceramic crown always the restoration of choice? *Dent Clin North Am* 1992;36:765-82.
55. Taşveren S. Yüksek miktarda alumina ile güçlendirilmiş metal desteksiz porselen sistemleri. *Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg* 2005;8:128-32.
56. Toksavul S, Ulusoy M. Tüm Seramik Kronlar. İzmir: Meta Basım Matbaacılık; 2002.
57. Hickel R, Dasch W, Mehl A, Kremers L. CAD/CAM--fillings of the future? *Int Dent J* 1997;47:247-58.
58. Yavuzylmaz H, Turhan B, Bavbek B, Kurt E. Tam porselen sistemleri II. *GÜ Dişhek Fak Derg* 2005;22:49-60.
59. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999;20:1-25.
60. Guazzato M, Albakry M, Swain MV, Ironside J. Mechanical properties of In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconia. *Int J Prosthodont* 2002;15:339-46.
61. Christel P, Meunier A, Heller M, et al. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989;23:45-61.
62. Derand P, Derand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *Int J Prosthodont* 2000;13:131-5.
63. Luthardt RG, Holzhuter MS, Rudolph H, et al. CAD/CAM-machining effects on Y-TZP zirconia. *Dent Mater* 2004;20:655-62.
64. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2004;92:557-62.

65. Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N, et al. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. *J Prosthet Dent* 2006;96:237-44.
66. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, et al. Fracture resistance of lithium disilicate-, alumina-, and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: a laboratory study. *Int J Prosthodont* 2001;14:231-8.
67. Luthy H, Filser F, Loeffel O, Schumacher M, Gauckler LJ, Hammerle CH. Strength and reliability of four-unit all-ceramic posterior bridges. *Dent Mater* 2005;21:930-7.
68. Sundh A, Molin M, Sjogren G. Fracture resistance of yttrium oxide partially-stabilized zirconia all-ceramic bridges after veneering and mechanical fatigue testing. *Dent Mater* 2005;21:476-82.
69. Lughi V, Sergo V. Low temperature degradation -aging- of zirconia: A critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent Mater* 2010;26:807-20.
70. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Hillis SL. Clinical assessment of high-strength all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2000;83:396-401.
71. Xiao-ping L, Jie-mo T, Yun-long Z, Ling W. Strength and fracture toughness of MgO-modified glass infiltrated alumina for CAD/CAM. *Dent Mater* 2002;18:216-20.
72. Chai J, Takahashi Y, Sulaiman F, Chong K, Lautenschlager EP. Probability of fracture of all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 2000;13:420-4.
73. Sundh A, Sjogren G. A comparison of fracture strength of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia ceramic crowns with varying core thickness, shapes and veneer ceramics. *J Oral Rehabil* 2004;31:682-8.
74. Andersson M, Oden A. A new all-ceramic crown. A dense-sintered, high-purity alumina coping with porcelain. *Acta Odontol Scand* 1993;51:59-64.
75. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence Int* 2005;36:105-13.
76. Chang JC, Hart DA, Estey AW, Chan JT. Tensile bond strengths of five luting agents to two CAD-CAM restorative materials and enamel. *J Prosthet Dent* 2003;90:18-23.

77. Holand W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress 2 and the IPS Empress glass-ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000;53:297-303.
78. Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: a retrospective study. *Quintessence Int* 2002;33:503-10.
79. Esquivel-Upshaw JF, Chai J, Sansano S, Shonberg D. Resistance to staining, flexural strength, and chemical solubility of core porcelains for all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 2001;14:284-8.
80. Pallesen U, van Dijken JW. An 8-year evaluation of sintered ceramic and glass ceramic inlays processed by the Cerec CAD/CAM system. *Eur J Oral Sci* 2000;108:239-46.
81. Reich S, Hornberger H. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2002;88:44-9.
82. Sevuk C, Gur H, Akkayan B. Copy-milled all-ceramic restorations: case reports. *Quintessence Int* 2002;33:353-7.
83. Hondrum SO. A review of the strength properties of dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1992;67:859-65.
84. Vence BS. Electroforming technology for galvanoceramic restorations. *J Prosthet Dent* 1997;77:444-9.
85. Raigrodski AJ, Malcamp C, Rogers WA. Electroforming technique. *J Dent Technol* 1998;15:13-6.
86. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res* 1987;66:1460-5.
87. Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond strength of composite to porcelain treated with new porcelain repair agents. *Dent Mater* 1992;8:158-61.
88. Ozcan M, Valandro LF, Amaral R, et al. Bond strength durability of a resin composite on a reinforced ceramic using various repair systems. *Dent Mater* 2009;25:1477-83.
89. da Silva Ferreira S, Hanashiro FS, et al. Influence of aluminum oxide sandblasting associated with Nd:YAG or Er:YAG lasers on shear bond strength of a feldspathic ceramic to resin cements. *Photomed Laser Surg* 2010;28:471-5.

90. Dilber E, Yavuz T, Kara HB, Ozturk AN. Comparison of the effects of surface treatments on roughness of two ceramic systems. *Photomed Laser Surg* 2012;30:308-14.
91. Cavalcanti AN, Pilecki P, Foxton RM, et al. Evaluation of the surface roughness and morphologic features of Y-TZP ceramics after different surface treatments. *Photomed Laser Surg* 2009;27:473-9.
92. Hummel M, Kern M. Durability of the resin bond strength to the alumina ceramic Procera. *Dent Mater* 2004;20:498-508.
93. Curtis AR, Wright AJ, Fleming GJ. The influence of surface modification techniques on the performance of a Y-TZP dental ceramic. *J Dent* 2006;34:195-206.
94. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. Bonding of resin composite luting cements to zirconium oxide by two air-particle abrasion methods. *Oper Dent* 2006;31:248-55.
95. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition. *J Prosthet Dent* 1994;71:453-61.
96. Phark JH, Duarte S, Jr., Blatz M, Sadan A. An in vitro evaluation of the long-term resin bond to a new densely sintered high-purity zirconium-oxide ceramic surface. *J Prosthet Dent* 2009;101:29-38.
97. Awliya W, Oden A, Yaman P. Shear bond strength of a resin cement to densely sintered high-purity alumina with various surface conditions. *Acta Odontol Scand* 1998;56:9-13.
98. Kern M. Clinical long-term survival of two-retainer and single-retainer all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures. *Quintessence Int* 2005;36:141-7.
99. Kern M, Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability. *J Prosthet Dent* 1995;73:240-9.
100. Blixt M, Adamczak E, Linden LA, et al. Bonding to densely sintered alumina surfaces: effect of sandblasting and silica coating on shear bond strength of luting cements. *Int J Prosthodont* 2000;13:221-6.
101. Goldman L, Gray JA, Goldman J, Goldman B, Meyer R. Effect of Laser Beam Impacts on Teeth. *J Am Dent Assoc* 1965;70:601-6.

102. van As G. Erbium lasers in dentistry. *Dent Clin North Am* 2004;48:1017-59, viii.
103. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am* 2004;48:751-70, v.
104. Dundar B, Guzel KG. An analysis of the shear strength of the bond between enamel and porcelain laminate veneers with different etching systems: acid and Er,Cr:YSGG laser separately and combined. *Lasers Med Sci* 2011;26:777-82.
105. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc* 1963;66:57-64.
106. Ohashi K, Kurata S, Kondo Y, et al. Adhesion of resin to ceramic surfaces modified with phenyl group silane coupling agents containing a double bond. *The Journal of the Japanese Society for Dental Materials and Devices* 2005;24:247-52.
107. Matinlinna JP, Lassila LV, Vallittu PK. The effect of a novel silane blend system on resin bond strength to silica-coated Ti substrate. *J Dent* 2006;34:436-43.
108. Matinlinna JP, Vallittu PK. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces - an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. *J Oral Rehabil* 2007;34:622-30.
109. Brentel AS, Ozcan M, Valandro LF, et al. Microtensile bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimens in dry and aged conditions. *Dent Mater* 2007;23:1323-31.
110. Kamada K, Yoshida K, Taira Y, et al. Shear bond strengths of four resin bonding systems to two silica-based machinable ceramic materials. *Dent Mater J* 2006;25:621-5.
111. Kamada K, Taira Y, Yoshida K, Atsuta M. Effect of four silane coupling agents on bonding of two resin-modified glass ionomer cements to a machinable ceramic. *Dent Mater J* 2007;26:240-4.
112. Taira Y, Yoshida K, Matsumura H, Atsuta M. Phosphate and thiophosphate primers for bonding prosthodontic luting materials to titanium. *J Prosthet Dent* 1998;79:384-8.

113. Matsumura H, Shimoe S, Nagano K, Atsuta M. Effect of noble metal conditioners on bonding between prosthetic composite material and silver-palladium-copper-gold alloy. *J Prosthet Dent* 1999;81:710-4.
114. Ersu B, Yuzugullu B, Ruya Yazici A, Canay S. Surface roughness and bond strengths of glass-infiltrated alumina-ceramics prepared using various surface treatments. *J Dent* 2009;37:848-56.
115. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jr. Shear bond strengths of 2 intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent* 2001;86:526-31.
116. Kumbuloglu O, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Intra-oral adhesive systems for ceramic repairs: a comparison. *Acta Odontol Scand* 2003;61:268-72.
117. Rosentritt M, Behr M, Kolbeck C, et al. In vitro repair of all-ceramic and fibre-reinforced composite crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2000;8:107-12.
118. Moghadam B. Intraoral repair of fractured porcelain using porcelain laminate veneer. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1994;6:65-6, 68.
119. Leibrock A, Degenhart M, Behr M, et al. In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil* 1999;26:130-7.
120. Pameijer CH, Louw NP, Fischer D. Repairing fractured porcelain: how surface preparation affects shear force resistance. *J Am Dent Assoc* 1996;127:203-9.
121. Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. *Dent Mater* 2002;18:179-88.
122. Akyil MS, Yilmaz A, Karaalioglu OF, Duymus ZY. Shear bond strength of repair composite resin to an acid-etched and a laser-irradiated feldspathic ceramic surface. *Photomed Laser Surg* 2010;28:539-45.
123. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent* 1983;50:480-8.
124. Drummond JL. Cyclic fatigue of composite restorative materials. *J Oral Rehabil* 1989;16:509-20.
125. Geurtsen W. Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci* 1998;106:687-95.

126. Ruyter IE, Oysaed H. Composites for use in posterior teeth: composition and conversion. *J Biomed Mater Res* 1987;21:11-23.
127. Ferracane JL. Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med* 1995;6:302-18.
128. Gökçe K. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000.
129. Dentin bonding systems: an update. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1987;114:91-5.
130. Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent* 2004;7:25-45.
131. D'Amario M, Campidoglio M, Morresi AL, et al. Effect of thermocycling on the bond strength between dual-cured resin cements and zirconium-oxide ceramics. *J Oral Sci* 2010;52:425-30.
132. Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. *Dent Mater* 2000;16:180-7.
133. Nothdurft FP, Motter PJ, Pospiech PR. Effect of surface treatment on the initial bond strength of different luting cements to zirconium oxide ceramic. *Clin Oral Investig* 2009;13:229-35.
134. Chaiyabutr Y, McGowan S, Phillips KM, et al. The effect of hydrofluoric acid surface treatment and bond strength of a zirconia veneering ceramic. *J Prosthet Dent* 2008;100:194-202.
135. Luthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dent Mater* 2006;22:195-200.
136. Mota CS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 2003;89:558-64.
137. Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res* 1995;74:1591-6.
138. Hara AT, Pimenta LA, Rodrigues AL. Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. *Dent Mater* 2001;17:165-9.
139. da Costa TR, Serrano AM, Atman AP. Durability of composite repair using different surface treatments. *J Dent* 2012;40:513-21.

140. Yöndem İ. Farklı Yüzey Bitirme İşlemlerinin Metal Desteksiz Seramik Restorasyonlarda Yüzey Pürüzlülüğü Ve Kırılma Dayanımları Üzerindeki Etkisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi 2006.
141. Valandro LF, Della Bona A, Antonio Bottino M, Neisser MP. The effect of ceramic surface treatment on bonding to densely sintered alumina ceramic. *J Prosthet Dent* 2005;93:253-9.
142. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27:89-99.
143. Palmer DS, Barco MT, Billy EJ. Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *J Prosthet Dent* 1992;67:325-7.
144. Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater* 1996;12:290-4.
145. Barclay CW, Boyle EL, Williams R, Marquis PM. The effect of thermocycling on five adhesive luting cements. *J Oral Rehabil* 2002;29:546-52.
146. Rosentritt M, Behr M, van der Zel JM, Feilzer AJ. Approach for valuating the influence of laboratory simulation. *Dent Mater* 2009;25:348-52.
147. Preis V, Behr M, Hahnel S, Handel G, Rosentritt M. In vitro failure and fracture resistance of veneered and full-contour zirconia restorations. *J Dent* 2012;40:921-8.
148. Blatz MB, Sadan A, Martin J, Lang B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. *J Prosthet Dent* 2004;91:356-62.
149. http://www.ok-las.com/sayfa.php?sayfa_no=8.
150. Yesil ZD, Karaoglanoglu S, Akgul N et al. Effect of different surfaces and surface applications on bonding strength of porcelain repair material. *N Y State Dent J* 2007;73:28-32.
151. Eroğlu Z, Gürbulak A. Galvano Seramik ve Metal Seramik üç Üyeli Köprü Protezlerinin Kırılma Dirençlerinin İncelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)* 2011;20:92-98.
152. McLean JW, Hughes TH. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J* 1965;119:251-67.

153. Sjogren G, Lantto R, Granberg A, et al. Clinical examination of leucite-reinforced glass-ceramic crowns (Empress) in general practice: a retrospective study. *Int J Prosthodont* 1999;12:122-8.
154. Andreatta Filho OD, Bottino MA, Nishioka RS, Valandro LF, Leite FP. Effect of thermocycling on the bond strength of a glass-infiltrated ceramic and a resin luting cement. *J Appl Oral Sci* 2003;11:61-7.
155. Saygili G, Sahmali S. Effect of ceramic surface treatment on the shear bond strengths of two resin luting agents to all-ceramic materials. *J Oral Rehabil* 2003;30:758-64.
156. Attia A, Kern M. Fracture strength of all-ceramic crowns luted using two bonding methods. *J Prosthet Dent* 2004;91:247-52.
157. Chung KH, Hwang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. *J Prosthet Dent* 1997;78:267-74.
158. Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years: Part I. Survival of Dicor complete coverage restorations and effect of internal surface acid etching, tooth position, gender, and age. *J Prosthet Dent* 1999;81:23-32.
159. Oh WS, Shen C. Effect of surface topography on the bond strength of a composite to three different types of ceramic. *J Prosthet Dent* 2003;90:241-6.
160. dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent* 2006;96:165-73.
161. Raposo LH, Neiva NA, da Silva GR, et al. Ceramic restoration repair: report of two cases. *J Appl Oral Sci* 2009;17:140-4.
162. Dias de Souza GM, Thompson VP, Braga RR. Effect of metal primers on microtensile bond strength between zirconia and resin cements. *J Prosthet Dent* 2011;105:296-303.
163. Fonseca RG, de Almeida JG, Haneda IG, Adabo GL. Effect of metal primers on bond strength of resin cements to base metals. *J Prosthet Dent* 2009;101:262-8.
164. Gokce B, Ozpinar B, Dundar M. Bond strengths of all-ceramics: acid vs laser etching. *Oper Dent* 2007;32:173-8.

165. Kara HB, Ozturk AN, Aykent F, Koc O, Ozturk B. The effect of different surface treatments on roughness and bond strength in low fusing ceramics. *Lasers Med Sci* 2011;26:599-604.
166. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent* 1998;26:53-8.
167. Meshramkar R. A review on repair of fracture porcelain. *Indian Journal of Dental Education* 2010;3:133-38.
168. Della Bona A, Borba M, Benetti P, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Braz Oral Res* 2007;21:10-5.
169. Ozcan M, Alkumru HN, Gemalmaz D. The effect of surface treatment on the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. *Int J Prosthodont* 2001;14:335-9.
170. Ferrando JM, Graser GN, Tallents RH, Jarvis RH. Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials. *J Prosthet Dent* 1983;50:44-50.
171. Lacy AM, LaLuz J, Watanabe LG, Dellenges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. *J Prosthet Dent* 1988;60:288-91.
172. Bailey LF, Bennett RJ. DICOR surface treatments for enhanced bonding. *J Dent Res* 1988;67:925-31.
173. Kupiec KA, Wuertz KM, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-porcelain repair. *J Prosthet Dent* 1996;76:119-24.
174. Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. *Quintessence Int* 2007;38:745-53.
175. Guler AU, Yilmaz F, Ural C, Guler E. Evaluation of 24-hour shear bond strength of resin composite to porcelain according to surface treatment. *Int J Prosthodont* 2005;18:156-60.
176. Ayad MF, Fahmy NZ, Rosenstiel SF. Effect of surface treatment on roughness and bond strength of a heat-pressed ceramic. *J Prosthet Dent* 2008;99:123-30.

177. Uo M, Sjogren G, Sundh A, et al. Effect of surface condition of dental zirconia ceramic (Denzir) on bonding. *Dent Mater J* 2006;25:626-31.
178. Calamia JR. Etched porcelain veneers: the current state of the art. *Quintessence Int* 1985;16:5-12.
179. Yanagida H, Matsumura H, Atsuta M. Bonding of prosthetic composite material to Ti-6Al-7Nb alloy with eight metal conditioners and a surface modification technique. *Am J Dent* 2001;14:291-4.
180. Okuya N, Minami H, Kurashige H, et al. Effects of metal primers on bonding of adhesive resin cement to noble alloys for porcelain fusing. *Dent Mater J* 2010;29:177-87.
181. Valandro LF, Ozcan M, Amaral R, Vanderlei A, Bottino MA. Effect of testing methods on the bond strength of resin to zirconia-alumina ceramic: microtensile versus shear test. *Dent Mater J* 2008;27:849-55.
182. Antoniadou M, Kern M, Strub JR. Effect of a new metal primer on the bond strength between a resin cement and two high-noble alloys. *J Prosthet Dent* 2000;84:554-60.
183. Furuchi M, Oshima A, Ishikawa Y, et al. Effect of metal priming agents on bond strength of resin-modified glass ionomers joined to gold alloy. *Dent Mater J* 2007;26:728-32.
184. Taira Y, Yanagida H, Matsumura H, et al. Adhesive bonding of titanium with a thione-phosphate dual functional primer and self-curing luting agents. *Eur J Oral Sci* 2000;108:456-60.
185. Lehmann F, Kern M. Durability of resin bonding to zirconia ceramic using different primers. *J Adhes Dent* 2009;11:479-83.
186. Yun JY, Ha SR, Lee JB, Kim SH. Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic. *Dent Mater* 2010;26:650-8.
187. Koizumi H, Nakayama D, Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Bonding of resin-based luting cements to zirconia with and without the use of ceramic priming agents. *J Adhes Dent* 2012;14:385-92.

188. Ohno H, Araki Y, Sagara M. The adhesion mechanism of dental adhesive resin to the alloy--relationship between Co-Cr alloy surface structure analyzed by ESCA and bonding strength of adhesive resin. *Dent Mater J* 1986;5:46-65.
189. Kitayama S, Nikaido T, Takahashi R, et al. Effect of primer treatment on bonding of resin cements to zirconia ceramic. *Dent Mater* 2010;26:426-32.
190. Blatz MB. Adhesive cementation of high-strength ceramics. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:238-9
191. Aboushelib MN, Matinlinna JP, Salameh Z, Ounsi H. Innovations in bonding to zirconia-based materials: Part I. *Dent Mater* 2008;24:1268-72.
192. Yoshida K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. *J Prosthet Dent* 1993;69:357-62.
193. Kern M, Barloi A, Yang B. Surface conditioning influences zirconia ceramic bonding. *J Dent Res* 2009;88:817-22.
194. Azimian F, Klosa K, Kern M. Evaluation of a new universal primer for ceramics and alloys. *J Adhes Dent* 2012;14:275-82.
195. Ikemura K, Tanaka H, Fujii T, et al. Development of a new single-bottle multi-purpose primer for bonding to dental porcelain, alumina, zirconia, and dental gold alloy. *Dent Mater J* 2011;30:478-84.
196. Rodriguez JL, Roig-Vanaclocha A, Fons-Font A, et al. In vitro experimental study of bonding between aluminium oxide ceramics and resin cements. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15:95-100.
197. Fons-Font A, Sola-Ruiz MF, Granell-Ruiz M, et al. Choice of ceramic for use in treatments with porcelain laminate veneers. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11:297-302.
198. Sadan A, Blatz MB, Lang B. Clinical considerations for densely sintered alumina and zirconia restorations: Part 1. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:213-9.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİGİLER

Adı Soyadı: Hasan Hüseyin KOCAAĞAOĞLU

Uyruğu: Türkiye Cumhuriyeti (T.C.)

Doğum Tarihi ve Yeri: 13 Kasım 1985, Kayseri

Medeni Durumu: Evli

e-mail: hasankocaagaoglu@hotmail.com

Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Talas/Kayseri

Derece	Kurum	Yıl
Doktora	Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2013
Yüksek lisans	Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2008
Lise	Melikgazi Mustafa Eminoğlu Lisesi	2002

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. Gürbulak A, Kocağaoğlu HH. Prosthodontic rehabilitation by increasing vertical dimension: A Case Report. Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Dergisi (Basım Aşamasında)
2. Gürbulak A, Kocağaoğlu HH. Temporomandibuler eklem rahatsızlıklarında stabilizasyon splintlerinin değerlendirilmesi: Derleme. Dicle Diş Hekimliği Dergisi (Basım Aşamasında)
3. Gümüş HÖ, Şentürk H, Kılınç Hİ, Kocağaoğlu HH. Kısaltılmış dental ark konsepti: Derleme. Dicle Diş Hekimliği Dergisi (Basım Aşamasında)

4. Gümüş HO, Kocaağaoğlu HH, Albayrak H. Tam protez kaide plağı kırıkları ve akrilik rezinleri güçlendirme yöntemleri: Derleme. Dicle Diş Hekimliği Dergisi (Basım Aşamasında)
5. Gümüş HÖ, Şentürk H, Kocaağaoğlu HH, Kılınç Hİ. Farklı boyutlarda alüminyum oksit ile yüzey işlemi uygulanan Ti6Al4V elı(Grade 5 elı) alaşıımının ve grade 4 saf titanyumun yüzey pürüzlülüğünün karşılaştırılması. Türkiye Klinikleri Dişhekimliği Dergisi (Basım Aşamasında)
6. Gümüş HO, Albayrak H, Kocaağaoğlu H, Etöz O. An Alternative Healing Abutment Production Technique For Deeply Placed Implants: A Case Report. Journal of Oral Implantology (Basım Aşamasında)
7. Aslan T, Üstün Y, Sağsen B, Kocaağaoğlu HH. Kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılmasında kullanılan teknikler: Derleme. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2013; 22(1) 76-80
8. Gümüş H, Kocaağaoğlu HH, Aslan T, Albayrak H, Sağsen B. Prevalence of pulp exposures during tooth preparation for fixed prosthetics. European Journal of Prosthodontics (Basım aşamasında)