

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAMİNA RESTORASYONLARINDA KULLANILAN SERAMİKLERİN
RENGİ İLE IŞIK GEÇİRGENLİĞİNİN VE REZİN SİMAN RENGİNİN,
RESTORASYONLARIN RENK UYUMUNA ETKİSİ**

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Diş Hekimi

Ece ŞENGÜN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gökhan YILMAZ

İZMİR

2015

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAMİNA RESTORASYONLARINDA KULLANILAN SERAMİKLERİN
RENGİ İLE IŞIK GEÇİRGENLİĞİNİN VE REZİN SİMAN RENGİNİN,
RESTORASYONLARIN RENK UYUMUNA ETKİSİ**

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Diş Hekimi

Ece ŞENGÜN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gökhan YILMAZ

İZMİR

2015

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

Başkan: Prof. Dr. Gökhan YILMAZ
(Danışman)

Üye: Doç. Dr. Erhan ÇÖMLEKOĞLU

Üye: Yrd. Doç. Dr. Timur KÖSE

Üye: Prof. Dr. Ender KAZAZOĞLU

Üye: Doç. Dr. Bora BAĞIŞ

Doktora Tezinin kabul edildiği tarih:

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca bana her zaman yol gösteren, mesleki ve bilimsel olarak her zaman destek olan, bana bir babadan farksız davranan, tez çalışmam sırasında önerileri ve olumlu eleştirileri ile beni yönlendiren değerli hocam, danışmanım Prof. Dr. Gökhan YILMAZ'a,

Doktora eğitimim, tez ve diğer bilimsel çalışmalarım boyunca en az doktora hocam kadar üzerimde emeği olan, tez çalışmam süresince her zaman bilgisine başvurduğum, tüm çalışmalarımın yürütülmesinde bilgisi, fikirleri ve bilimsel katkılarıyla destek olan Prof. Dr. Mine DÜNDAR ÇÖMLEKOĞLU ve Doç. Dr. Erhan ÇÖMLEKOĞLU'na,

Tez çalışmamın istatistiksel analizini gerçekleştiren ve sorduğum her soruyu sabırla cevaplayan Yrd. Doç. Dr. Timur KÖSE'ye,

Öğrenimim boyunca benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, bana çok şey katan değerli hocalarım; Prof. Dr. Mehmet SONUGELLEN, Prof. Dr. Mehmet Ali GÜNGÖR'e ve Prof. Dr. Celal ARTUNÇ'a,

Doktora boyunca sevinç ve üzüntülerimizi birlikte yaşadığımız Ege Üniversitesi'ndeki asistan arkadaşlarıma ve özellikle 5. sınıf kliniğinde beraber çalıştığım asistan arkadaşlarıma,

Her konuda desteğini hissettiğim, bana sonsuz sabır, anlayış ve özveri gösterip beni her konuda cesaretlendiren değerli meslektaşlarım Onur GÜRKAYNAK'a, Nermin YÖNEL'e ve Bahar SUTAŞIR'a,

Tüm eğitim ve öğretim hayatım boyunca hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak bana sonsuz destek veren, her zaman yanımda olan, sonsuz sabır ve sevgileri ile bana güç veren, beni sevgi ve özveri ile yetiştiren meslektaşım, babam Dr. Mehmet ŞENGÜN'e, annem Saadet ŞENGÜN'e, ablam Burcu ŞENGÜN ERTURGUT'a, eniştem Tolga ERTURGUT'a, bir gülüşüyle tüm stresimi üstümden alan yeğenim Cem ERTURGUT'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

Önsöz	I
Grafik Dizini	V
Tablo Dizini	VI
Resim Dizini	VIII
Kısaltmalar	X
ÖZET	XI
ABSTRACT	XIII
1.GİRİŞ	2
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Lamina Restorasyonlarında Kullanılan Materyaller	3
2.1.1 Kompozit Rezinler	3
2.1.1.1 Direkt Kompozit Lamina Restorasyonlar	3
2.1.1.2 İndirekt Kompozit Lamina Restorasyonlar	4
2.1.2 Seramik Dolduruculu Kompozit Materyalleri (hibrit materyaller)	4
2.1.3 Dental Seramikler	7
2.1.3.1 Dental Seramiğin Tarihçesi	7
2.1.3.2 Dental Seramiğin Yapısı	8
2.1.3.3 Tüm Seramik Sistemlerin Sınıflandırılması	11
2.1.3.3.1 Tüm Seramik Sistemlerin Yapım Tekniklerine Göre Sınıflandırılması	11
2.1.3.3.2 Tüm Seramik Sistemlerin Alt Yapı İçeriğine Göre Sınıflandırılması	13
2.2 Rezin Simanlar	22
2.2.1 Adeziv Rezin Simanların Sınıflandırılması	24
2.2.1.1 Kimyasal Sertleşen Rezin Simanlar	25
2.2.1.2 Işıklı Sertleşen Rezin Simanlar	25
2.2.1.3 Hem Kimyasal hem de Işıklı Sertleşen Rezin Simanlar	26
2.2.2 Adeziv Rezin Simanların Kullanım Alanları	27
2.3 Diş Yapısı ve Dental Adeziv Sistemler	27
2.3.1 Dental Adeziv Sistemler	28
2.3.1.1 Asitle ve Yıka Adeziv Sistemleri	28
2.3.1.2 Kendinden Asitli Primer Sistemler	30

2.3.1.3 Kendinden Asitli Adeziv Sistemler.....	31
2.3.2 Adezyon	31
2.3.2.1 Minenin Yapısal Özellikleri ve Mineye Adezyon	33
2.3.2.2 Dentinin Yapısal Özellikleri ve Dentine Adezyon.....	34
2.3.3 Adeziv Simantasyon İçin Restorasyon Yüzeylerinin Hazırlanması	35
2.4 Işık ve Renk	39
2.4.1 Renk Sistemleri.....	40
2.4.2.1 Munsell Renk Sistemi	40
2.4.2.2 CIE L*a*b Renk Sistemleri	42
2.4.2 Renk Ve Işıkla İlgili Terimler.....	44
2.4.2.1 Metamerizm	44
2.4.2.2 Işık Geçirgenliği (Transparanlık, Translulentlik, Opasite)	45
2.4.2.3 Floresans Özelliği	46
2.4.2.4 Opalesans Özelliği	46
2.4.3 Seramiğin Işık Geçirgenliğinin ve Kalınlığının, Adeziv Siman Renginin ve Dış Renginin Restorasyonun Final Rengine Etkisi	47
2.4.4 Renk Saptama Yöntemleri	48
2.4.4.1 Görsel Renk Eşleştirmesi	48
2.4.4.2 Aletli Renk Analizi	49
2.4.4.2.1 Kolorimetreler.....	49
2.4.4.2.2 Spektrofotometreler	49
2.4.4.2.3 Dijital Kameralar	52
3. GEREÇ VE YÖNTEM	53
3.1 Kullanılan Materyaller	53
3.2 Deney Gruplarının Oluşturulması.....	55
3.2.1 Dişi Temsil Eden Alt Yapı Örneklerinin Hazırlanması	55
3.2.2 Seramik Lamina Örneklerinin Hazırlanması	57
3.2.2.1 Seramik Lamina Örneklerinin Ultrasonik Temizlenmesi	61
3.2.2.2 Seramik Lamina Örneklerinin Kristalizasyonu.....	61
3.2.2.3 Seramik Lamina Örneklerinin Glazürlenmesi	61
3.3 Seramik Lamina Örneklerinin Ultrasonik Temizlenmesi	63
3.4 Örneklerin Adeziv Simantasyonu	63
3.4.1 Lamina Örneklerinin Simantasyon Öncesi Yüzey Hazırlığı.....	63
3.4.2 Alt Yapı Örneklerinin Simantasyon Öncesi Yüzey Hazırlığı.....	64
3.4.3 Adeziv Simantasyon	65
3.5 Renk Ölçümlerinin Dijital Spektrofotometre ile Yapılması	66

3.6 İstatistiksel Analiz.....	67
4. BULGULAR.....	68
4.1 ND1 İçin Alt Yapı Bulguları.....	69
4.2 ND2 İçin Alt Yapı Bulguları.....	74
4.3 ND3 İçin Alt Yapı Bulguları.....	81
4.4 ND8 İçin Alt Yapı Bulguları.....	88
5. TARTIŞMA	96
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	109
ÖZGEÇMİŞ	126



Grafik Dizini

Grafik 1: ND1 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri.....	73
Grafik 2: ND1 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri.....	74
Grafik 3: ND2 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri.....	80
Grafik 4: ND2 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri.....	81
Grafik 5: ND3 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri.....	87
Grafik 6: ND3 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri.....	88
Grafik 7: ND8 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri.....	94
Grafik 8: ND8 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri.....	95

Tablo Dizini

Tablo 1: Adeziv rezinlerin kullanım yerleri.....	27
Tablo 2: Materyal tipine göre restorasyona uygulanacak yüzey işlemleri.....	39
Tablo 3: Klinik renk eşleşmesi tolerans değerleri.....	44
Tablo 4: Araştırmada kullanılan araç ve gereçler	54
Tablo 5: Alt yapı materyalinin kimyasal içeriği	56
Tablo 6: Çalışmada kullanılan seramik ve hibrit bloklar	58
Tablo 7: Çalışmada kullanılan adeziv simanlarının özellikleri.....	65
Tablo 8: ND1 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	68
Tablo 9: ND1 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	69
Tablo 10: ND1 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	69
Tablo 11: ND1 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	70
Tablo 12: ND1 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	71
Tablo 13: ND1 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	72
Tablo 14: ND2 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	74
Tablo 15: ND2 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	75
Tablo 16: ND2 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	76
Tablo 17: ND2 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	77

Tablo 18: ND2 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	78
Tablo 19: ND2 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	79
Tablo 20: ND3 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	82
Tablo 21: ND3 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	82
Tablo 22: ND3 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	83
Tablo 23: ND3 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	84
Tablo 24: ND3 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	85
Tablo 25: ND3 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	86
Tablo 26: ND8 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	88
Tablo 27: ND8 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	89
Tablo 28: ND8 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	90
Tablo 29: ND8 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	91
Tablo 30: ND8 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	92
Tablo 31: ND8 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)	93

Resim Dizini

Resim 1: Seramik matriks	5
Resim 2: Polimer matriks.....	5
Resim 3: Çift matriksli yapı	5
Resim 4: Seramik ve polimer çift matriks yapısı	5
Resim 5: Dental seramiğin tetrahedral yapısı (SiO_4)	9
Resim 6: Lösit ile kuvvetlendirilmiş cam seramiğin mikroskopik görüntüsü	15
Resim 7: Lityum disilikat kristallerinin mikroskopik görüntüsü	18
Resim 8: IPS e.max CAD'in kristalizasyon aşamaları.....	19
Resim 9: Lityum disilikat blok çeşitleri (IPS e.max CAD)	20
Resim 10: IPS e. max CAD Impulse bloklar	20
Resim 11: Asitle ve yıka adeziv sistemlerinin uygulanması sonucu oluşan hibrid tabakası ve rezin taglar.....	30
Resim 12: Asitlenmiş mine dokusunun SEM görüntüsü	33
Resim 13: Görünür ışık spektrumu	40
Resim 14: Munsell Renk Sistemi.....	41
Resim 15: Value (parlaklık değeri)	42
Resim 16: Rengin parlaklığı ve yoğunluğu.....	42
Resim 17: CIE L^*a^*b değişkenleri ve renk sistemi	43
Resim 18: Bir cismin translusentliğinin kontrol edilmesi.....	45
Resim 19: Seramik kronun doğal ışık ve ultraviyole ışık altındaki görünümü.....	46
Resim 20: Seramik kronun yansıyan ve iletilen ışık altındaki görüntüsü.....	47
Resim 21: VITA Easyshade spektrofotometre.....	51
Resim 22: VITA Easyshade Kompakt spektrofotometre.....	51
Resim 23: Deney gruplarının şematik görüntüsü.....	55
Resim 24: Alt yapı örnekleri için hazırlanan metal kalıp	56

Resim 25: Alt yapı örneklerinin hazırlanabilmesi için kullanılan güdük materyali ..	56
Resim 26: Alt yapı örneklerinin hazırlanması	57
Resim 27: Dört farklı renkte hazırlanan ve prepare dişi temsil eden alt yapılar.....	57
Resim 28: Çalışmada kullanılan seramik ve hibrit bloklar	58
Resim 29: Blokların dilimlenebilmesi için kullanılan kesme cihazı.....	59
Resim 30: Elmas diskle dilimlenmiş blok.....	60
Resim 31: Örneklerinin kalınlığının dijital kumpas ile kontrol edilmesi.....	60
Resim 32: Hazırlanan seramik lamina örnekleri (Kristalizasyon öncesi).....	60
Resim 33: Kristalizasyon sonrası lityum disilikat içeren seramik lamina örnekleri..	61
Resim 34: Örneklerin glazürlenmesi için kullanılan glazür spreyleri.....	62
Resim 35: Vita Enamic cilalama seti	62
Resim 36: Farklı ışık geçirgenliğindeki seramik lamina örnekleri	63
Resim 37: Örneklerin 9.5%'lik hidroflorik asit ile asitlenmesi	63
Resim 38: Örneklerin yapıştırma yüzeyine silan ve bonding ajanı uygulanması	64
Resim 39: Alt yapı örneklerine silan ve bonding ajanı uygulanması.....	64
Resim 40: Restorasyona adeziv simanının uygulanması	65
Resim 41: Örneklerin alt yapılara sabit bir basınç altında yapıştırılması	66
Resim 42: Örneklerin spektrofotometre ile ölçülmesi	66

Kısaltmalar

CAD/CAM: Bilgisayar Destekli Tasarım-Bilgisayar Destekli Üretim

KO: Kontrast oranı

TP: Translulentlik parametresi



ÖZET

Lamina restorasyonlarında kullanılan seramiklerin rengi ile ışık geçirgenliğinin ve rezin siman renginin, restorasyonların renk uyumuna etkisi

Koruyucu diş hekimliği kavramının önem kazanmasıyla birlikte son yıllarda diş dokularından, özellikle de mine dokusundan, çok daha az madde kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bu bağlamda, daha ince hazırlanan seramik lamina restorasyonlarına gereksinim duyulmaktadır. Işık geçirgenliği yüksek seramik materyallerinden üretilen lamina restorasyonlarının kalınlıkları azaldıkça, altta bulunan dişin ve rezin simanların renk özellikleri daha ön plana çıkabilmektedir. Bu bilgilerin doğrultusunda hazırladığımız tez çalışmamızın amacı, farklı renkteki dişlere, farklı ışık geçirgenliğine sahip seramiklerle hazırlanan ve farklı ışık geçirgenliğindeki kompozit rezin simanlarla yapıştırılan ince seramik lamina restorasyonlarının, kontakt tipi bir spektrofotometre ile renk ölçümlerinin yapılarak, istenilen rengin elde edilebilmesi için referans değerler ile karşılaştırılması ve bu materyallerin birbirleri ile etkileşimlerinin incelenmesidir.

Çalışmamızda prepare edilmiş diş yüzeylerini temsil etmek üzere rezin esaslı güdük materyalinden (Natural Die Material, ND1, ND2, ND3, ND8, Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) 5x5 mm boyutlarında ve 2 mm kalınlığında, her grupta 126'sar adet olacak şekilde toplam 504 adet pürüzsüz alt yapı örneği hazırlandı (N=504). Seramik lamina örneklerinin hazırlanması için farklı ışık geçirgenliklerine sahip 6 tip seramik CAD/CAM blokları kullanıldı: lösit içerikli cam seramik (Empress Cad, Ivoclar Vivadent), kompozit ve seramik matriksin birlikte bulunduğu hibrit materyal (Vita Enamic, Vita Zahnfabrik), lityum disilikat içerikli cam seramik (IPS e.max CAD LT, IPS e.max CAD MO, IPS e.max CAD Value, IPS e.max CAD Opal, Ivoclar Vivadent). Blok formundaki seramik materyallerden düşük hızlı kesit alma aygıtı kullanılarak (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) elmas disk ile su soğutması altında boyutları 5x5 mm ve kalınlığı 0.5 mm olacak şekilde 504 adet dilim elde edildi (n=84/ seramik grubu). Seramik dilimleri, 3 farklı ışık geçirgenliğine sahip bir rezin simanı (0,+1, +3 renk, Variolink Veneer, Ivoclar Vivadent) ile sabit bir basınç altında alt yapılara yapıştırıldı (n=7/grup). Her bir örneğin L*a*b* renk değerleri beyaz bir zemin üzerinde kontakt tipi dijital

spektrofotometre (Vita Easyshade Advance, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ile ölçüldü ve kaydedildi. Elde edilmek istenilen A1 renginin L*a*b renk değerleri de kullanılarak ΔE hesaplandı. ΔE değerleri istatistiksel olarak değerlendirildi (Tek yönlü varyans analizi ANOVA, Shapiro-Wilk) ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi. Seramik tipleri, rezin simanları ve diş renkleri arasındaki renk farkları (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulundu ($p = 0.000$). ND1 grubunda, en düşük renk farkı ($\Delta E = 1,08$) 0 rezin simanı ve IPS e.max CAD Value seramik tipi kullanıldığında görüldü. Tüm kombinasyonlarda oluşan renk farkları istatistiksel açıdan anlamlı olmasına rağmen, ND2, ND3 ve ND8 gruplarında görülen ΔE değerleri 3.5'tan büyük olup ($6,1 < \Delta E < 30$) klinik olarak kabul edilir değerin üzerinde bulundu. ND2, ND3, ND8 gruplarında A1 rengi elde edilemedi. Çalışmamızın tüm sonuçları göz önüne alındığında, 0.5 mm kalınlığındaki seramik lamina örnekler seramiğin ışık geçirgenliğinden, alttaki dişin renginden ve rezin simanın ışık geçirgenliğinden önemli düzeyde etkilenmektedir. Alttaki dişin rengi koyulaştıkça ΔE değerleri artmaktadır. Bu nedenle de ince seramik lamina restorasyonları yapılırken doğru materyal seçimine dikkat edilmelidir. Lamina yapılacak dişin renginin fazla koyu olması durumunda; alttaki rengi maskeleyebilmek için seramik kalınlığı arttırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Seramik; renk; rezin siman; estetik

ABSTRACT

Effect of color and translucency of ceramics and color of resin cements on the final color of laminate veneers

With the increasing popularity of minimal invasive dentistry, removal of tooth structure, especially enamel, has started to be reduced. For this reason, thinner laminate veneers are required. When the thickness of veneers with high translucency is decreased, properties of tooth and resin cement color become more important. The purpose of this study was to evaluate the effect of abutment tooth color, ceramics and resin cements with different translucencies on the final color of laminate restorations, and also to evaluate the interactions between these materials.

Five hundred and four (N=504) smooth-surfaced framework specimens (5 x 5 x 2) were prepared using the resin die material (Natural Die Material, ND1, ND2, ND3, ND8, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) to simulate prepared tooth surfaces (N=504). Six ceramic blanks with different translucencies were used to prepare ceramic laminate specimens: leucite-reinforced glass-ceramic (Empress Cad, Ivoclar Vivadent), polymer-infiltrated-ceramic network material (Vita Enamic, Vita Zahnfabrik, Germany) and lithium disilicate glass-ceramic (E.max Cad Opal, E.max CAD Value, E.max CAD LT, Ivoclar Vivadent). A precision diamond saw (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) was used to section the ceramic blanks under water cooling to yield 5x5 mm diameter and 0,5 mm thick ceramic slices (N=504; n=84/ceramic group). Ceramic slices were bonded to framework specimens with three adhesive cements with different translucencies (0, +1, +3 color, Variolink Veneer, Ivoclar Vivadent) under a constant load. L*a*b values of each specimen were measured on a white background with a digital spectrophotometer (VITA Easyshade Advance, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) and these values were recorded. Also L*a*b* values of A1 shade were recorded. The values were calculated as ΔE and the data were statistically analyzed (One-way ANOVA, Shapiro-Wilk; $\alpha=0.05$). Mean ΔE values between ceramic types, resin cements and abutment tooth colors were statistically significant ($p=0.000$). Mean ΔE values ($\Delta E=1,08$) were the lowest when the specimens were cemented with the resin cement of 0 color and ceramic type of IPS e.max CAD Value in ND1 grup. Although all

mean ΔE values were significant in all combinations with resin cement, tooth color and ceramic type, for ND2, ND3, ND8 groups, ΔE values which were > 3.5 were recorded as clinically unacceptable. The color of A1 in ND2, ND3, ND8 groups could not be detected.

Within the limitations of this in-vitro study it can be concluded that, laminate veneers with the thickness of 0.5 mm were affected significantly by the ceramic type, tooth color and resin cement. Changing the underlying color of abutment tooth from a lighter color to a darker color results in increased ΔE values. Appropriate material selection plays an essential role for color matching of laminate veneers. The thickness of the ceramic material should be increased when the abutment tooth is too dark and its colour should be masked.

Keywords: Ceramic; color; resin cement; esthetic.

1. GİRİŞ

Günümüzde dental materyallerin ve yeni teknolojilerin gelişimi ile estetik diş hekimliği popülaritesini arttırmıştır ve hastalar özellikle estetik olmayan ön grup dişlerinin tedavi edilerek düzeltilmesini istemektedirler (1).

Ön bölgedeki kanal tedavisi sonrası renklenmiş dişler ve kırılmış, şekli, formu bozuk, çapraşık dişler estetik sorunların başında gelmektedir. Koruyucu diş hekimliği kavramının önem kazanmasıyla birlikte son yıllarda diş dokularından, özellikle de mine dokusundan, çok daha az madde kaldırılarak, seramik lamina restorasyonları ile bu dişler tedavi edilebilmektedirler (2).

Lamina restorasyonları ilk olarak 1930'larda Dr. Pincus tarafından Hollywood oyuncularına uygulanmıştır. 1970'lerde Dr. Frank Faunce tek parça prefabrik akrilik rezin lamina restorasyonlarını tanıtmıştır. 1983'te Horn, platin folyo yöntemini, 1985'te Hobo ve Lwata ise dökülebilir apatitten lamina restorasyon yapım yöntemini tanıtmışlardır. Daha sonraları, asitle pürüzlendirilen seramiğe uygulanan silanın, seramik ile rezin siman arasında kimyasal bağ oluşturarak, seramik ile rezin siman arasındaki bağlantıyı güçlendirmesi ile seramik lamina restorasyonları hakkındaki çalışmalar hızlanmış ve günümüze kadar gelmiştir (3-5).

Günümüzde gelişen teknolojiyle beraber seramik lamina restorasyonlarının elde etme şekillerinin değişmesi, diş hekimliğinde kullanılan seramiğin, rezin simanlarının ve adeziv tekniklerin gelişmesi, minimal diş preparasyonlarını ve restoratif işlemlerini mümkün hale getirerek ince lamina restorasyonlarının yapımına olanak sağlamıştır (6).

İnce seramik lamina restorasyonları başarılı bir şekilde uygulandıklarında, estetik, doku cevabı güzel ve yüzey özellikleri doğal dişlere benzer sonuçlar elde edilebilir. Seramik lamina restorasyonları doğal bir floresans sergiler ve ışığı aynen doğal diş yapısı gibi absorbe eder, yansıtır ve iletir, uzun dönemde kalıcı sonuçlar verir (7).

Lamina restorasyonlarının estetik başarısı, restoratif materyal ile komşu doğal diş arasındaki renk uyumuna bağlıdır. Lamina restorasyonlarının komşu diş ile renk uyumu veya lamina restorasyonları ile istenilen diş renginin elde edilmesi, diş hekimini bazı durumlarda zorlayabilmektedir. Tedavi gerçekleştirilirken istenilen

rengin elde edilebilmesi, kullanılan seramiğin yapısı, ışık geçirgenliği, kalınlığı, alttaki dişin rengi ve kullanılan kompozit rezin simanının rengi ve ışık geçirgenliği gibi faktörlere bağlıdır ve diş hekiminin klinikte materyal seçiminde bu faktörleri çok iyi bilerek değerlendirmesi gerekmektedir (1, 2).

Günümüzde renk seçiminde renk skalalarının/anahtarlarının sıklıkla kullanılmasına rağmen, görsel renk eşleştirmenin sübjektif olduğu ve birçok faktörden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle renk seçiminde kullanılabilmesi ve renk farklılıklarının değerlendirilebilmesi için daha objektif olan spektrofotometreler geliştirilmiştir. Spektrofotometreler rengin değerlendirilmesinde CIE L*a*b* değerlerini kullanmaktadır ve rengi bu değerlere göre tanımlamaktadır. Spektrofotometreler ile 2 obje arasındaki veya aynı objenin yapıştırma öncesi ve sonrası arasındaki renk farkı (ΔE) hesaplanabilmektedir (8).

Bu bilgilerin doğrultusunda planladığımız tez çalışmamızın amacı, farklı renkteki dişlere, farklı ışık geçirgenliğine sahip seramiklerle hazırlanan ve farklı ışık geçirgenliğindeki kompozit rezin simanlarla yapıştırılan ince seramik lamina restorasyonlarının, kontakt tipi bir spektrofotometre ile renk ölçümlerinin yapılarak, istenilen rengin elde edilebilmesi için referans değerler ile karşılaştırılması ve bu materyallerin birbirleri ile etkileşimlerinin incelenmesidir. Çalışmamızın hipotezi ise ince lamina restorasyonlarının final renginin, alttaki dişin renginden, kullanılan seramiğin ve rezin simanının ışık geçirgenliğinden etkilenmeyeceğidir.

2. GENEL BİLGİLER

Protetik diş tedavisinin amacı, herhangi bir nedenle kaybedilmiş olan fonksiyon, fonasyon ve estetiğin geri kazandırılmasıdır. Estetik problemlerin başında, ön grup dişlere ait renk, şekil ve konum bozuklukları gelmektedir. Bu problemlerin çözümlenmesi amacıyla, minimal invaziv bir yöntem ile dişlerin vestibül yüzeyine, kompozit, seramik gibi estetik materyaller ile uygulanan ve adeziv sistemlerle dişlere yapıştırılan lamina restorasyonları geliştirilmiştir (9).

2.1 Lamina Restorasyonlarında Kullanılan Materyaller

Diş dokusunu mümkün olduğunca korumayı amaçlayan tedavi çeşitlerinden biri olan lamina restorasyonları, akrilik rezin, kompozit rezin, seramik veya günümüzde yeni bir malzeme olan kompozit ve seramiklerin avantajlarının birleştirildiği hibrit bir malzeme olan seramik dolduruculu kompozit materyalinin kullanılması ile elde edilebilmektedir (3).

2.1.1 Kompozit Rezinler

Kompozit rezinlerin kullanıldığı lamina restorasyonları yapım tekniklerine göre ikiye ayrılır.

2.1.1.1 Direkt Kompozit Lamina Restorasyonlar

Direkt kompozit lamina restorasyonlar, laboratuvar çalışması gerektirmeden klinikte direkt olarak diş üzerine kompozit rezin materyalinin uygulanması ile yapılır (3).

Uygulamasının kolay, endikasyon aralığının geniş ve sonuçlarının güzel olması sebebiyle estetik diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilen restorasyonlar arasındadır (10).

Erozyon, abrazyon gibi labial aşınmalar, mine hipoplazileri, diastemaların kapatılması, amelogenesis imperfekta ve dentinogenesis imperfekta olguları, malformasyonlar, basit düzeydeki asimetrliler, renklemeler direkt kompozit lamina

restorasyonlarının endikasyonları arasındadır. Ağız hijyeninin kötü olduğu ve yüksek çürük aktivitesi olan bireylerde ise kontraendikedir. Ekonomik olması, anesteziye gerek duyulmaması, genellikle sağlam diş dokusundan madde kaldırmaya gerek duyulmaması ve kolaylıkla tamir olabilmesi gibi avantajları vardır. Renklerinin stabil kalmaması, polimerizasyon büzülmesi, mikrosızıntı oluşması ve seramiğe göre daha düşük aşınma direnci gibi dezavantajları da vardır (11).

2.1.1.2 İndirekt Kompozit Lamina Restorasyonlar

İndirekt kompozit lamina restorasyonlar, hastadan elde edilen çalışma modelleri üzerinde laboratuvarda vakum altında ışınlı sertleştirilen mikrofil kompozitler kullanılarak veya CAD/CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım-Bilgisayar Destekli Üretim) sistemi ile ölçünün dijital ortamda alınarak, bilgisayara aktarılması ve modelajının bilgisayarda istenilen şekilde hazırlanarak restorasyonun, hazır seramik, kompozit veya hibrit bloklardan kazınmasıyla elde edilebilmektedir (12). Hazırlanan restorasyonlar, dişe uyumlandırılarak, bir ara bağlayıcı ajan ile simante edilir (3).

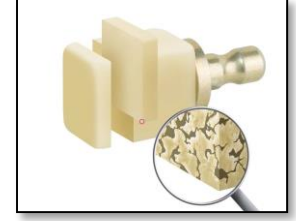
İndirekt kompozit lamina restorasyonlarının endikasyon aralığı direkt kompozit lamina restorasyonlarına göre daha geniştir (13). Fiziksel özelliklerinin iyi olması, bağlayıcı ajanla kimyasal bağlantı kurması, tamir edilebilir olması, seramik laminalara oranla ucuz olması, aşınmaya karşı direkt kompozit lamina restorasyonlarından dirençli olması gibi avantajlara sahiptir. İleri derecede tetrasiklin renklenmeleri ile derin dentini ilgilendiren olgularda alttaki rengi daha iyi maskeleyebildiği için direkt kompozit restorasyonlara oranla daha başarılıdır. Ancak laboratuvar aşamalarının olması, mine ışık yansıtma özelliğinin porselen restorasyonlar kadar iyi olmaması, yapım aşamasının direkt tekniğe göre daha uzun sürmesi ve renklenme gibi birtakım dezavantajları da vardır (13).

2.1.2 Seramik Dolduruculu Kompozit Materyalleri (Hibrit Materyaller)

Estetik restorasyonlarda amaç, kaybedilen diş dokusunun yapısal ve fiziksel özellikler açısından mine veya dentine benzer materyaller ile tamamlanmasıdır. Bu amaç göz önünde bulundurularak yapısal ve fiziksel özellikleri bakımından doğal dişe benzeyen seramik dolduruculu kompozit (hibrit) materyalleri geliştirilmiştir ve

2013 yılında piyasaya sunulmuştur. Hibrit materyallere örnek olarak Vita Enamic (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) verilebilir (14, 15).

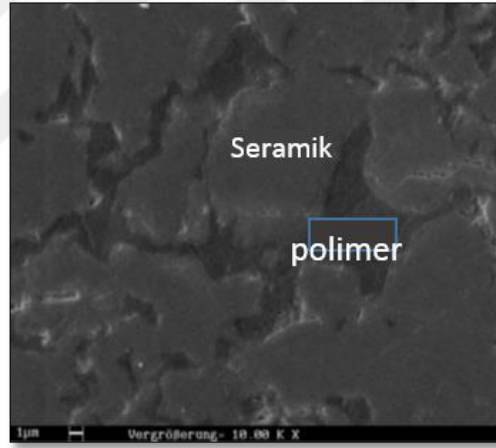
Hibrit materyaller, %75 hacme sahip seramik matriksin %25 hacme sahip polimer matriks ile kuvvetlendirildiği çift matriksli bir sistemdir (14, 15).



Resim 1: Seramik matriks

Resim 2: Polimer matriks

Resim 3: Çift matriksli yapı (14)



Resim 4: Seramik ve polimer çift matriks yapısı (15)

Bu materyalin üretimi 2 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, poröz pre-sinterize seramik matriks oluşturulur ve bağlanma ajanı uygulanır. Daha sonra bu matriks içerisine kapiller kuvvet ile polimer penetre edilir (15).

Feldspatik seramik matriksin kimyasal içeriği şu şekildedir:

-SiO₂ (ağırlıkça %58-63),

-Al₂O₃ (ağırlıkça %20-23),

- Na₂O (ağırlıkça %6-11),
- K₂O (%4-6), B₂O₃ (%0,5-2),
- CaO (% <1), TiO₂ (%<1).

Polimer matriks ise yüzeyi silan uygulanmış polimetil metakrilat parçacıkları içerir (14).

Fiziksel özellikleri:

- Bükülme dayanımı: 150-160 MPa
- Elastiklik modülü: 30 GPa
- Sertlik: 2.5 GPa
- Suda çözünürlüğü <1.2 µg/mm³
- Su emilimi 5.7 µg/mm³
- Kimyasal çözünürlüğü 0 µg/mm³
- Yoğunluğu 2.1 g/cm³'tür (14).

Hibrit materyallerde, seramiklerin ve kompozitlerin avantajları birleştirilmiştir. Geleneksel seramiklere göre daha düşük kırılma, kompozit materyallere göre ise daha yüksek aşınma direnci göstermektedirler. Mineye benzer aşınma özellikleri gösterir ve seramik matriksi sayesinde karşıt dişi korurlar (14, 15).

Birbirine bağlı çift matriksli yapısı nedeniyle çatlak yayılımı sınırlandırılır. Baskı altında olan faz, stresleri komşu fazlara da ileterek yapının kırılma direncini artırır. Polimer matriksi sayesinde dental seramiklerden daha yüksek elastisitesi vardır. Materyalin yapısı, dayanıklılık ve elastiklik arasında denge kurar ve çığneme kuvvetlerine karşı yüksek dayanım sağlar (14, 15).

Hibrit materyaller silikat seramikleri ile karşılaştırıldığında daha ince restorasyonların hazırlanmasına olanak sağlar. Dolayısıyla minimal invaziv restorasyonlar için uygundur. Materyal yüksek ışık geçirgenliğine bağlı olarak, doğal dişe benzer renk özellikleri göstermektedir. CAD/CAM için üretilen hibrit blokların, endikasyon farklılığına göre seçilmek üzere farklı ışık geçirgenliği ve renk seçenekleri vardır (14).

Adeziv sistemlerle beraber kron, onley/inley ve minimum 0.3 mm kalınlığında ince porselen lamina restorasyonlarında kullanılabilirler (15).

Köprü restorasyonları gerektiren durumlarda ve brüksizm gibi parafonksiyonu olan hastalarda kontraendikedir (14).

2.1.3 Dental Seramikler

2.1.3.1 Dental Seramiğin Tarihçesi

Seramik Yunanca kökenli bir kelime olup Yunanca'da 'Keramikos', topraktan yapılmış anlamına gelmektedir (16).

1776 yılında Fransız kimyager Alexis Duchateau, ilk defa dental seramikleri kullanmıştır. Daha sonra Nicolas Dubais de Chemant, Duchateau'nun yöntemini geliştirerek, kullanılabilir ilk seramik protezi yapmıştır (16, 17).

Fonzi 1808'de, platin pin veya çerçevelerin kullanıldığı terrometalik seramik dişleri bulmuştur. 1838'de Elias Wildman, eski seramiklere kıyasla diş tonlarına daha çok benzeyen ve daha saydam olan bir seramik geliştirmiştir (18).

1889'da, platin matriks folyo tekniğinin patentini alan Dr. Charles H. Land, ilk seramik jaket kronu geliştirmiştir. İlk başarılı feldspatik seramik inley ve kronlar Land tarafından diş hekimliğine tanıtılmıştır (16, 19). Bu estetik restorasyonlarda seramiğin düşük bükülme dayanımına bağlı oluşan kırıklar, restorasyonun başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olmuştur.

1949 yılında Gatzka, seramiğin vakum ortamında pişirilme tekniğini geliştirmiştir. 1950'lerde, seramiğin K₂O içeriğinin artırılmasıyla termal genleşme katsayısı yükseltilmiş ve altın alt yapı alaşımlarıyla birlikte kullanımı sağlanmıştır (20).

Daha sonraki çalışmalarla güvenilir bir metal-seramik bağlanması elde edilerek; feldspatik seramik, metal destekli seramik protezlerde uzun süredir kullanılmaktadır (18). Yüksek estetik özellikleri ve üstün dayanıklılıkları, birçok protetik soruna çözüm getirmiş ve uzun dönem kullanımını sağlamıştır (21).

1965'te McLean ve Hughes, feldspatik yapıda alüminyum oksit içeriğini %50 oranında arttırarak, feldspatik seramiğin yaklaşık 2 katı olan bir dayanım (180 MPa) elde ederek güçlendirilmiş metal alt yapısız uygulanabilecek ilk tam seramik tekniğini kullanmışlardır. Cam matris içinde güçlendirici faz olarak alumina kristallerinin kullanılması (hacmin % 40-50'si), seramiğin mekanik özelliklerini önemli ölçüde arttırmıştır (21). Bu çalışmalar sonucunda 1966'da McLean ve Sced tarafından platin folyo ile güçlendirilmiş alumina seramik jaket kronlar yapılmıştır (16, 22).

1968'de MacCulloch tarafından cam seramiklerin kullanılmasıyla metal alt yapısız restorasyonlar ilgi çekmeye başlamıştır (20).

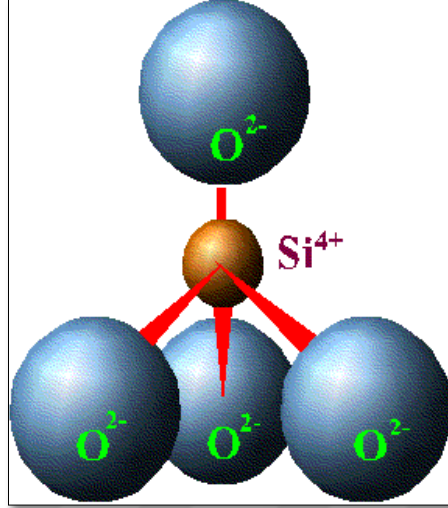
1980'lerden sonra diş hekimliğindeki uygulamalara, dijital bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişim ve büyüme de dahil olmuştur (23). Dijital bilgisayar teknolojisinin diş hekimliğindeki kullanım amacı, estetik restorasyonların daha hızlı, kolay ve dişe daha uyumlu bir şekilde yapılabilmesidir. 1983'te, Fransa'da ilk dental CAD/CAM prototipi sunulmuştur (24, 25). Aynı yıl, Zürih Üniversitesi'nde ısı ve basınç tekniği ile üretilen IPS Empress tüm seramik sistemi tanıtılmıştır. Daha sonra, IPS Empress 2 geliştirilmiştir. IPS Empress 2, IPS Empress'ten 3 kat fazla bükülme direncine sahiptir (26, 27). 1989 yılında, anterior bölgede üç üyeli sabit restorasyonların yapımına olanak sağlayan, yüksek dayanıklılıkta bir çekirdek materyali olan In-Ceram alüminum sistemi tanıtılmıştır (28). 1993'te Procera AllCeram sistemi tanıtılmıştır (29, 30). Daha sonraki yıllarda geliştirilen zirkonyum oksit bazlı Cercon®, Lava® CAD/CAM gibi sistemler ise, posteriorda köprü yapımına olanak sağlamaktadır (31).

Günümüzde estetik beklentilerin daha da artması ve teknolojinin ilerlemesiyle, hastaların estetik beklentilerini karşılayabilecek hem estetik hem de fonksiyonel yeni materyaller ve yeni teknikler üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

2.1.3.2 Dental Seramiğin Yapısı

Dental seramik, bir veya birkaç metal/yarı metal elementlerin, oksijen gibi metal olmayan bir elementle yaptığı inorganik birleşimdir ve diş hekimliğinde kullanılan seramik, merkezde bulunan silikon atomu ile dört oksijen atomunun kimyasal bağ kurmasıyla meydana gelen silisyum tetrahedral (SiO_4) yapıdan

oluşmaktadır. Dental seramikler temel olarak kuartz, feldspat ve kaolinden oluşmaktadır (16, 18, 32, 33).



Resim 5: Dental seramiğin tetrahedral yapısı (SiO₄) (34)

Feldspat: Feldspat, potasyum alüminasilikat ve sodyum alüminasilikat yapısında olup seramik içinde %60-70 oranında bulunur. Seramiğin ana yapısını oluşturur. Doğada bulunan feldspat saf değildir. Erime sıcaklığı 1100-1300°C arasındadır. Feldspat, pişirme işlemleri sırasında bileşenlerin erimesini kolaylaştırır ve seramiğin pişirilmesi sırasında eriyerek diğer bileşenleri bir arada tutan bir matriks görevi görür. Eridikten sonra ise camı ve parlak bir hale gelerek seramiğe belirli bir şeffaflık özelliği kazandırır (16, 18, 32). Lössit kristalleri, potasyum feldspat ve camın reaksiyon ürünü olarak oluşur, seramiğin optik özelliklerini, ısı genleşme katsayısını, dayanımını ve sertliğini artırır (32, 33).

Kuartz: Silisyum dioksit (SiO₂) yapısında olan kuartz seramiğin iskeletini oluşturur ve seramikte %25-30 oranında bulunur. Erime derecesi yüksek (1685°C) olan kuartz, yüksek sıcaklıklarda seramiğin stabilitesinin korunmasına yardımcı olur ve dayanıklılığını artırır (16, 18).

Kaolin: Kimyasal formülü Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O (Alüminyum hidrat silikat) ‘tır ve dental seramik içinde %1-5 oranında bulunur. Kaolin suyla karıştırıldığında yapışkan bir hal alır ve seramiğin işlenebilirliğini kolaylaştırır. Yapısı opaktır (16, 18, 32).

Seramiğe bu üç ana maddenin yanında ek olarak potasyum, kalsiyum ve sodyum oksit gibi cam modifiye ediciler eklenebilir. Bu metal oksitler, silikon gibi cam yapıcı elementler ile oksijen arasındaki bağlanmayı azaltarak camın yumuşama sıcaklığını düşürür ve seramiğin ısı genleşme katsayısını artırır (16, 18). Böylelikle farklı pişirilme derecelerine sahip seramikler üretilir.

Yüksek sıcaklık seramikleri (1200-1400°C) yapay dişlerin, orta sıcaklık seramikleri (1500-1200°C) prefabrike gövde dişlerin üretiminde kullanılmaktadır. Düşük sıcaklık seramikleri (850-1050°C) ise laboratuvar seramik fırınlarında kullanılan ve günümüzde de en çok tercih edilen dental seramiktir. Metal-seramik restorasyonlara uygulanan glazür ve makyaj tozları düşük sıcaklık seramikleri grubuna dahildir.

Özellikle metal destekli restorasyonlarda cam modifiye edici oksitler fazla ilave edilirse, devitrifikasyona neden olurlar. Yani seramiğin camsı yapısı bozulur ve daha kırılgan hale gelir (18, 35, 36).

Cam modifiye edici oksitlerin ilavesiyle seramiğin viskozitesi azalır ve şekillendirme zorluğu meydana gelir. Seramiğin viskozitesini, mekanik dayanımını ve elastiklik modülünü arttırmak amacıyla seramiğe Al_2O_3 ara oksiti eklenir (18, 35, 36).

Seramikte doğal dişlere yakın renk tonu ve translusentliği sağlamak için seramiğe Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Ni gibi yüksek sıcaklığa dayanıklı metal oksit pigmentler de eklenebilmektedir (16).

Seramikler; düşük ısı ve elektrik iletkenlikleri, düşük gerilme dirençleri, yüksek basma dayanıklılığı, yüksek erime dereceleri ve uygun optik özellikleri olan materyallerdir. Seramiklerin kristal yapısı hem kovalent hem de iyonik karakterdeki güçlü bağlardan oluşur. Bu nedenle kararlı yapılardır ve çözülmezler; fakat kırılgandırlar (16, 32).

Dental seramiklerin basma dayanıklılığı 350-550 MPa arasındadır. Çekme dayanıklılığı ise 20-60 MPa arasında olup oldukça düşüktür (16).

2.1.3.3 Tüm Seramik Sistemlerin Sınıflandırılması

Tüm seramik sistemler yapım teknikleri ve alt yapı içeriklerine göre farklı şekilde gruplandırılabilirler.

2.1.3.3.1 Tüm Seramik Sistemlerin Yapım Tekniklerine Göre Sınıflandırılması;

1) Platin folyo tekniği

- Renaissance (Williams Gold Refining Co, Buffalo, NY),
- Sunrise (Tanaka Dental, Skokie, III.)

2) Refrakter model üzerinde hazırlanan tüm seramik sistemleri

- Cerestore (Johnson and Johnson Dental Care Co., ABD)
- Hi-Ceram (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen; Almanya)
- In-Ceram (alümina, zirkonya, magnezya) (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)
- Mirage (Chameleon Dental, ABD)

3) Dökülebilir cam seramik sistemleri

- Dicor (Ceramco/Dentsply, ABD)
- Cerapearl (Kyocera, ABD)

4) Isı-basınç ile şekillendirilen seramik sistemleri

- IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein),
- IPS Empress 2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein),
- Finesse (Dentsply Ceramco, Burlington, ABD)
- Optec (Jeneric, Pentron Inc., ABD)

5) CAD-CAM ve kopya-freze seramik sistemleri

- Prefabrike seramik blok/ CAD-CAM işleme (Cerec)
- Prefabrike seramik blok/ Kopya-freze işleme (Celay)
- Yüksek saflıkta alümina/ CAD-CAM işleme (Procera All-Ceram)
- Presinterize Y-TZP blok/ Kopya-freze işleme (Zirkonzahn)
- Tam sinterize Y-TZP blok/ CAD-CAM işleme (DC-Zirkon)

2.1.3.3.1.1 Platin Folyo Tekniği

Bu teknikte, öncelikle sert alçıdan model hazırlanarak, model üzerinde gerekli kesimler yapılarak güdükler elde edilir. Daha sonra ince platin folyo, güdük üzerine tam olarak adapte edilir ve porselen hamuru folyo üzerine yerleştirilip şekillendirilir. Folyo porselene pişme sırasında desteklik sağlar ve porselenin pişmesinden sonra iç yüzeyinin pürüzsüz olmasına yardımcı olur. Restorasyonun pişirilmesi tamamlandıktan sonra iç yüzeydeki folyo uzaklaştırılır. Elde edilen restorasyonların kırılğan olması, manipstasyon zorluğu, marjinal uyum problemi ve teknik hassasiyet gerektirmesi sebebiyle bu tekniğin kullanımı uzun süreli olmamıştır. Bu tekniğe örnek olarak Renaissance ve Sunrise verilebilir (32, 37).

2.1.3.3.1.2 Refrakter Model Üzerinde Hazırlanan Tüm Seramik Sistemleri

Bu teknikte, ana modelden gerekli hazırlıklar yapıldıktan sonra ölçü alınıp, fosfat bağı yüksek sıcaklığa dayanıklı özel revetman dökülerek refrakter model elde edilir ve restorasyonlar bu sıcaklığa dayanıklı model üzerinde hazırlanır. Bunlar çekirdek yapısı güçlendirilmiş seramikler olarak da adlandırılmaktadırlar (27, 38).

Alüminyum ile güçlendirilmiş seramikler (Hi-Ceram, In-Ceram), Allceram veya magnezyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler bu sisteme örnek olarak verilebilir (39).

2.1.3.3.1.3 Dökülebilir Cam Seramik Sistemleri

İlk olarak geliştirilen dökülebilir cam seramik sistemi, %45 cam, %55 tetrasiklik mika içeriğı ile Dicor sistemidir. Bu sistemde cam porselen, 1370°C’de refrakter güdük içerisinde santrifüj tekniğı ile dökülür. Daha sonra kristalizasyon işlemi için ısı uygulanır. Porselenin renklendirilmesi, yüzey cilası veya ince tabaka porseleni uygulaması ile yapılır (19, 40). Bu sistem, estetik ve fonksiyonel olmasına rağmen kırılma direncinin yetersiz olması nedeniyle sınırlı kullanım göstermiştir.

2.1.3.3.1.4 Isı-basınç ile Şekillendirilen Seramik Sistemleri

Bu sistem, hazırlanan mum modelajın kayıp mum tekniğı ile elimine edilerek elde edilen kalıp içerisine, cam seramik blokların bir vakum ünitesinde, yüksek

sıcaklıkta hidrostatik basınç altında preslenmesi ile üretilir. IPS Empress, IPS Empress 2 bu sisteme örnek olarak verilebilir (18, 41).

2.1.3.3.1.5 CAD-CAM ve kopya-freze Seramik sistemleri

CAD/CAM sistemi preparasyon bölgesinin ya da elde edilen ölçünün optik yüzey tarayıcı alet ile bilgisayara aktarılması, restorasyonun bilgisayar ortamında tasarlanması ve son halinin bu sistem için özel olarak üretilmiş bloklardan yontularak elde edilmesinden oluşur.

Kopya freze tekniğinde ise, okuma kısmına yerleştirilen modelajın kopyası, sistemin diğer tarafında pantografik olarak kazınarak elde edilir. Kopyalama bölümünde aşındırma özelliği olmayan özel tarayıcı uçlar modelaj üzerinde gezinirken, kazıma ünitesinde özel frezler ve diskler kullanılarak seramik blok şekillendirilir. (24, 42).

2.1.3.3.2 Tüm Seramik Sistemlerin Alt Yapı İçeriklerine Göre Sınıflandırılması

1) Güçlendirilmiş seramik alt yapı sistemleri

- Alüminöz alt yapılı (Hi-Ceram)
- Cam infiltre alüminöz alt yapılı (In-Ceram)
- Saf alümina alt yapılı (Procera)

2) Cam seramikler

- Lösitle güçlendirilmiş feldspatik cam seramikler (IPS Empress)
- Lityum disilikat içeren cam seramikler (IPS Empress 2)
- Fluoromica cam seramikler (Dicor)
- Apatit bazlı cam seramikler (hidroksilapatit-Cerapearl)
- Lityum silikat içeren cam seramikler (Vita Suprinity)

3) Zirkonyum Oksit İçeren seramik alt yapı sistemleri

2.1.3.3.2.1 Güçlendirilmiş Seramik Alt Yapı Sistemleri

Bu seramik materyaller konvansiyonel seramiklerden daha yüksek dayanıklılığa sahiptir; fakat çok opak olmaları sebebiyle tek başlarına estetik başarı sağlayamamaktadırlar. Daha çok alt yapı olarak tercih edilirler ve daha iyi bir estetik restorasyon elde etmek için üzerine konvansiyonel seramik materyalleri uygulanır. Bu sistemlere örnek olarak Hi-Ceram, In-Ceram ve Procera verilebilir (39).

2.1.3.3.2.2 Cam Seramikler

Cam seramikler; özel bileşimlere sahip camların kontrollü kristalizasyonu ile oluşturulan, amorf, camsı faz ve kristalin içeren multifaz materyallerdir (43). Camlardan daha yüksek mekanik dayanıklılığa ve darbe direncine, daha düşük ısı genleşme katsayısına sahiptirler (44).

Camın kontrollü kristalizasyonu, 1956 yılında Stookey isimli araştırmacı tarafından tanımlanmıştır (Corning Glass Works, USA). Cam seramik yapımında; cama uygun ve dikkatli bir ısı işlem uygulanır, içindeki kristallerin çekirdeklenmesi ve büyümesi sağlanarak, cam matriks içine gömülü kristaller (doldurucu partiküller) oluşur (45, 46).

Cam seramiklerin mekanik özellikleri; kristal fazın hacimce miktarına ve tanecik boyutuna, elastiklik modülleri ve ısı genleşme katsayıları arasındaki farklara ve fazlar arası bağlanma gücüne bağlıdır. Cam seramiklerin dayanıklılığı ve mekanik özellikleri, cam içinde düzgün olarak dağılmış alüminyum, magnezyum, zirkonyum, lōsit ve lityum disilikat gibi uygun kristallerin eklenmesiyle artırılır. Kristal faz güçlü ise, çatlaklar cam faz içinde oluşur. Bu çatlakların boyutu, kristal taneciklerinin arasındaki mesafede sınırlı kalır. Kristaller ne kadar küçük boyutta ve kristal faz hacimce ne kadar fazla ise, seramik de o ölçüde daha dayanıklı olur (47, 48).

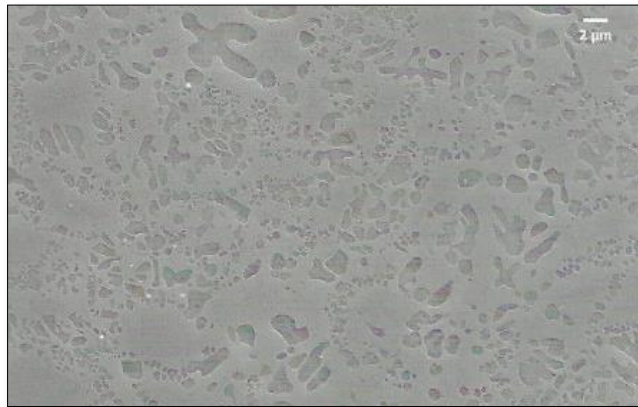
Estetik seramik lamina restorasyonları için, optik özellikleri ve asite karşı duyarlı olmaları nedeniyle, lōsit ve lityum disilikat cam seramikleri önerilmektedir (48). Kristaller, kimyasal bileşimine ve kristallilik yüzdesine bağlı olarak opak ya da translusent olabilirler ve opalasens, renk, opaklık gibi optik özelliklerin artırılması için ilave edilebilirler (47, 48). Mikron büyüklüğünde lōsit ve lityum disilikat kristalleri infiltre edilmiş cam matriks, yüksek yoğunluktaki doldurucu partiküllü

cam matriksi oluřturur. Bu materyal, dūřuk kırılma indisine sahip olması nedeniyle yūysek kristal iēeriēine raēmen translucent olabilmektedir (48).

2.1.3.3.2.1 Lōsit ($\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$) ile Gūēlendirilmiř Feldspatik Cam Seramikler

1983 yılında Zūrih Őniversitesi'nde, lōsit ile gūēlendirilmiř bir cam seramik olan IPS Empress sistemi (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) Wohlwend tarafından tanıtılmıřtır (43).

IPS Empress sisteminin bařlıca bileřenleri %63 silisyum dioksit ve %19 alūminyum oksit iēeren feldspatik seramik ve tetragonal lōsit kristalleridir. Lōsit kristalleri, cam matriks iēerisindeki ēekirdekleřtirici ajanlar ve kontrollū yūzey kristalizasyonu ile oluřmaktadır. Cam matrikse uygulanan ısıl iřlem ile kristalizasyon ve ēekirdeklenme, cam tozunun gren sınırları iēerisinde bařlar ve yūzey kristalizasyonu sonucu cam matriks iēinde kūēuk lōsit kristalleri oluřur. Bu lōsit kristalleri yūzeyden merkeze doēru būyūrler. Lōsit kristalleri, lōsit ile gūēlendirilmiř feldspatik cam seramik hacminin %30-40'ını kapsar ve 1-5 μm boyutlarındadır. Lōsit kristalinin formūlū K_2O , Al_2O_3 , 4SiO_2 ya da $\text{K}(\text{Al.SiO}_2.\text{O}_6)$ řeklinededir (31, 49).



Resim 6: Lōsit ile kuvvetlendirilmiř cam seramiēin mikroskobik gōrūntūřu (47)

IPS Empress sistemi kayıp mum tekniği ile pres döküm tekniğinin birlikte kullanılması veya CAD/CAM teknolojisi ile üretilebilmektedir (43).

Restorasyonun mum modelajı güdük üzerinde hazırlanır ve özel bir revetmana alınır (50). Daha sonra 850°C'ye kadar ısıtılarak mum uzaklaştırılır. Döküm yoluna seramik blok ve üstüne alüminyum oksit piston yerleştirilir. Manşet EP500 isimli özel fırına konulur. Sıcaklık 1150°C'ye ulaştıktan sonra, yumuşamış olan seramik blok, Al₂O₃ piston yardımıyla 5 bar basınç altında 20 dk boyunca yavaş yavaş preslenir (51). Bu işlemden sonra restorasyon revetmandan çıkarılarak, kumlama ile temizlenir ve model üzerinde kontrolleri yapılır.

Tüm seramik restorasyonlardaki başlıca problem, sinterleme süresince oluşan yüzey mikroporoziteleridir. Bu mikroporoziteler seramikte çatlak oluşmasına ve ilerlemesine sebep olabilmektedir. IPS Empress sisteminde ise ısı ve basıncın birlikte kullanıldığı 'injection-moulding' tekniği ile materyal içinde gömülü halde bulunan lösit kristalleri bir bariyer oluştururlar ve gerilim streslerinin oluşmasına karşı koyarak mikroçatlak oluşmasını engellerler. Dolayısıyla lösit kristallerinin eklenmesi, seramiğin kırılma ve bükülme dayanıklılığını artırır. Aynı zamanda ısı ve basıncın birlikte kullanılması ile seramiğin büzülmesi azalmaktadır (52, 53).

Lösit ile kuvvetlendirilmiş cam seramiklerin yapımında 2 farklı teknik kullanılabilir:

Estetiğin önemli olduğu ön bölge restorasyonlarında, dentin yapısı preslendikten sonra tabakalama tekniği kullanılarak üzerine mine ve translusent tabakalar uygulanır ve restorasyona son formu verilir.

Anatomik özelliklerin önemli olduğu posterior restorasyonlarda ise restorasyon son şekli verilmiş olarak elde edilir. Daha sonra yüzey boyaları ve yarı cam yapıdan oluşan ince bir glazür materyali uygulaması ile restorasyon hazır hale getirilir (54).

IPS Empress cam seramik ingotların üretilebilmesi için ilk olarak cam yapı eritilir. Cam yapı eritildikten sonra öğütülür. Bu toz halindeki yapıya stabilizatörler, katkı maddeleri, floresan ajanlar ve pigmentler eklenir. Daha sonra toz halindeki yapı preslenir ve yaklaşık 1200°C'de ısı işlem uygulandıktan sonra cam seramik ingotlar kullanıma hazır hale gelir (49, 55).

IPS Empress sisteminde cam seramiğin yapısı, lösit kristalleri ile güçlendirilirken, ışık geçirgenliği de korunmuştur (56). Lösitin kırılma indisi ile

feldspatik seramiğin kırılma indisi çok yakındır. Bu özellik de translusentliğin korunması için önemlidir. Materyalin translüsentliği, doğal dişteki dentin ve mine yapısına benzer. Lösit ile kuvvetlendirilmiş cam seramikler ile floresans, opalesans, yüksek translusentlik gibi optik özellikler açısından doğal dişe yakın estetik restorasyonlar başarıyla yapılabilmektedir. Lösit, baz cama göre daha hızlı asitlenebilir. Buna seçici asitlenme denir ve iyi bir mikromekanik bağlanma için rezin simanın akabileceği sayısız ince boşluklar meydana getirir (48). Aşınmaya direnci ve aşınma özellikleri doğal dişe yakındır (57).

Çekirdek seramiğinin bükülme direnci 120 MPa iken, boyama ve glazür işlemlerinden sonra 200 MPa'a yükselmektedir (57). Lösit ile kuvvetlendirilmiş cam seramikler ile estetik inley, onley, kron ve lamina gibi restorasyonlar hazırlanabilmektedir. Fakat bu sistem köprü yapımı için yeterli mekanik dirence sahip değildir (57).

2.1.3.3.2.2 Lityum disilikat ($\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$) İçeren Cam Seramikler

IPS Empress 2, lösit yerine lityum disilikat kristali içeren (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) bir cam seramik sistemidir (58).

Lityum disilikatın mikro yapısı; rastgele dağılmış, birbirine kilitlenmiş, küçük plaka şeklinde kristallerden oluşur. Bu düzen dayanıklılığın sağlanması açısından önemlidir. İğnemsî kristaller, çatlakların sapmasına, dallanması ya da küntleşmesine neden olarak, materyalin içindeki çatlakların lityum disilikat kristalleri tarafından engellenmesi ve bükülme direncinin artmasını sağlar. Seramiğin içinde, hacimce düşük olmasına karşın, ikinci bir kristal faz olan, lityum ortofosfat (Li_3PO_4) da bulunur (58).



Resim 7: Lityum disilikat kristallerinin mikroskopik görüntüsü (58)

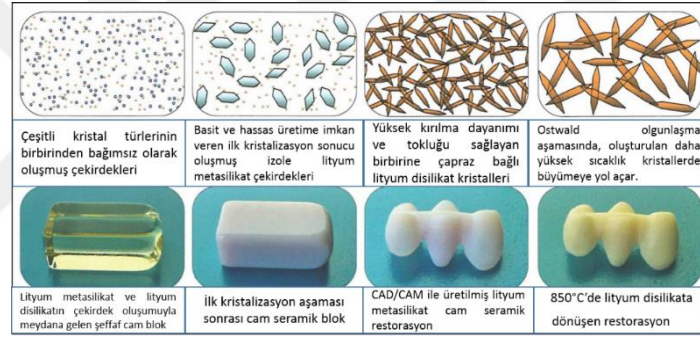
Lityum disilikat seramiklerinin kristal tipi ve dağılımı diğer seramiklerden farklıdır. Lityum disilikat cam seramikleri hem translusent hem de dayanıklı olması nedeniyle, lityum disilikat cam seramikleri ile estetik ve çok dayanıklı ince lamina restorasyonları hazırlanabilir (59).

Empress 2 sistemi, iki yapıdan oluşur; ingottan elde edilen alt yapısı lityum disilikat ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) içerir ve bu seramiğin dayanıklılığını artırır. Üst yapı seramiği ise florapatit içerir ve restorasyonun translusentliğini artırarak daha doğal bir görünüm elde edilmesini sağlar (60, 61). Alt yapıyı oluşturan lityum disilikat cam seramiğinin kontrollü kristalizasyonu sonucunda kristal içeriği hacimce %60'a ulaşır. Cam matrikse benzer kırılma indisine sahip kristallerin oluşması, lityum disilikatın translusentliğinde kayıp olmamasını sağlamaktadır (60, 61).

Lityum disilikat kristalleri ile güçlendirilmiş cam seramikleri, lösit kristalleriyle güçlendirilmiş cam seramikleri gibi kayıp mum tekniği ve pres döküm tekniğinin birlikte kullanılması ya da CAD/CAM teknolojisi ile üretilirler (6).

Alt yapıyı elde etmek için, hazır lityum disilikat cam ingot tabletler özel fırında 920°C ' de visköz akma özelliğine ulaşır ve 5 barlık basınçla 5-15 dk. sürede revetmen boşluğunun içine gönderilir. Daha sonra restorasyonun son şeklinin hazırlanabilmesi için alt yapı üzerine, tabakalama tekniği ile florapatit seramiği yığılır. Bu kristaller doğal dişlerde mineyi oluşturan ana madde olduğu için IPS Empress 2 cam seramik sistemi, mikro yapısı yönünden mineye en benzerlik gösteren malzeme olarak kabul edilir (58, 62, 63).

CAD/CAM yapım tekniğinde ise, CAD/CAM için üretilmiş IPS e.max CAD ‘mavi blok’a 2 aşamalı ısıl kristalizasyon işlemi uygulanır. Birinci aşamada cam matriks içerisinde hacimce yaklaşık %40, 0.2-1 mikrometre büyüklüğünde lityum metasilikat kristalleri vardır. Bu fazda iken hazır blok, cam seramiğin bileşimi ve mikroyapısına bağlı olarak mavi-mor renklidir. Bu aşamada seramiğin bükülme dayanımı 130-150 MPa’dır. Blok bu haliyle freze cihazında kolaylıkla aşındırılarak restorasyon üretilebilir. İkinci ısıl işlem ise aşındırma işlemi tamamlandıktan sonra yapılır. Restorasyonun kristalizasyonu 840-850°C’de vakumlu fırında gerçekleştirilir. Kristalizasyon sonrasında cam matriks içinde %70 hacminde, yaklaşık 1.5 µm büyüklüğünde lityum disilikat kristalleri vardır. Restorasyon final bükülme dayanımına (360-450 MPa) ikinci kristalizasyon sonrasında ulaşır ve bloğun rengi istenilen diş rengine dönüşür. (6, 59).



Resim 8: IPS e.max CAD'in kristalizasyon aşamaları (64)

CAD/CAM için üretilmiş lityum disilikat cam seramik blokların kullanıldığı yere ve restorasyon tipine göre farklı ışık geçirgenliği ve farklı renk seçenekleri vardır. Transludentlik bakımından 3 farklı ışık geçirgenliğinde lityum disilikat blok çeşidi bulunmaktadır. Bunlar:

- Yüksek ışık geçirgenliğine sahip olanlar (HT).
- Düşük ışık geçirgenliğine sahip olanlar (LT)
- Orta opaklıkta olanlar (MO) dır (64).



Resim 9: Lityum disilikat blok çeşitleri (IPS e.max CAD)

Günümüzde lityum disilikat cam seramiğinin çok ince porselen lamina restorasyonlarında başarıyla kullanılabilmesi için farklı value değerinde (IPS e.max CAD Value) ve opalasens renginde (IPS e.max CAD Opal) olan iki yeni tipi daha geliştirilmiştir. Farklı value değerinde olan grup dentin ve mine kombinasyonlarında kullanılır. Farklı opalasens renginde olanlar ise sadece mine yüzeyinde kullanılabilmektedirler (65).



Resim 10: IPS e. max CAD Impulse bloklar

Lityum disilikat cam seramiğinin mekanik özellikleri, lösit cam seramiğe göre daha üstündür. Kırılma dayanımı lösit cam seramiklerinden yaklaşık olarak 3 kat daha fazladır. Lityum disilikat cam seramikleri ile porselen lamina, inley, onley, parsiyel kronlar, ön ve arka bölgede kron restorasyonları, implant üstü protezler, teleskop protezler yapılabilir. Diğer endikasyonlara ilaveten lityum disilikat cam seramikleri ile en son destek diş 2. premolar olmak koşuluyla 3 üyeli köprü restorasyonları da hazırlanabilmektedir (58, 63).

2.1.3.3.2.2.3 Floromika İçeren Cam Seramikler

Dicor sistemi, döküm tekniği ile elde edilen, flor içeren tetrasilisik mika kristalleri ile güçlendirilmiş cam seramiktir. Mika kristalleri, materyalin esnekliğini ve yüzey işlenebilirliğini sağlar. Aynı zamanda kristalizasyon işlemi olarak isimlendirilen fırınlama sırasında cam matriks içinde büyüyerek kırık oluşmasına karşı materyalin daha dayanıklı hale gelmesini sağlar (66).

Cam seramik bloklar, kayıp mum tekniği kullanılarak mumun elimine edilmesiyle oluşan kalıp boşluğuna, 1350°C’de santrifüjlü döküm apareyinde dökülür. Sadece dış yüzeyi seramikleşen bu işlemten sonra şeffaf olan restorasyon tekrar revetmana alınır. Yüksek sıcaklık altında 10 saat süren kontrollü fırınlama işlemine tabi tutulur.

Bu sistem yüksek translusenslikleri ve kırılma dayanımının az olması nedeniyle günümüzde tercih edilmemektedir (20).

2.1.3.3.2.2.4 Apatit Bazlı Cam Seramikler

Hobo ve Iwata, doğal diş yapısını taklit etmek için sentetik hidroksilapatitin en ideal malzeme olacağı düşüncesiyle 1985 yılında indirekt bir teknik olan Cerapearl (Kyocera Bioceram, San Diego, ABD) sistemini geliştirmişlerdir. Yapım tekniği Dicor cam porselene benzeyen bu sistemde fosfat esaslı cam, kontrollü ısı uygulamasıyla kısmen kristalin bir yapıya dönüştürülür. Bu ilk kristalin faz oksiapatit yapısında olup, suyun varlığında hemen hidroksilapatite çevrilmektedir. Işığ kırma özelliği, yoğunluğu ve ısı iletkenliği ile doğal mineye benzemektedir (67).

2.1.3.3.2.2.5 Lityum Silikat İçerikli Cam Seramikler

Lityum silikat cam seramikleri günümüzde yeni bir materyal olup zirkonya ile kuvvetlendirilmiş lityum silikat cam seramiğidir (ZLS). Ağırlıkça %8-12 ZrO₂, %56-64 SiO₂, %15-21 Li₂O ve %>10 diğer ürünleri içerir ve materyalde cam seramik ile zirkonyanın avantajları birleştirilmiştir. Restorasyonlar CAD/CAM teknolojisi ile üretilmektedir. Hazır lityum silikat cam seramik blokların freze cihazında aşındırılarak şekillendirilip ve daha sonra da kristalize edilmesi ile restorasyonlar

elde edilir. Bu seramiğe örnek olarak Vita Suprinity (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) verilebilir (68).

Lityum silikat cam seramiklerin yüksek mekanik yük dayanımı vardır. Yüksek translusentlik, floresans ve opalasens özelliklerine bağlı olarak yüksek estetik özellikler de göstermektedirler ve kolay cilalanabilirler. Cam yapı içerisinde zirkonya partiküllerinin homojen olarak dağılması nedeniyle, zirkonya partiküllerin kristalizasyonu önlenir. Cam matriks içerisinde kristal yoğunluğu oluşmadığı için zirkonyanın opak görünümü engellenmiş olur. Hazır seramik blokların farklı endikasyonlarda kullanılmak üzere renk seçenekleri bulunmaktadır (68).

Anterior ve posterior kronlarda, implant üstü protezlerde, inley, onleylerde ve porselen lamina restorasyonlarında kullanılabilmektedirler (68).

2.1.3.3.2.3 Zirkonyum Oksit İçeren Seramik Alt yapı Sistemleri

Günümüzde zirkonyum dioksit (ZrO_2), tüm seramik restorasyonların güçlendirilmesi amacıyla seramik alt yapı materyali olarak kullanılmaktadır.

Zirkonyum (Zr) doğada saf halde bulunmaz. Silikat oksitleri ($ZrO_2 \times SiO_2$) ile beraber ya da serbest oksit olarak (ZrO_2) bulunurlar. ZrO_2 beyaz renktedir ve toz halinde bulunan bir zirkonyum oksit kristalidir. Zirkonyum oksit kristalleri kübik, tetragonal ve monoklinik olmak üzere 3 farklı fazda bulunabilmektedir (69).

Zirkonyum oksit içeren seramik alt yapı sistemleri feldspatik seramiklere göre yüksek mekanik özelliklere sahiptirler. Yüksek mekanik özellikleri nedeniyle posterior bölgede köprü restorasyonları için uygundur. Fakat opak oldukları için anterior bölgede cam seramikler kadar estetik değildirler. Diş hekimliğinde zirkonyum dioksit, yitrium ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristalleri (3Y-TZP) veya magnezyum ile kısmen stabilize zirkonya (Mg-PSZ) ya da zirkonya ile sertleştirilmiş alümina olarak kullanılır (70).

2.2 Rezin Simanlar

Kompozit rezin esaslı simanlar adeziv sistemlerinin giderek gelişmesi ve başarılı sonuçların alınması ile ortaya çıkmıştır. Kompozit rezin esaslı simanlar, bisfenol glisidil metakrilat (Bis-GMA) veya üretan dimetakrilat (UDMA) rezinin

farklı miktarlarda inorganik doldurucu ile güçlendirildiği akışkan kompozitlerdir ve estetik olmaları, diş dokusuna iyi adezyonu ve seramiği güçlendirmesi nedeniyle günümüzde özellikle tüm seramik restorasyonların simantasyonunda sıklıkla yeğlenmektedirler (71-73).

Kompozit rezin esaslı simanların yapısı 3 temel fazdan oluşmaktadır,

1. Organik polimer matriks fazı
2. İnorganik faz
3. Ara faz

Organik Polimer Matriks : Bis-GMA (bisfenol-A-glisidil metakrilat) veya UDMA (üretan dimetakrilat)'dan oluşur. UDMA daha iyi adezyon sağlar ve renklenmelere karşı daha dayanıklıdır (74). Yüksek viskoziteye sahip bu iki polimere viskozitenin azaltılması amacı ile trietilenglikol dimetakrilat (TEG-DMA) eklenir (75).

İnorganik Faz: Matriks içinde yaklaşık %20-75 oranında dağılmış olarak çeşitli şekil ve büyüklükte kuartz (kristalin silika), stronsiyumalüminum silikat, baryum alüminum silikat gibi doldurucu partiküller bulunur (39). Kompozit rezin esaslı simanların fiziksel ve mekanik özelliklerini doldurucu taneciklerin büyüklüğü, şekli ve miktarı belirler. Tanecik büyüklüğünün artmasıyla organik matriks oranı düşer, böylelikle ısı genleşme katsayısı, su emilimi, polimerizasyon büzülmesi azalır, yapının dayanıklılığı ve ısı iletkenliği artar (75, 76). Bazı rezin kompozit simanlar, 'iterbiyum triflorid' içermesi nedeniyle flor salma özelliğine sahiptir (71).

Ara faz: Organik matriks ile inorganik faz arasında doldurucu taneciklerin yüzeyinin silan ile kaplı olmasına bağlı olarak, sıkı bir adezyon sağlayan fazdır. Silan molekülleri vinil silan ve γ metakriloksipropil silan (γ MOPS) dır. Silan molekülü, bir ucu ile polimer matrikse bağlanırken, diğer ucuyla da doldurucuya bağlanır (74).

Polimer birçok monomerin birbirlerine tutunmasıyla oluşan büyük bir molekül olup, dental rezinler polimer yapısındadır (77, 78).

Polimerizasyon: Aktivasyon, başlama, ilerleme ve bitiş olmak üzere 4 aşamadan oluşur (78).

1. Aktivasyon

Polimerizasyonun başlaması için serbest radikallerin oluşması gerekir. Serbest radikaller, başlatıcıların sıcaklık, ışık ve peroksitler gibi çeşitli aktivatörler ile parçalanmasıyla oluşur (78).

2. Başlama Aşaması

Aktivasyon sonucu oluşan serbest radikalın monomer ile reaksiyona girmesi ile polimerizasyon başlar. Radikalın tutunduğu monomer reaktif hale geçer (78).

3. İlerleme Aşaması

Reaktif hale gelen monomerler bir başka monomere tutunarak, onu da reaktif hale getirir ve zinciri büyütürler (78).

4. Bitiş Aşaması

Reaksiyonun monomer molekülleri bitinceye kadar devam etmesi istenir. Ancak pratikte, polimer zincirinin bitimine neden olan diğer reaksiyonlar ilave reaksiyonu engelleyebilir. Bu reaksiyonlar artık polimer kalmasına neden olurlar. İlave reaksiyona uğramazlar (77, 78).

Adeziv Rezin Simanların Endikasyonları

1. Tüm seramik restorasyonların simantasyonu
2. Porselen lamina restorasyonlarının simantasyonu
3. Ortodontik braketlerin simantasyonu
4. Periodontal splintlerin simantasyonu
5. Metal destekli ve tüm seramik inlay/onleylerin simantasyonu (79).

Adeziv Rezin Simanların Avantajları

1. Çok çeşitli yüzeylere yapışabilirler.
2. Yüksek dayanıklılığa sahiptirler.
3. Ağız ortamında çözünürlükleri düşüktür.
4. Renk seçenekleri fazladır.
5. Bazıları flor salar.

6. Seramiğin güçlendirilmesini sağlarlar.
7. Konservatif restorasyonlara olanak tanırırlar (39, 71, 76).

Adeziv Rezin Simanların Dezavantajları

1. Teknik duyarlılığı yüksek olan ve hata toleransı az olan malzemelerdir.
2. Geleneksel simanlara oranla film kalınlığı daha fazladır.
3. Mikrosızıntı ve pulpa duyarlılığına neden olabilir.
4. Bazı ürünlerde oksijen, polimerizasyonu inhibe eder (76, 80).

2.2.1 Adeziv Rezin Simanların Sınıflandırılması

Adeziv rezin simanlar sertleşme mekanizmasına göre; kimyasal sertleşen (auto-cure), ışıkla sertleşen (light-cure) ve kimyasal ve ışıkla sertleşen (dual-cure) olarak sınıflandırılırlar (72, 81).

2.2.1.1 Kimyasal Sertleşen Rezin Simanlar

Kimyasal polimerizasyon, benzoil peroksit veya benzer bir peroksitin, akselatör olan tersiyer aminle reaksiyon vermesi sonucu meydana çıkan serbest radikaller ile başlar. Rezinin sertleşmesi için belirli bir süre vardır. Kalınlığı 2.5 mm yi geçen, ışık iletimini engelleyen restorasyonlarda ve postların simantasyonunda endikedir (81, 82). Hem kimyasal hem de ışıkla sertleşen ve sadece kimyasal sertleşen rezin siman sistemlerinde, amin hızlandırıcılar ve inhibitörlerde reaktif grupların oksidasyonu renk değişimine sebep olabilmektedir. Bu nedenle bu simanların renk stabiliteleri çok iyi değildir ve tüm seramik restorasyonların adeziv simantasyonlarında kullanımı riskli olabilmektedir (75, 83, 84).

2.2.1.2 Işıkla Sertleşen Rezin Simanlar

Işıkla sertleşen rezin simanlar firmalar tarafından tek pat sisteminde üretilmişlerdir. Tek pat halindeki bu simanlarda ışık emici olarak kamforokinon ve hızlandırıcı olarak alifatik amin bulunur. Kamforokinon ve alifatik amin tüp içerisinde birlikte bulunmasına rağmen ışık uygulanmadıkça polimerizasyon

başlamaz. Polimerizasyon, monomerlerin halojen, plazma ark, lazer veya LED gibi ışık kaynakları ile aktive edilerek, ışığa duyarlı kamforokinon gibi reaksiyon başlatıcıların serbest radikal oluşturmasıyla başlar (75, 85, 86).

Işıklı sertleşen rezin simanlar seramik lamina restorasyonlarının simantasyonunda sıklıkla tercih edilmektedirler. Başlıca avantajlarından biri, kimyasal sertleşen rezin simanlarla kıyaslandığında daha uzun çalışma süresine izin vermesidir. Fazla simanın sertleşmeden önce temizlenebilmesi hekime kolaylık sağlar ve işlemin bitiş süresini kısaltır. Renk stabilitesi kimyasal sertleşen rezin simanlara göre çok daha iyidir (87). Ancak simanın polimerize olabilmesi için ışık iletiminin porselen lamina restorasyonunun her tarafına ulaşması gerekmektedir. Seramik lamina restorasyonu yayılan ışığın %40-50'sini absorbe etmektedir. Polimerizasyon için yeterli ışık iletimini etkileyen primer faktör de porselenin kalınlığıdır. Işığın absorbe edilmesi için renk ve opaklık kalınlığa göre daha az etkilidir. Sonuç olarak 1,5mm'den kalın porselen lamina restorasyonlarında ışıkla sertleşen rezin simanlar yeterli sertliğe ulaşamazlar ve tercih edilmemelidir (88, 89).

Işıklı sertleşen rezin simanların üretici firmaya göre farklı kıvam, ışık geçirgenliği ve renk seçenekleri mevcuttur. Bu farklı seçenekler ile restorasyonun rengi koyulaştırılabilir ya da açılabilir (2).

2.2.1.3 Hem Kimyasal hem de Işıklı Sertleşen Resin Simanlar

Sadece ışıkla sertleşen resin simanların kullanıldığı restorasyonlarda, derin bölgelerde tam polimerize olamayan polimerlerin kalması sebebiyle ışıkla ve kimyasal olarak sertleşen resin simanlar geliştirilmiştir. Bu resin simanlar baz ve katalizör olmak üzere 2 kısımdan oluşur. Katalizör içerisinde amin peroksit, baz içerisinde ise ışıkla sertleşme reaksiyonunun başlamasını sağlayan kamforokinon vardır. Işınlama ile ilk sertleşme sağlanır, kimyasal tepkime sonucu ile polimerizasyon tamamlanır (90). Kron, köprü, inley ve onleylerde kullanılırlar. Restorasyon kalınlığı 2-2.5mm den fazla ise yetersiz polimerizasyon riski vardır. Yüksek mekanik dayanım ve estetik özellikler gösterirler (91). Seramiğin kırılma direncini arttırırlar. Fakat çok dikkatli ve hassas bir çalışma gerektirirler. Simantasyon sonrası temizlenmesi zordur ve pulpa hassasiyeti yapabilmektedirler (92).

2.2.2 Adeziv Rezin Simanların Kullanım Alanları

Adeziv rezin simanların kullanım yerleri, yoğunluklarına göre ve sertleşme mekanizmalarına göre çeşitlilik göstermektedir. Tablo 1’de adeziv rezinlerin yoğunluklarına ve sertleşme mekanizmalarına göre kullanım yerleri özetlenmiştir.

Tablo 1: Adeziv rezinlerin kullanım yerleri

Yoğunluklarına Göre	
Çok yoğun	(ultrasonik simantasyon) İnley, onley
Yoğun	Lamina, İnley / onley, İndirekt kompozit, Metal adeziv
Akışkan	Kron, Köprü, Endodontik postlar
Sertleşme Mekanizmalarına Göre	
Kimyasal sertleşen rezin simanlar	Endodontik postlar, İnley / Onley (> 2 mm), Metal adeziv Rest.
Işık ile sertleşen rezin simanlar	Lamina, İndirekt kompozit
Hem Işıkla hem de kimyasal sertleşen rezin simanlar	Lamina, İndirekt kompozit, Endodontik postlar, Metal adeziv Rest., Kron/Köprü, Lamina, İnley / Onley (< 2 mm)

2.3 Diş Yapısı Ve Dental Adeziv Sistemler

Makroskobik olarak diş, kron ve kök olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Olgun bir insan dişi üç adet sert doku içerir; mine, dentin ve sement. Kron mine dokusu ile kaplıdır. Ağırılıkça %95 inorganik hidroksiapatit kristalleri

($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), %4 su ve %1 proteinden oluşur. Kök, sement dokusu ile kaplıdır. Sement %50 hidroksiapatit kristalleri ve %50 kollajen organik matriks içerir. Mine ve sementin haricinde üçüncü diş sert dokusu dentindir. Dentin dişin esas kısmını oluşturur ve %70 hidroksiapatit kristalleri, %20 fibröz kollajen ve %10 su içerir. Mineralize dentin pulpa dokusuyla beraber dentin-pulpa kompleksini oluşturur ve dentin-pulpa kompleksi dişin kütlelerinin oluşumundan sorumludur (93).

2.3.1 Dental Adeziv Sistemler

Adeziv diş hekimliği kavramı 1955 yılında Buonocore'un diş yüzeylerini asitle pürüzlendirme felsefesini ortaya koyması ile ortaya çıkmıştır (94). Böylelikle adeziv sistemler ile sağlam diş dokularının mekanik olarak uzaklaştırılmasına gerek kalmadan retansiyon ve stabilizasyon sağlanmış, diş dokuları ile restoratif materyal arasında gerçekleşen mikromekanik kenetlenme ile oral sıvıların, bakterilerin geçişi önlenmiştir. Böylece işlem sonrası hassasiyet, kenar renklenmesi ve sekonder çürük gibi problemler de azalmıştır (95).

Adeziv materyallerin mine ve dentine bağlanmasındaki temel mekanizma, sert dokulardan inorganik minerallerin uzaklaştırılması, oluşan mikroboşluklara rezin monomerlerin dolması ve bunların polimerizasyonu ile gerçekleşen kenetlenmedir.

Adeziv sistemler etki mekanizmaları göz önünde bulundurularak başlıca üç başlık altında toplanabilir (96).

- Asitle ve yıka adeziv sistemleri
- Kendinden asitli primer sistemler
- Kendinden asitli adeziv sistemler

2.3.1.1 Asitle ve Yıka Adeziv Sistemleri

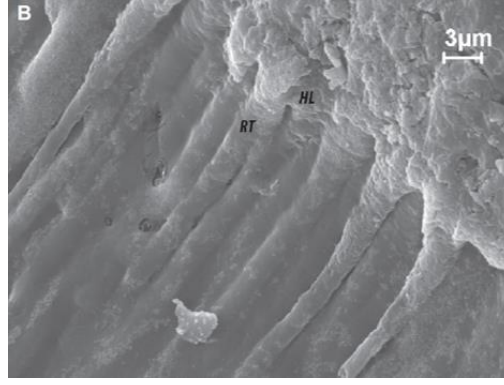
Asitle ve yıka adeziv sistemlerinde mine ve dentin yüzeyine aynı işlem sürecinde fakat farklı sürelerde asit uygulanarak dentin yüzeyindeki smear tabakası tamamen ortadan kaldırılır ve mine yüzeyi pürüzlendirilir. Bu sistemler üç aşamalı veya iki aşamalı olarak uygulanmaktadır. Üç aşamalı sistemlerde mine ve dentin yüzeyine sırasıyla asit, primer ve adeziv rezin uygulanmaktadır. Asit

uygulamasından sonra asitlenen dokuların yıkanması gerekmektedir. İki aşamalı sistemlerde ise primer ve adeziv rezin işlemi tek bir uygulamada birleştirilmiştir. Ancak iki aşamalı sistemlerde de asitleme ve yıkama işleminin yapılması gerekmektedir (97, 98).

Birinci aşama olan fosforik asit uygulaması ile smear tabakası tamamen ortadan kaldırılır, dentin tübüllerinin ağzları açılır ve intertubuler ve peritubuler dentin dekalsifiye olur. Kalsifikasyonun derinliği uygulanan asitin konsantrasyonuna, pH'ına, yoğunluğuna, akışkanlığına ve asitleme süresine bağlı olarak değişmektedir. Hidroksiapatit kristalleri çözünür ve ortaya kollajen ağı açığa çıkar. Bu kollajen ağı inorganik yapının azalmasına bağlı olarak çökebilmektedir ki bu durum istenmez (98, 99).

Asitlenen mine ve dentinin yıkanmasından sonra, içerisinde aseton, etanol ve/veya su ve bir veya daha fazla bifonksiyonel rezin monomeri içeren solvent bulunan primer solüsyonu uygulanır. Hidroksietilmetakrilat (HEMA) gibi primer rezinleri hidrofilik ve hidrofobik olan iki fonksiyonel grup içermektedir. Hidrofilik grubun dentin yüzeyine, hidrofobik olan metakrilat grubunun ise rezine affinitesi vardır. Primer dentinin ıslanabilirliğini ve yüzey enerjisini artırır, kollajen ağına penetre olarak kollajen ağının genişlemesine dolayısıyla rezin infiltrasyonunun artmasına ve adeziv rezinin bağlanma dayanımının artmasına sebep olur (98-100).

Primer işleminin ardından ise son işlem basamağı olan adeziv rezin uygulanır. Adeziv rezinler Bis-GMA (Bisfenol glisidil metakrilat), UDMA (üretan dimetakrilat) gibi hidrofobik monomerlerden, TEG-MA (Trietilen glikol dimetakrilat) gibi viskozite düzenleyicilerden ve HEMA gibi ıslatıcı ajanlardan oluşurlar. Solvent içermezler. Adeziv rezin, primer uygulanmış dentin içine penetre olarak, asitleme sonucu kollajende oluşan nano boşlukları doldurur ve dentin tübülleri içine girerek rezin taglerin oluşumunu ve hibrit tabakasının oluşmasını sağlamaktadır. Adeziv rezinin uygulanması ile oluşan kollajen, rezin, hidroksiapatit artıkları ve sudan oluşan yapıya hibrid tabakası denir (97, 98, 100, 101). İlk olarak 1982 yılında Nakabayashi tarafından tanımlanan hibrid tabakası, rezin ile dentin arasında iyi bir bağlanma oluşturulabilmesi için gerekli en önemli faktörlerden birisidir (98) .



Resim 11: Asitle ve yıka adeziv sistemlerinin uygulanması sonucu oluşan hibrid tabakası ve rezin taglar (102)

Asitle ve yıka adeziv sistemleri, diş dokusuna özellikle mineye adezyonda en iyisi olarak kabul edilmesine rağmen bu sistemin işlem basamakları fazladır. Dentinin geçirgenliğine bağlı olarak post-operatif hassasiyet oluşabilmektedir dolayısıyla teknik hassasiyet gerektirmektedir (98).

2.3.1.2 Kendinden Asitli Primer Sistemler

Kendinden asitli primer sistemlerinde smear tabakası tamamen ortadan kaldırılmaz, modifiye edilir. Bu sistem iki ve tek basamaklı olarak uygulanmaktadır. İki basamaklı sistemlerde asit ve primer tek şişede birleştirilmiştir. Adeziv rezin ayrı uygulanır. Tek basamaklı sistemlerde ise asit, primer ve adeziv birlikte bulunur (99).

Bu sistemin ilk basamağı asitleme ve primer işleminin birlikte uygulanmasıdır. Bu sistemlerde, mine ve dentini aynı anda demineralize eden ve primer infiltrasyonu sağlayan asidik fonksiyonel monomerler kullanılır. Sıklıkla kullanılan fonksiyonel monomerler 10-metakriloksidil dihidrojen fosfat (MDP) ve 2-akriloksietil fenil hidrojen fosfat (Phenyl-P) gibi fosfat monomerleridir. Her iki monomer de rezin difüzyonunu ve adezyonu arttırmak için kullanılır. Asitleme ve primer işleminden sonra asitle ve yıka adeziv sistemlerindeki gibi adeziv rezin uygulanır. Asitleme sonrası yıkama işlemi yapılmadığından smear tabakası ve demineralizasyon ürünleri ortadan kalkmaz, adeziv rezin içerisine dahil olur (99, 103). Bu sistem asitleme derecelerine göre üç gruba ayrılır. Kuvvetli asiditeye sahip adezivler ($\text{pH} \leq 1$), orta asiditeye sahip adezivler ($\text{pH} \approx 1.5$) ve zayıf asiditeye sahip adezivler ($\text{pH} \geq 2$) (99).

Bu sistemin asitle ve yıka adeziv sistemlere göre avantajı işlem basamaklarının daha kısa olması, asitleme işleminden sonra yıkama gerektirmemesi, smear tabakasının modifiye edilerek hibrid tabakasına dahil edilmesi ile post-operatif hassasiyetin azalması ve demineralize edilen alan kadar rezin infiltrasyonun sağlanmasıdır (99).

2.3.1.2 Kendinden Asitli Adeziv Sistemler

Kendinden asitli adeziv sistemlerinde, diş yüzeyine herhangi bir işlem yapılmasına gerek yoktur. Smear tabakası uzaklaştırılmadığı için post-operatif hassasiyet beklenmemektedir. İki birleşenden oluşmaktadır. Bir birleşeni rezin bazlı materyallerde bulunan konvansiyonel mono-, di- ve/veya multi-metakrilat monomerleri: Bis-GMA, Bis-GMA'nın üretan oligomerleri, UDMA, hidroksietilmetakrilat (HEMA), gliserol dimetakrilat (GDMA), TEGDMA ve trimetilopropan trimetakrilat'tır (TMPTMA) (104). Adezyonun kendiliğinden gerçekleşmesi için kendinden asitli adezivli rezin siman monomerleri en az iki fosforik asit grubu ve her molekülde minimum 2 çift karbon bağı içermelidir. Bu durum yüksek reaktivite sağlamaktadır ve bunun sonucunda yüksek derecede matriks çapraz bağı oluşarak yüksek mekanik özellikler elde edilmektedir. Böylece ön işlem yapılmasına gerek kalmadan adeziv bağlanma oluşarak sistemin stabilitesi arttırılmış olur (105, 106).

Fosforlanmış dimetakrilat monomerleri mine ve dentini demineralize ederken aynı zamanda dişe infiltre olmaktadır. Fosforik asit grupları ayrıca diş apatitleri ile reaksiyona girer. Başlangıçta asidik olan sistemin uzun dönem stabilizasyonu amacıyla pH'nı nötral seviyeye getirilebilmesi için fluoro alumino silikat cam kullanılır. Asidik fonksiyonellerin bazik dolduruculu moleküller ile reaksiyonu pH'nı yükselmesine ve florür iyonu salınımına neden olur. Bu simanlarda sertleşme reaksiyonu genellikle ışıkla ve kimyasal olarak gerçekleşir (107).

2.3.2 Adezyon

Adezyon birbiri ile tam temas durumundaki farklı türden iki maddenin molekülleri arasındaki çekim kuvveti şeklinde tanımlanır. Etkili bir adeziv ilişkisi ancak katı bir cisim ile bir sıvı arasında gerçekleşir. Adezyonu sağlayan genelde sıvı

karakterdeki yapıya ‘adeziv’, adeziv materyal aracılığıyla bağlanan katı yüzeye ise ‘aderent’ adı verilir. Aderent ile adezivin bağlanma yüzeyi ‘ara yüzey’ olarak tanımlanır (108).

Adezyon için üç farklı mekanizmadan bahsedilir.

1. Fiziksel adezyon: Van der Waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimler gibi sekonder kuvvetler sonucu, farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında gerçekleşen zayıf bir adezyon türüdür.

2. Kimyasal adezyon: İyonik, kovalent, metalik bağlar gibi primer kimyasal bağların etkisi ile oluşan farklı yapıdaki atomların yüzeyleri arasında oluşan adezyon türüdür.

3. Mekanik adezyon: Girintili çıkıntılı yüzeylerin birbiri ile karşılıklı kilitlenmesi esasına dayalı bir adezyon türüdür ve başarılı bir adezyonun temelini oluşturur (108, 109).

İyi bir adezyon olabilmesi için adeziv ve aderent yakın temas halinde olmalıdır. Adeziv, aderent yüzeyine ne kadar iyi akar ve yüzeyi ne kadar iyi ıslatırsa bağlanma o kadar güçlü olur. Bunun için adezivin kritik yüzey gerilim değeri, aderentin kritik yüzey gerilim değerine eşit ya da ondan daha düşük olmalıdır. Yüzeyin ıslatılması, yüzey üzerindeki damlanın kontak açısı ile karakterize olup, aderent yüzeyine damlatılan adezivin oluşturduğu yarım küre şeklindeki adeziv parçasına her iki maddenin birleştiği yerden çizilen teğet ile aderent yüzeyi arasında oluşan açıya ‘kontak açısı’ ya da ‘değim açısı’ denilmektedir. Değim açısının sıfır dereceye yakın olması istenir. Adezivin viskozitesi, katı yüzeyini yeterince ıslatabilmesi ve mikropörözitelere penetre olabilmesi için düşük olmalıdır (95, 108).

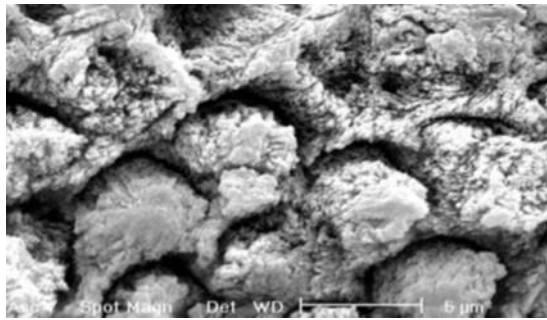
Metakrilat esaslı rezinlerin serbest radikal polimerizasyonu sırasında büzülmesi, rezinlerin dış yapısına adezyonundaki temel problemlerden biridir. Bu nedenle adeziv rezinin büzülme streslerine direnç gösterecek güçlü bir bağ oluşturması gereklidir (110).

Adezyonu etkileyen diğer faktörler ise, kavite preparasyonu süresince oluşan yüzey kontaminasyonu, smear tabakası, bağlanmaya karşı koyan eksternal stresler, birleşim yüzeyindeki yüklerin dağılımı ve adezivin fiziksel-kimyasal özellikleridir. Nem, sıcaklık değişimleri, pH, beslenme alışkanlıkları gibi ağız içi şartları da materyal ve diş dokusu arasındaki adezyonu etkiler (95).

2.3.2.1 Minenin Yapısal Özellikleri ve Mineye Adezyon

Olgun minenin ağırlıkça %95-98'si inorganik, %4'ü su ve %1-2'si organik yapıdan oluşur. Hacim bakımından ise inorganik yapı %86'sını, su %12'sini ve organik yapı %2'sini meydana getirir (95). İnorganik yapının büyük bir kısmı hidroksiapatit kristallerinden, organik yapı ise kollajenden oluşur (111). Minenin histolojik yapı elemanları, birbirlerinden 1 µm aralıklarla sıralanan 4-6 µm çapında mine prizmalarıdır. Bu prizmalar mine-dentin sınırından yüzeye doğru uzanırlar. Mine prizmalarının yüzeyde sonlanan uçları anahtar deliği görüntüsü verirken, mine dentin sınırında diş dış yüzeyinde dik bir şekilde sonlanır. Prizmalar arası, interprizmatik substans adını alan materyal ile doludur (108). Minenin yapısı derinliğe ve lokalizasyona bakmaksızın, daha dış yüzeydeki aprizmatik mine hariç hemen hemen homojendir. İnorganik yapının fazla olması nedeni ile yüzey enerjisi daha yüksektir (108).

1955'te Buonocore adlı araştırmacı, rezin esaslı restoratif materyallerin bağlanmasını arttırmak amacıyla mine yüzeyine sulu çözeltide bir asit uygulanmasını önermiştir (94, 101, 112). Mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesiyle mine yüzeyi temizlenir, minedeki smear tabakası uzaklaştırılır, prizmatik ve interprizmatik mineral kristalleri uzaklaştırılarak mine yapısında mikroporoziteler oluşturulur, minenin yüzey enerjisi arttırılır ve bu pörözitelere nüfuz eden rezin uzantıları sayesinde kompozit rezinin mikromekanik bağlantısı gerçekleştirilir. Mine prizmalarının etrafında oluşan demineralizasyona bağlı meydana gelen rezin uzantılarına 'makrotag', mine prizmalarının iç yüzeyindeki küçük girintilerde oluşanlara da 'mikrotag' denir.



Resim 12: Asitlenmiş mine dokusunun SEM görüntüsü (99)

Asitleme işlemi sıklıkla %35-37'lik fosforik asitle yapılır. Fosforik asidin diğer asitlerle karşılaştırıldığında, rezinin daha derin penetrasyonunu sağladığı görülmüştür. Yapılan son çalışmalar minenin 15-20 sn asitlenmesinin ardından 10-20 sn su ile yıkamanın yeterli olduğunu göstermiştir. Daha zayıf olduğundan dentin ile uyumu daha iyi olan %10'luk maleik asit, %10'luk sitrik asit, %2.5'luk nitrik asidin mine yüzeyinde mat-tebeşirimsi beyaz görüntü oluşturmadığı gözlenmiştir (94).

Kullanılan asidin tipi, konsantrasyonu, asitleme süresi, kullanılan asidin formu (jel-solüsyon), asidi yıkama süresi, minenin kimyasal yapısı, dişin süt dişi ya da daimi diş oluşu, mineralize mine olup olmaması mine yüzeyine uygulanan asidin etkilerini değiştirir (108, 113). Mine bağlantısının daha güçlü olabilmesi için asitleme işleminden sonra ortamdaki asidin uzaklaştırılması, yüzeyin nemden ve tükürükten korunması çok önemlidir. Asitlenmiş yüzeye temas eden tükürükteki kalsiyum ve fosfor oluşan pürüzlenmeyi olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle tükürük kontaminasyonu olduğu durumlarda asitle pürüzlendirme işlemi tekrarlanmalıdır (112).

2.3.3.2 Dentinin Yapısal Özellikleri ve Dentine Adezyon

Dentin ağırlıkça %12 su, %18 organik yapı ve %70 inorganik yapıdan oluşur. Hacimce %25'ini su, %25'ini organik yapı, %50'sini inorganik yapı oluşturur. Bu bileşenler eşit olmayan bir şekilde intertübüler ve peritübüler dentinde dağılmış olup, heterojen bir dokudur. Dentin kollajenden zengindir. Dentini oluşturan ana yapılar; tübüller odontoblast uzantıları, peritübüler dentin ve tübüller arasını dolduran intertübüler dentindir. Dentin tübülleri odontoblastik uzantılar içerir (108).

Dentin dokusunda mine dokusunda olduğu kadar ideal bir adezyon sağlamak zordur. Bunun nedeni, dentinin yapısında daha fazla su ve özellikle Tip I kollajen olmak üzere, daha fazla organik materyal bulunması, pulpa kaynaklı hidrostatik basınç, tübüller içerisindeki nem ve smear tabakasının varlığıdır (114-116).

Dentine etkin bir bağlanmanın sağlanabilmesi için, smear tabakasının uzaklaştırılması ve dentin yüzeylerinin bağlanma için uygun bir hale getirilmesi gereklidir. Bunun için dentin yüzeyi de mine yüzeyi gibi asitlenir. Yüzeyin asitlenmesi ile aderentin yüzey gerilimi ve adezivle ıslanabilirliği artar. Dentin yüzeyinin asitlenmesi ile smear tabakası ortadan kalkar, peritübüler dentin uzaklaşır

ve intertübüler dentinde hafif derecede demineralizasyon gerçekleşir ve kollajen fibril ağı açığa çıkar. Dentinin 15 sn asitlenmesi ile dentinin kristal yapısında ve yüzeyel kollajen fibrillerinde ve kollajenin yapısında bir çökme meydana gelmeden çözünme gerçekleşmektedir (114, 115).

2.3.3 Adeziv Simantasyon için Restorasyon Yüzeylerinin Hazırlanması

Tüm seramik restorasyonların uzun dönem klinik başarısı birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden birisi de rezin siman ile restorasyon arasındaki adezyondur. İyi bir adezyon ile yüksek tutuculuk sağlanır, mikrosızıntı önlenir, dolayısıyla postoperatif hassasiyet azalır, diş ve restorasyonun kırılma dayanıklılığı artar.

Restorasyon ile diş yüzeyi arasında iyi bir bağlanma sağlamak için diş yüzeyinde yapılan işlemlere ilaveten, restorasyonun iç yüzeylerinde de birtakım yüzey hazırlıkları yapılmaktadır. Seramik iç yüzeyine uygulanan işlemler mekanik, kimyasal, mekanik-kimyasal olmak üzere üç ana grup altında toplanabilir (117).

Seramik yüzeylerin mekanik olarak hazırlanmasında Al_2O_3 tanecikleri ile kumlama ve elmas frez ile pürüzlendirme işlemi uygulanmaktadır. Kumlama işlemi için 25-250 μm 'lik alümina partikülleri kullanılmaktadır. Al_2O_3 partikülleri yüzeye, 10 mm uzaklıktan dik olarak ve 2,8 bar basınç altında 20 sn uygulanmalıdır. Al_2O_3 partikülleriyle kumlama işlemi ile yapışma yüzeyi temizlenir, gevşek kontamine olmuş tabakalar uzaklaştırılır, kaba ve düzensiz pürüzlü bir yüzey elde edilir. Böylelikle seramikte oluşan pürüzlü yüzey ile adeziv arasında mekanik kilitlenme sağlanır. Kumlama işlemi dikkatsiz yapılırsa şiddetli aşındırıcı etkisine bağlı olarak restorasyonun zarar görmesine neden olabilmektedir (118-120).

Seramik yüzeyinin mekanik olarak hazırlanmasında bir diğer yöntem yüzeyin elmas frezler ile pürüzlendirilmesidir. Bu işlem ile yüzey üzerinde kumlama işleminde olduğu gibi girinti ve çıkıntılar oluşmaz, bunun yerine yüzeyden bir miktar parça kaldırma şeklinde, çiziklerden oluşan bir yüzey dokusu oluşmaktadır (121).

Seramik yüzeylerin kimyasal olarak pürüzlendirilmesinde ise çeşitli asitler kullanılmaktadır. Ortofosforik asit, hidroflorik asit, sülfürik asit, nitrik asit, asitli fosfat florid ve amonyumhidrojen diflorid gibi asit çeşitleri seramik yüzeyine uygulanmış; fakat yapılan araştırmalar sonucunda bağ dayanımı açısından en uygun asit preparatının hidroflorik asit olduğu saptanmıştır (118).

Hidroflorik asit feldspatik ve cam seramikler gibi silika bazlı seramikler üzerinde etkilidir. Hidroflorik asit kristalin oranı yüksek alüminyum oksit seramiklerde tutucu bir yüzey oluşturmakta yetersizken, hidroflorik asitin zirkonyum oksit seramik üzerinde ise hiçbir etkisi yoktur (122). Hidroflorik asit seramiğin cam matriksini çözerek lösit kristalleri çevresinde mikro girintilerin oluşmasına ve akışkanlığı yüksek olan rezin simanların bu boşlukları doldurarak güçlü bir mikromekanik bağlantı oluşturmaya sebep olmaktadır (90). Hidroflorik asitin etkisiyle oluşan gözenekli yapının karakteristiği, cam seramiğin tipine, asit konsantrasyonuna ve asidin uygulanma süresine bağlıdır (123). Yapılan çalışmalarda hidroflorik asitin %10'luk konsantrasyonda ve 40 saniye uygulanmasının en yüksek bağ dayanımını sağladığı ve mekanik olarak alüminyum oksit ile pürüzlendirmenin ardından hidroflorik asit uygulamasının bağ dayanımını arttırdığı belirtilmiştir (124, 125).

Seramik yüzeylerine asit uygulamasının ardından adezyonun tam olarak gerçekleşebilmesi ve kompozit rezin esaslı yapıştırma simanlarının seramik yüzeyindeki boşluklara tam anlamıyla akabilmesi için seramiğin yüzey enerjisinin yükseltilmesi gerekmektedir. Bunun gerçekleşmesi için kimyasal bir yöntem olan silan uygulaması yapılır.

Silan esas olarak silisyum atomu veya atomları içeren organik bileşimlerin geniş bir bölümünü oluşturmaktadır. Silanlar ortoesterlere benzerler ve bifonksiyonel olabilirler. Organik fonksiyonel kısmı organik matriksle polimerize olurken, alkoksi grupları inorganik yapı ile tepkimeye girmektedir (126).

Silanlar eğer tek silikon atomuyla beraber üç alkoksi grubu içeriyorsa monofonksiyonel, her silikon atomunda üç alkoksi grubu olması kaydıyla iki silikon atomu içeriyorsa bifonksiyonel, aynı şekilde her silikon atomunda üç alkoksi grubu olması kaydıyla üç silikon atomu içeriyorsa trifonksiyonel olabilmektedirler (126).

Silanlar, inorganik ve organik matrikslerin adezyonunu arttıran hibrit organik-inorganik bileşimlerdir. 3-metakriloksipropiltrimetoksisilan (MPS), dental klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılan silan primeridir. Etanol-su solventi içinde pre-hidrolize halde uygulanırlar ve silanın hacmi yaklaşık %1-5 civarındadır. Fakat tek şişe içinde bulunan pre-hidrolize silan solüsyonlarının raf ömrü kısadır. Bu nedenle 2 şişeli silan sistemleri geliştirilmiştir. Bir şişede etanol içinde pre-hidrolize silan

bulunurken, diğ er şişede sulu asetik asit solüsyonu bulunmaktadır. Kullanımdan önce iki solüsyon karıştırılarak düşük pH da silanın hidrolizi gerçekleştirilir. Raf ömrü tek şişedekine göre daha uzundur (120, 127).

Fonksiyonel ve Fonksiyonel Olmayan Silanlar

Fonksiyonel Silanlar

Organofonksiyonel silan çeşitli inorganik ve organik materyaller ile tepkimeye girebilen 2 farklı reaktif fonksiyonel grup içermektedir. Hidrolizlenebilir fonksiyonel gruplar inorganik yapının yüzey hidroksil grupları ile tepkimeye girerler. Organik fonksiyonel gruplar ise rezinin fonksiyonel grupları ile tepkimeye girmektedir (120).

Fonksiyonel Olmayan Silanlar

Fonksiyonel olmayan silanlar sadece reaktif alkoksi (-OR) fonksiyonel gruplarını içerirler. Bifonksiyonel silan 2 silikon atomu ve her silikon atomu da 3 hidrolize alkoksi grubu içermektedir. Aktive olmadan önce, trialkoksisilan hafif asidik etanol-su solventinde hidrolizasyon reaksiyonuna uğrayarak trialkoksi grubundan silanol formuna geçmektedir (120).

Silanın Aktivasyon Mekanizması

Silan inorganik ve organik materyalleri birbirine bağlamada bir köprü görevi gören bifonksiyonel bir moleküldür. Fonksiyonel silanın genel formülü $Y-(CH_2)_m-Si-(OR)_3$ tür. Y organik matriks ile tepkimeye giren organofonksiyonel gruptur. $-(CH_2)_m$ – bağlayıcı gruptur. OR ise alkoksi grubudur. Fonksiyonel silan ajanları OH gruplarına bağlanmadan önce hidrolize edilerek aktive olmalıdır ($\equiv SiOR \rightarrow \equiv SiOH$) (120).

Silanın silanole ($\equiv SiOH$) dönüşümü sırasındaki ilk hidroliz aşaması, pH 4 civarında iken silanın alkoksi grubunun geriye dönüşebilen protonasyonudur. Daha sonra bimoleküler nükleofilik reaksiyona uğrarlar.

Silan solüsyonu yüzeye uygulandığında, ilk olarak serbest silanol grupları inorganik matriks yüzeyinde hidroksil grupları (-OH) ile hidrojen bağı oluştururlar, daha sonra silanol ile OH yüzeyi arasında kondansasyon ile $[-Si-O-(substrate)-OH-(substrate)]$ bağı oluşturulur.

Rezin kompozit simanı silan molekülünün organofonksiyonel grubu ile tepkime veren karbon çift bağlı reaktif fonksiyonel grubu içermektedir. Rezin kompozit içindeki başlatıcılar yüksek enerjiye ayrışır ve oluşan reaktif serbest radikaller rezin monomer veya silan molekülü içindeki $>C\equiv C<$ bağlar ile tepkimeye girerek yeni reaktif serbest radikaller oluştururlar. Rezin kompozit monomerleri ile silan molekülleri arasındaki bu serbest radikallerin eklenmesiyle yeni $-C-C-$ bağları oluşur. Böylece rezin kompozit ile seramik yüzeyi arasında kimyasal bağ oluşturulur (120).

Silanın mekanizmasını kısaca özetlersek, silan molekülü iki fonksiyonludur ve hidroksil grubu ile seramik yüzeyindeki silisyum dioksitlere, diğer fonksiyonel grubu ile de rezinin organik matriksine çapraz bağ şeklinde bağlanarak kopolimer oluşturur diyebiliriz (128).

Asit uygulaması ve silan işlemi cam seramiklerde restorasyon ile kompozit yapıştırıcı arasındaki bağ dayanımını arttırırken (124, 129), yüksek kristal yapıdaki, zirkonyum ve alümina içerikli tüm seramik sistemler yapılarından dolayı asitleme işlemlerine direnç göstermektedirler (129, 130). Bu nedenle bu tip restorasyonlarda seramik yüzeyleri silisyum dioksit ile kaplanarak bağlanma direnci arttırılmaktadır (129).

Silikat kaplama metal ya da porselen yüzeylerinin ince ve camsı karakterde bir silikat (SiO_x-C) tabakası ile kaplanması esasına dayanır ve bu işlem için özel araç ve gereç gerekmektedir. Bu ince tabakaya “*triboplazma*” denir. Bu tabaka ile silan arasında oluşan $Si-OH$ grupları, rezin yapıştırıcı ile kimyasal bağ oluşturur (131). Silicoater, Silicoater MD, Kevloc, Siloc, Rocatec ve Cojet sistemleri bu amaçla kullanılan sistemlerdir.

Tablo 2’de ideal bir adezyon için materyal tipine göre restorasyona uygulanacak yüzey işlemleri özetlenmiştir.

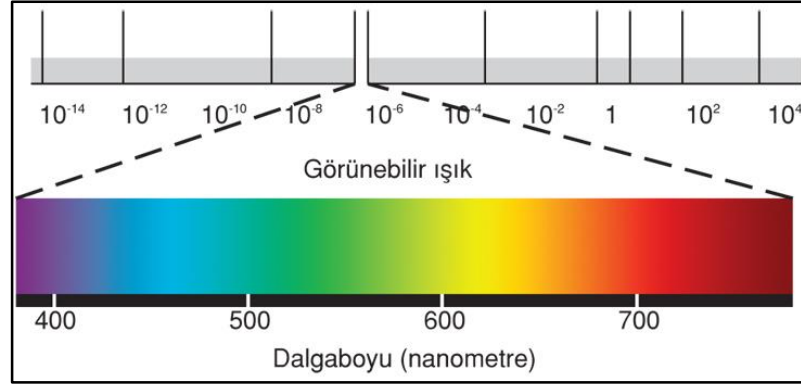
Tablo 2: Materyal tipine göre restorasyona uygulanacak yüzey işlemleri

<u>Materyal</u>	<u>Uygulanacak Yüzey İşlemleri</u>
Feldspatik seramik	1. 25-30 μm Al_2O_3 ile kumlama. 2. %9.5 hidroflorik asit ile 2-2,5 dk. asitleme, yıkama ve kurutma. 3. 60 sn silan uygulama ve kurutma.
Lösit ile kuvvetlendirilmiş cam seramik	1. 25-30 μm Al_2O_3 ile kumlama. 2. %9.5 hidroflorik asit ile 60sn asitleme, yıkama ve kurutma. 3. 60 sn silan uygulama ve kurutma.
Lityum disilikat ile kuvvetlendirilmiş cam seramik	1. 25-30 μm Al_2O_3 ile kumlama. 2. %9.5 hidroflorik asit ile 20sn asitleme, yıkama ve kurutma. 3. 60 sn silan uygulama ve kurutma

2.4 Işık Ve Renk

Renk bir cisim ile ışık enerjisinin fiziksel etkileşimi sonucu oluşan psikofiziksel bir yanıt olup, sübjektif bir kavramdır. Bir rengin algılanabilmesi için ışık, cisim ve gözlemci arasında bir etkileşim olmalıdır. Cisimden yansıyan ışık, gözün retina tabakasında bulunan nöral sensörleri uyarak, beynin görme korteksine bir sinyal gönderir ve orada yorumlanarak rengin görülebilmesini sağlar. Bir rengin algılanması, ışık şartları, arka plan etkileri, renk körlüğü, iki göz arasındaki farklılıklar, göz yorgunluğu, yaş gibi birçok faktörden etkilenir. Dolayısıyla, iki farklı kişi aynı objeyi farklı renkte yorumlayabilir (132, 133).

Işık ise dalga boyu nanometreler ile ifade edilen, görünür bir elektromanyetik enerji olarak tanımlanır. Bir beyaz ışık hüzmesi prizma içerisinden geçirilirse ışığın dalga boylarına ayrılmaktadır. Bu dalga boyları insan gözünde bulunan üç tip renk reseptörü (çubuklar ve koniler) tarafından algılanır. İnsan gözü, görünür ışık spektrumu olarak adlandırılan sadece ışığın bu dalga boylarını algılayabilmektedir. Bu dalga boyu aralığı 360-780 nm'dir (132, 134, 135).



Resim 13: Görünür ışıık spektrumu

Bir cismin yüzeyinden yansıyan dalga boylarındaki ışıınlar rengin algılanmasını sağlar. Cisim hangi rengin dalga boyunu yansıtıyorsa o renk algılanır. Örneğin cisim kırmızı ise, cisim kırmızı ışııı yansıtır, ışııın diğer tüm dalga boylarını emer. Beyaz renkte bir cisim, görünür ışııının tüm dalga boylarını tamamen yansıtırken, siyah bir cisim ise görünür ışııının tüm tüm dalga boylarını emer (134).

2.4.1 Renk Sistemleri

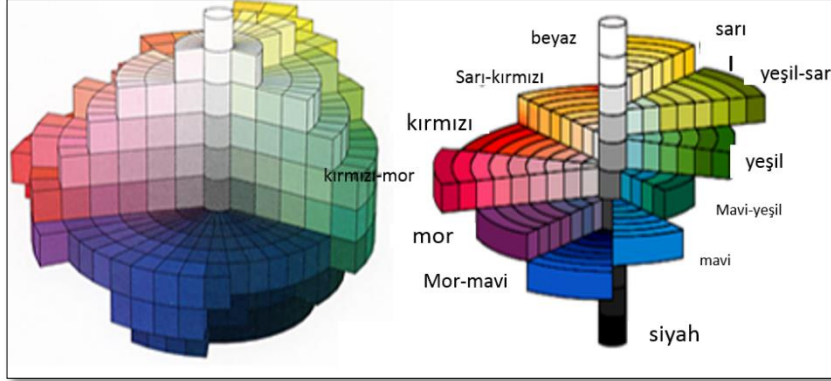
Diş hekimliğinde Munsell ve CIE olmak üzere iki renk sistemi kullanılmaktadır.

2.4.1.1 Munsell Renk Sistemi

Munsell renk sistemi Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında tanımlanmıştır. Bu renk sistemi genellikle görsel renk eşleştirmesinde kullanılmaktadır (136-140).

Munsell renk sisteminde renkler, uzaysal olarak silindiriksel koordinatlarla gösterilmekte olup, bu renk sistemi rengin üç boyutunu içermektedir. Rengin üç boyutu; rengin tonu (hue), parlaklığı/aydınlığı (value) ve yoğunluğudur (chroma). Parlaklık/aydınlık değeri, silindirin ortasından geçen dikey bir eksen üzerinde gösterilmektedir. Bu dikey eksenin en üstünde saf beyaz, en altında ise siyah yer almaktadır. Rengin tonları bu dikey eksenin etrafında sıralanmaktadır. Silindirin en dış kısmında en saf renk tonları bulunmaktadır. Her renk tonu ise kendi içinde yoğunluğuna göre yatay yönde ve periferden merkeze doğru azalacak şekilde

sıralanmaktadır. Merkeze doğru gidildikçe renkler grileşmektedir. Silindirin üst kısmında açık renkler, alt kısmında ise koyu renkler bulunmaktadır (133).



Resim 14: Munsell Renk Sistemi

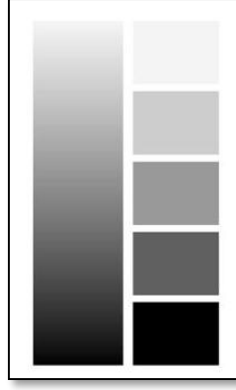
Hue (Rengin tonu)

Rengin ilk boyutu olan hue, rengin tonu yani kırmızı, yeşil gibi rengin adıdır. Rengin diğer renklerden ayrılmasını sağlayan ve ana rengi belirten özelliğidir. Bu özellik yansıyan veya emilen ışığın, görünür ışık spektrumunda baskın olduğu dalga boyu ile belirlenmektedir. Dalga boyu kıaldıkça rengin tonu spektrumun mor kısmına doğru, dalga boyu uzadıkça rengin tonu spektrumun kırmızı kısmına doğru yaklaşmaktadır (141-144).

Munsell renk sisteminde 10 adet renk tonu bulunmaktadır. Bunlar: Kırmızı, sarı-kırmızı, sarı, yeşil-sarı, yeşil, mavi-yeşil, mavi, mor-mavi, mor ve kırmızı mordur (133, 134).

Value (Rengin parlaklığı/aydınlığı)

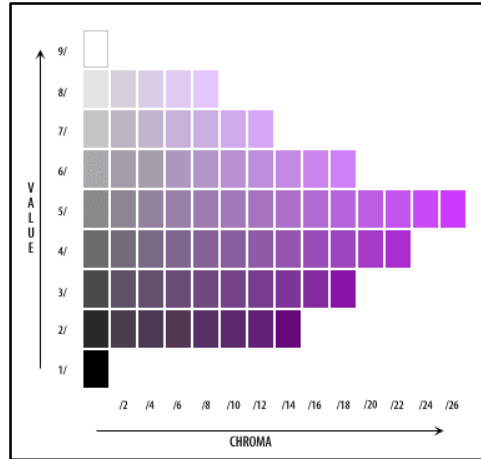
Rengin parlaklık/aydınlık değeri, bir cisimden geri dönen ışığın miktarıdır. Bir rengin açıklık-koyuluk derecesini veya bir cismin parlaklık miktarını gösterir (134). Bir cisimden yansıyan ışın miktarı arttıkça, cismin parlaklık değeri de artar. Munsell renk sisteminde parlaklık değeri beyaz-siyah bir skala ile gösterilmiştir ve 0'dan (siyah) 10'a (beyaz) doğru sıralanır (145). Siyahtan beyaza doğru kademeli olarak gri tonları oluşmaktadır. Parlak cisimler daha az miktarda gri içerir ve daha açık/aydınlık görünürler (135, 145).



Resim 15: Value (parlaklık değeri)

Kroma (Renk yoğunluğu)

Bir rengin yoğunluğunun veya doygunluğunun ölçüsünü göstermektedir. Aydınlık ve renk yoğunluğu arasında ters orantı olup, renk yoğunluğu arttıkça aydınlık azalır. Bir rengin içine gri eklenirse kroma azalır fakat rengin tonu değişmez. Orijinal rengin aydınlığının artması için, eklenen grinin aydınlığının, orijinal rengin aydınlığından yüksek olması gerekmektedir (141, 142, 144).



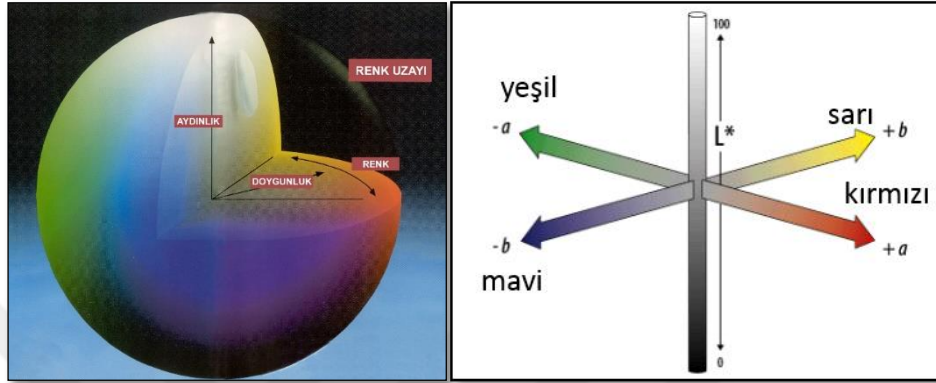
Resim 16: Rengin parlaklığı ve yoğunluğu

2.4.1.2. CIE L*a*b* Renk Sistemleri

İlk olarak 1931 yılında tanıtılan CIE sistemi, rengin oluşturduğu spektral cevabın, standart bir ışık kaynağı altında ve standart bir gözlemci tarafından

tanımlanması esasına dayanmakta olup, 1976 yılında, renk algılanmasında elemanları eşit aralıklandırılmış üç boyutlu CIE L*a*b* renk uzayı düzenlenmiştir (134).

Bu sistemin Munsell renk sistemine göre avantajı, renklerin sayılarla ifade edilmesi, klinik olarak yorumlanabilir olması ve renk farklılıklarının tanımlanabilmesidir (134).



Resim 17: CIE L*a*b* değişkenleri ve renk sistemi

CIE L*a*b* sisteminde renk tanımlanırken, L*, a*, b* olmak üzere 3 değişken kullanılmaktadır. L* değeri, Munsell renk sistemindeki value değerine benzer olarak açıklık-koyuluk, aydınlık veya ışığı yansıtma oranı ile ilgilidir. Saf siyah 0, saf beyaz ise 100 L* değerini göstermektedir. Açık renkteki cisimler daha yüksek L* değerini gösterirken, koyu renkteki cisimler daha düşük L* değerini göstermektedir (134, 146).

a* değeri, rengin kırmızılık-yeşillik oranını göstermektedir. a*'nın pozitif değeri objenin kırmızı, negatif değeri ise objenin yeşil miktarını bildirmektedir. b* değeri ise sarılık-mavilik oranını göstermektedir. b* nin pozitif değeri objenin sarı, negatif değeri ise mavi miktarını bildirmektedir (137, 147).

CIE L*a*b* renk sisteminin en önemli avantajı iki örnek arasındaki renk değişikliğinin hesaplanabilmesidir. Renk değişim büyüklüğü ΔE olarak ifade edilir ve şu şekilde hesaplanır.

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Bu formüldeki ΔL^* , Δa^* ve Δb^* , iki örneğin CIE L*a*b* renk değişkenleri arasındaki farktır. ΔE değerlerinin yorumlanabilmesi için birçok araştırma yapılmış

ve kabul edilebilir ΔE değerleri sınıflanarak, renk farklarının klinik olarak yorumlanabilmesi sağlanmıştır (146). Tablo 3'te klinik renk eşleşmesi tolerans değerleri verilmiştir.

Tablo 3: Klinik renk eşleşmesi tolerans değerleri

	<u>Klinik renk eşleşmesi</u>
0-0.5	Kusursuz
0.5-1	Mükemmel
1-2	İyi
2-3.5	Klinik olarak kabul edilebilir
>3.5	Uyumsuz eşlenme

2.4.2 Renk ve Işıkla İlgili Terimler

2.4.2.1 Metamerizm

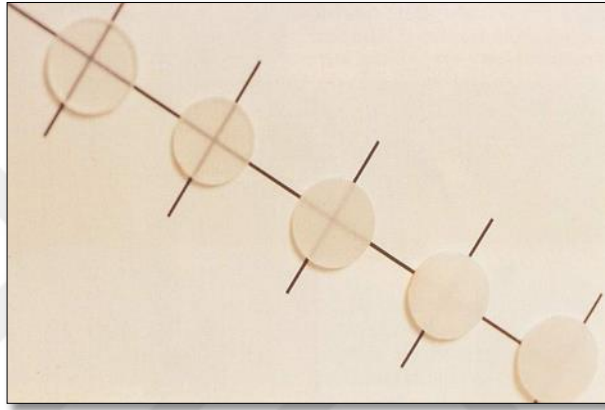
İki cismin renginin, farklı ışık kaynakları altında farklı renkte grnmesine metamerizm adı verilir. Bir ışık kaynağı altında renkleri birbirine benzer, ancak başka bir ışık kaynağı altında renkleri birbirine göre farklı görünen iki cisim, metamerik bir çift oluşturur. rnek olarak, renk anahtarındaki bir rengin floresan ışık altında normal dişe uyması, ancak akkor lamba ışığı altında ise farklı görünmesi verilebilir.

Metamerizm, laboratuvar ve dental klinik arasındaki aydınlatma farklarından da kaynaklanabilir. Eğer laboratuvar ve klinik ortamındaki ışık kaynakları farklı ise dental materyaller de farklı renkte görünebilir. Bu nedenle, renk seçiminde metamerizm etkisini azaltmak için aydınlatmaların standardizasyonu sağlanmalıdır (140, 143, 148).

2.4.2.2 Işığın Geçirgenliği (Transparanlık, translusentlik ve opasite)

Işığın geçirgenliği düzeyine göre transparan (saydam) ve translusent (yarı şeffaf, yarı saydam) terimleri kullanılmaktadır.

Transparan materyaller ışığa karşı geçirgendirler. Translulent materyallerde ise ışık belli bir oranda yansıtılabilir, translulent bir cisme bakıldığında arkası kolaylıkla görünmez dolayısıyla translulent materyaller transparant materyallere göre daha opaktırlar. Opasite ise bir materyalin ışık geçişini engelleme özelliğidir (147, 149).



Resim 18: Bir cismin translusentliğinin kontrol edilmesi (150)

Doğal dişler mine tabakasıyla örtülüdür. Mine tabakası, hastanın yaşına bağlı olarak az veya çok oranda translulent özellikte olabilmektedir (144). Apatit kristallerinin prizmatik dizilişi ve ışığı yönlendirmesi, belli bir miktarda saydamlığa sebep olur. Seramik materyallerinin saydamlık derecesi ise cam fazın oranı ile belirlenir. Doğal dişlerin saydamlığına ulaşmak için bu oran yüksek olmalıdır (151).

Dental materyallerin translusentliğini değerlendirmek için genellikle 2 parametre kullanılmaktadır. Kontrast oranı (KO) ve translusentlik parametresi (TP)(152).

KO, bir cisimden siyah arka plan üzerinde iken yansıttığı ışık miktarının, beyaz arka plan üzerinde iken yansıttığı ışık miktarına oranıdır. Transparan bir materyalin KO değeri 0 iken, opak bir materyalin KO değeri 1'dir (152).

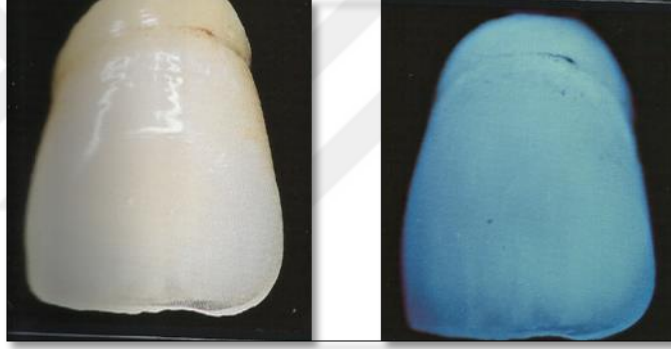
TP ise belirli bir kalınlıktaki materyalin beyaz ve siyah arka plan üzerindeki renk farkıdır (ΔE). Bu değer ölçülmesi için CIELAB renk parametreleri

önerilmektedir ve hesaplanması için $TP = [(L_s - L_b)^2 + (a_s - a_b)^2 + (b_s - b_b)^2]^{1/2}$ formülü kullanılmaktadır (s= siyah arka plan, b= beyaz arka plan) (135, 153).

2.4.2.3 Floresans Özelliği

Floresans, ışığın bir materyal tarafından absorbe edilmesi ve daha uzun bir dalga boyunda spontan bir şekilde yayılmasıdır (135, 145). Doğal dişler, dentindeki yüksek organik materyal içeriği nedeniyle floresans özellik göstermektedir ve ultraviyole ışığa maruz kaldıklarında, görünür ışığı yaymaktadırlar. Dentinin floresans özelliği arttıkça renk yoğunluğu (kroma) azalmaktadır (145).

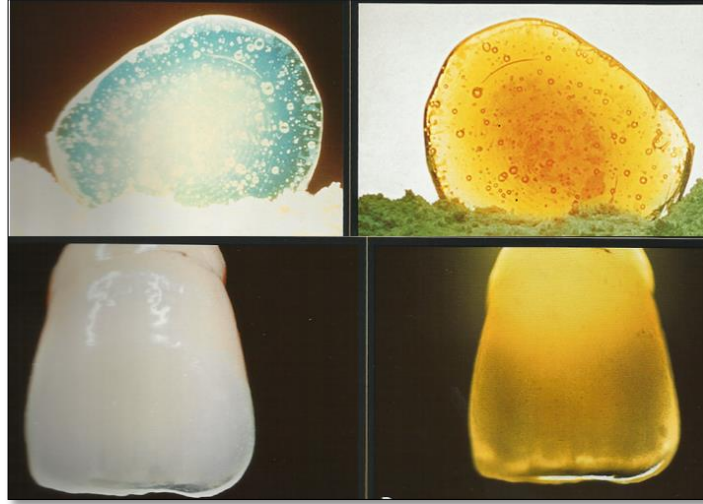
Dental seramikler de ultraviyole ışık altında floresans özellik göstermektedirler (143).



Resim 19: Seramik kronun doğal ışık ve ultraviyole ışık altındaki görünümü (154)

2.4.2.4 Opalesans Özelliği

Opalesans özelliği, bir materyalin kısa dalga boyuna sahip ışık yayması olarak tanımlanabilir. Işık yayılmasının nedeni, materyalin içinde bulunan, görünür ışık spektrumundaki dalga boyundan daha kısa dalga boyuna ve matriks materyalinden daha yüksek ışık kırma indisine sahip partiküllerin varlığıdır. Bu özellik materyale, yansıyan ışık altında mavimsi-beyaz bir görünüm; iletilen ışık altında ise turuncu-kahverengi bir görünüm vermektedir (135).



Resim 20: Seramik kronun yansıyan ve iletilen ışık altındaki görüntüsü (154)

Dişin mine tabakasındaki hidroksiapatit kristalleri dişe opalesans özellik vermekte; bu özellik de dişe derinlik ve canlılık kazandırmaktadır. Aynı şekilde seramik materyaller de opalesans özellik göstermektedirler (145).

2.4.3 Seramiğin Işık Geçirgenliğinin ve Kalınlığının, Adeziv Siman Renginin ve Diş Renginin Restorasyonun Final Rengine Etkisi

Diş hekimlerinin bir restorasyon ile başarılı bir estetik oluşturabilmesi, diş yapısının karmaşık optik özellikleri nedeniyle oldukça zordur. Yapılan araştırmalar, porselenin kalınlığında, ışık geçirgenliğinde yapılan küçük değişiklikler ile restorasyonun final renginin etkilenebildiğini göstermiştir. Restorasyonun final rengini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar, porselenin kalınlığı, ışık geçirgenliği, alttaki dişin rengi, kullanılan adeziv simanın rengi, fırınlama, glazür, toz/likit oranı ve yüzey özelliğidir (84, 155-158).

Transluserlik, estetik bir restorasyon için en önemli parametrelerden birisidir. Dişin ve seramiğin optik özellikleri renk ve transluserliği içerir. Tüm seramik sistemler yapısında lityum disilikat, lösit, florapatit gibi farklı kristaller içerirler ve bu kristaller bu sistemlerin optik özelliklerini etkiler. Kristal miktarı ve şekli seramiğin optik özelliklerini etkiler. Kristal miktarı azaldıkça ve cam faz arttıkça seramiğin ışık geçirgenliği artar (155).

Seramiğin ışık geçirgenliğini etkileyen diğer bir faktör de seramiğin kalınlığıdır. Seramik kalınlığı arttıkça, seramik rengine bakılmaksızın ışık geçirgenliği azalır ve seramik kalınlığı azaldıkça ışık geçirgenliği artar (7, 159).

Seramik restorasyonun final rengi rezin simanın ışık geçirgenliğinden, kalınlığından ve renginden de etkilenir (160).

Dişin rengi diş hekimleri tarafından değiştirilemediği için, seramik tipi, kalınlığı, siman rengi, ve kalınlığı seramik restorasyonların renginin belirlenmesinde önemli rol oynar. (161).

2.4.4 Renk Saptama Yöntemleri

Dental restorasyonların renk analizi için iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar görsel ve aletli renk analizleridir (162).

2.4.4.1 Görsel Renk Eşleştirmesi

Rengin görsel olarak belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan sistem Munsell Renk Sistemidir. Rengin, standart bir renk anahtarı ile kıyaslanması esasına dayanmaktadır (163, 164).

Renk anahtarları rengin belirlenmesinde bir rehber olup, restorasyonun bitmiş halini göstermezler. Vitapan Classical, Ivoclar Chromascop ve Vitapan 3D Shade Master günümüzde en yaygın olarak kullanılan renk skala/anahtar sistemleridir.

Görsel karşılaştırma ile renk eşleştirmesi sübjektif bir değerlendirmedir. Yorgunluk, aydınlatma şartları, dişin merkezi ile kenarları arasındaki renk, şekil, yapı farkı, cisim ile aydınlatmanın pozisyonu ve metamerizm gibi birçok etken renk anahtarı ile renk seçimini etkilemektedir (165). Aynı zamanda bu yöntemin skaladaki/anahtardaki renk yetersizliği, elde edilen sonuçların CIE spesifikasyonunda gösterilmesinin imkansız olması gibi dezavantajları da vardır. Yapısı kronlara veya laminalara benzemediği için de yanıltıcı olabilir (162). Görsel karşılaştırma ile renk eşleştirmesi, dişin ve anahtarının aynı aydınlanma koşulları altında gözlemlenmesiyle elde edilen sübjektif bir renk saptama yöntemi olmasına rağmen günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir (163).

2.4.4.2 Aletli Renk Analizi

Aletli renk analizi, optik aletlerle nesnenin yansıttığı ışık analiz edilerek yapılmaktadır. Aletsel renk analizinde kullanılan cihazlar kolorimetre, spektrofotometreler ve dijital kameralardır (162).

2.4.4.2.1 Kolorimetreler

Kolorimetrelerde ölçüm, üç primer renkteki ışığın her birinin, rengi ölçülecek örnek üzerinden yansıma miktarını, referans örnekten yansıyan ışığa göre yüzde olarak ölçmesiyle yapılır. Üç primer rengin örnek üzerinden yansıma değerlerine göre örneğin rengi saptanır. Başlıca markalarda kolorimetreler bulunmaktadır. Bunlar; IDL Color-Eye (Instrument Development Laboratories, Inc.), Chromascan (Sterndent Corp.) ve Minolta Chroma-Meter (Minolta Corp.), ShadeScan (Courtesy Cynovad, Montreal, Canada), Shade-Vision (Courtesy X-rite, Grandville, Mich.). Kolorimetreler, üçlü uyaran değerleri (X, Y, Z) veya CIE $L^*a^*b^*$ değerleri cinsinden sonuçlar vermektedirler (166).

Kolorimetrelerin avantajları:(167)

1. Kullanımı kolaydır.
2. Spektrofotometrelere göre ekonomiktir.

Kolorimetrelerin dezavantajları:(168)

1. Eğimli yüzeylerde doğru olmayan sonuçlar verebilir.
2. Kolorimetreler yarı saydam materyalleri okumada yetersizdir.

2.4.4.2.2 Spektrofotometreler

Spektrofotometreler her dalgaboyunda yansıtılan ışık miktarını ölçen cihazlardır. Bir cisimden yansıyan ışığın, beyaz bir referanstan yansıyan ışığa oranını ölçmek için geliştirilmişlerdir. Işık kaynağı, monokromatör ve detektörden oluşmaktadırlar ve yüzey renginin ölçülmesinde çok başarılıdırlar (135, 164).

Spektrofotometrenin avantajları:(167, 169)

1. Objektiftir.
2. Standart koşullarda hatasız sonuç verir.
3. Metamerizm değerlendirilebilir.

Spektrofotometrenin dezavantajları:(170)

1. Pahalıdır.
2. Klinik kullanımı çok pratik değildir.
3. Standardizasyonu güçtür.

2002 yılında CIE L*a*b değerlerini veren ağız içi dental Vita Easyshade spektrofotometre kullanıma girmiştir. Cihaz, fiberoptik kabloyla ana üniteye bağlanan bir el aparatından oluşur ve cihazın dış yüzeyi ile temasta olan probu yaklaşık 5 mm çapındadır. Prob 19 adet 1 mm çapında fiberoptik demet içermektedir. Ölçüm işlemi sırasında diş, probun etrafında bulunan halojen lamba tarafından dairesel 0° açılı bir geometri ile aydınlatılmaktadır. Cihaz renk ölçüm sonucunu Vitapan Classical ve 3D-Master skalalarına göre vermektedir (132, 135).

Cihazın yazılımı sadece doğal dişin CIE L*a*b* renk değerlerinin eksiksiz olarak belirlenmesi için programlanmıştır (171). Tam aksine, spektrofotometre seramiğin renk saptamasını, aletin veritabanındaki renk değerlerini (Δ değerlerini) kullanarak sağlar. Spektrofotometrenin doğal diş ile seramiğin rengi belirlenirken bilgi alımı farklıdır. Çünkü doğal diş ile seramiğin rengi belirlenmesi sırasında kullanılan tarama metodu farklıdır. Seramiğin kalınlığı genellikle 1.6 mm den azdır ve opak ve dentin tabakaları ise mine porseleninin altında 0.2-0.4 mm kalınlığındadır. Dişte ise, dentin tabakası genellikle 1-1,5 mm kalınlığındadır. Ayrıca mine kalınlığı penetre olan ışığın saçılmasına sebep olmaktadır. Dahası, dişin tüm kalınlığı, seramiğin tüm kalınlığından fazladır (132, 135, 172).



Resim 21: VITA Easysshade spektrofotometre

2009 yılında ise VITA Easysshade Compact (VITA Zahnfabrik, Germany) cihazı piyasaya sunulmuştur. VITA Easysshade'in ikinci jenerasyonu olan kontakt tipi bir spektrofotometredir.



Resim 22: VITA Easysshade Kompakt spektrofotometre

Cihaz yeni modelinde küçülmüştür, kablosuzdur, tutulması daha kolaydır ve dişin aydınlatılmasında LED ışık kaynağı kullanılmaktadır. Bu özellikleri klinik uygulamalar açısından kolaylık sağlamaktadır. Dişin tek noktadan ölçüm modu, diş yüzeyi (servikal, orta üçlü ve insizal kısım) ölçüm modu, restorasyon renk ölçüm modu (value, kroma ve hue değerlerinin karşılaştırılması) gibi farklı ölçüm modları vardır. 1. jenerasyon ile arasındaki en önemli fark, içinde tek spektrofotometrenin olmasıdır. 1. jenerasyonda, doğal diş ile seramik restorasyonların renginin okunmasındaki farklılık, cihaz içinde gömülü halde olan 2 farklı

spektrofotometreden kaynaklanmaktadır. Yeni cihazda ise, 2 farklı LED takımı mevcuttur ve diş veya seramik ölçümüne bağlı olarak farklı ışık sağlar. Yansıtılan ışık tek cihazda birleştirilir (172).

Cihaz tek diş üzerinde 30 renk ölçebilmektedir. Cihaz diş yüzeyi ile uygun açığa geldiğinde ölçümü otomatik olarak yapmaktadır. Vitapan Classical ve Toothguide 3D-Master skalalarına göre renk ölçümü vermektedir. Son 25 ölçümü kendi hafızasında saklayabilmektedir ve ölçümler bluetooth aracılığıyla bilgisayara aktarılabilmektedir (172).

2.4.4.2.3 Dijital Kameralar

Dijital kameraların renk ölçümünde kullanılması günümüzde giderek artmaya başlamıştır. Tüm cismin renk görünümü görüntüler halinde izlenebilmektedir. Dişlerin görüntüleri standart şartlar altında dijital kamera aracılığıyla alınır ve bilgisayara aktarılarak, bilgisayar tarafından CIE L^*a^*b değerleri cinsinden değerlendirilir. Bu sistem dijital kamera, bilgisayar, görüntüyü yakalayan sürücü, bilgisayar programı ve renk sensöründen oluşmaktadır (173).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, ince lamina restorasyonlarında kullanılan farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik çeşitlerinin ve rezin simanlarının, restorasyonların renk uyumuna etkisi *in vitro* olarak incelendi. Bu amaçla hazırlanan farklı ışık geçirgenliğindeki seramik lamina örnekler, farklı renkteki prepare dişleri temsil eden alt yapılara farklı ışık geçirgenliğindeki adeziv rezin simanlarla yapıştırılarak örnekler hazırlandı. Örneklerin adeziv simantasyonu sonrası L^*a^*b değerleri, kontakt tipi bir spektrofotometre olan VITA Easyshade ile ölçüldü. Ölçülen değerler ile elde etmek istenilen A1 referans renginin L^*a^*b değerleri kullanılarak ΔE hesaplandı. ΔE değerleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post hoc Tukey testi ile istatistiksel olarak analiz edildi.

Araştırma Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvarı ve Fakülte Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

3.1 Kullanılan Materyaller

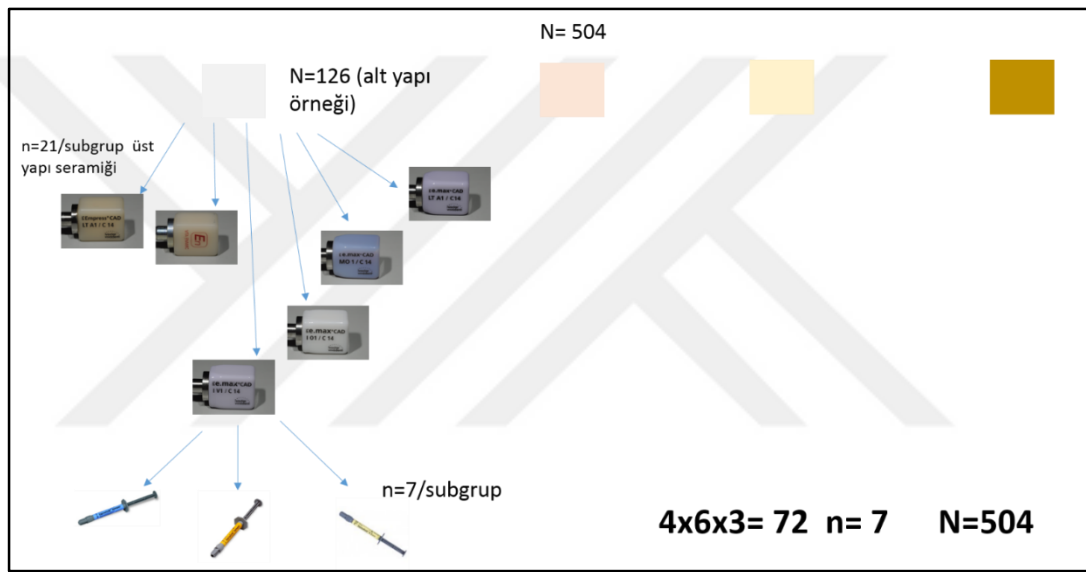
Araştırmada kullanılan araç ve gereçler Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4: Araştırmada kullanılan araç ve gereçler

	ARAÇ VE GEREÇLER	ÜRETİCİ FİRMALAR
1	IPS Empress CAD LT A1 C14 Blok	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
2	IPS e.max CAD LT A1 C14 Blok	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
3	IPS e.max CAD MO1 C14 Blok	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
4	IPS e.max CAD Impulse I01 C14 Blok	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
5	IPS e.max CAD Value IV1 C14 Blok	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
6	Vita Enamic A1-HT EM-14 Blok	VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
7	IPS Güdük Materyali	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
8	Variolink Veneer (rezin siman)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
9	Isomet 1000 (kesme cihazı)	Buehler, Lake Bluff, IL, ABD
10	Elmas kesme diski	Buehler, Lake Bluff, IL, ABD
11	Vita Easyshade Advance (renk ölçüm cihazı)	VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
12	Silan	Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
13	Hidroflorik asit	Ultradent Porcelain Etch, South Jordan, USA
14	Bonding ajanı	Heliobond, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
15	Empress Universal Glazür Sprey	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
16	IPS e.max CAD Glazür Sprey	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
17	Ultrasonik temizleyici	Professional Ultrasonic Cleaner CD-4800, Codyson, ShenZhen, Çin
18	Dijital kumpas	Mitutoyo Corp, Kanagawa, Japan
19	Işıklı polimerizasyon cihazı	Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
20	Seramik fırını	Programat EP 3000, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
21	Vita Enamic Cila Seti	VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
20	Paralelometre	Degudent, Dentsply, Almanya

3.2 Deney Gruplarının Oluşturulması

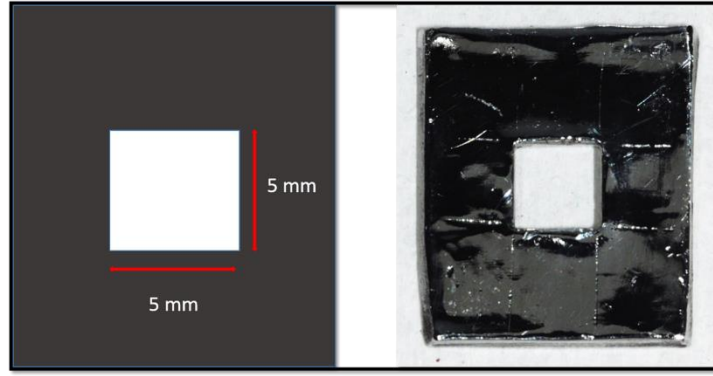
Farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik çeşitlerinin ve rezin siman renklerinin ince lamina restorasyonların renk uyumuna etkisini değerlendirmek için yaptığımız bu çalışmada, prepare dişi temsil etmesi amacıyla dört farklı renkte alt yapı materyali, üç farklı içerikte ve altı farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik çeşidi ve üç farklı ışık geçirgenliğinde adeziv siman kullanıldı. Toplam 4x6x3 n=7 olmak koşulu ile 504 adet örnek hazırlandı. Şekil 1’de deney gruplarının şematik görüntüsü gösterilmiştir.



Resim 23: Deney gruplarının şematik görüntüsü

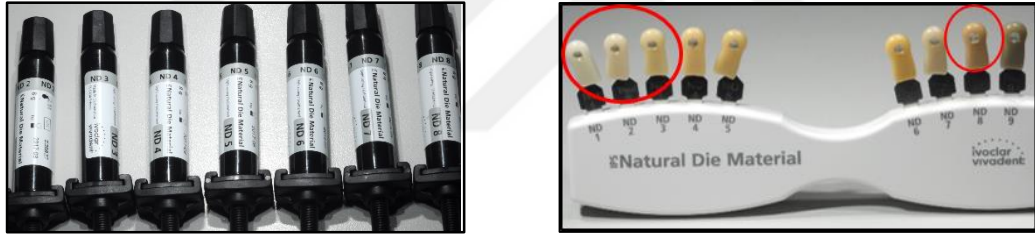
3.2.1 Dişi Temsil Eden Alt Yapı Örneklerinin Hazırlanması

Prepare edilmiş dişleri temsil etmesi amacıyla kullanılacak olan alt yapı örneklerinin 5x5 mm boyutlarında ve 2 mm kalınlığında hazırlanabilmesi için metal bir kalıp hazırlandı. Örneklerin metal kalıp içerisinden kolaylıkla çıkarılabilmesi için kalıbın alt yapı materyali ile temas edecek olan iç yüzeyleri cilalandı.



Resim 24: Alt yapı örnekleri için hazırlanan metal kalıp

Alt yapıların oluşturulabilmesi için dört farklı renkte güdük materyali kullanıldı (ND1, ND2, ND3, ND8). Kullanılan güdük materyalinin içeriği Tablo 5’de gösterilmiştir.

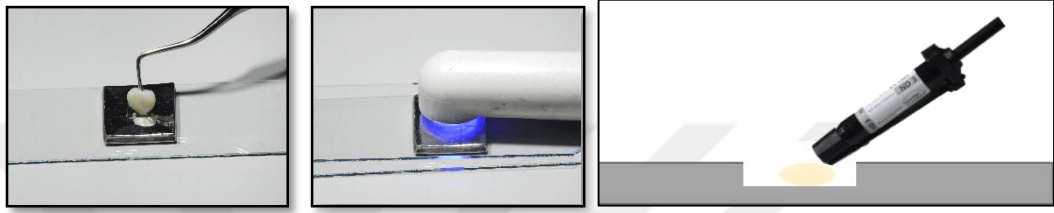


Resim 25: Alt yapı örneklerinin hazırlanabilmesi için kullanılan güdük materyali

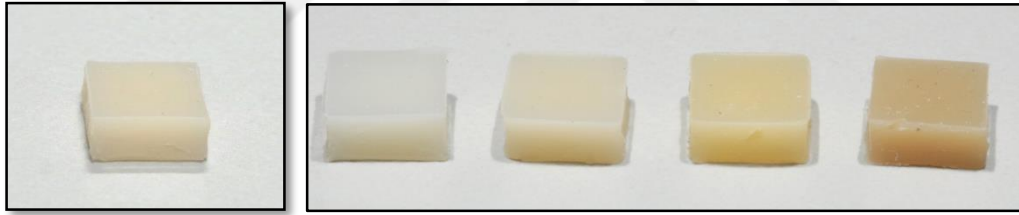
Tablo 5: Alt yapı materyalinin kimyasal içeriği

MATERYAL İSMİ	RENGİ	SERİ NO	ÜRETİCİ FİRMA	KİMYASAL İÇERİĞİ
IPS Güdük Materyali	ND1 ND2 ND3 ND8	S38001 S38927 S39905 S07708	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Poliester üretandimetakrilat pastası, silikon dioksit, parafin yağı, kopolimer, reaksiyon başlatıcılar, stabilize ediciler ve pigmentler

Metal kalıp, temiz bir siman camının üzerine yerleştirildi ve alt yapı materyali (güçük materyali) metal kalıba hava kabarcığı kalmayacak şekilde tepildi. Üzerine ikinci bir temiz siman camı konulduktan sonra ışıklı polimerizasyon cihazı (Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ile 40 sn polimerize edildi. Dört farklı renkten her grupta 126'şar adet olacak şekilde (N=126/grup) toplam 504 adet (N=504) 5x5 mm boyutlarında ve 2 mm kalınlığında pürüzsüz alt yapı örnekleri hazırlandı.



Resim 26: Alt yapı örneklerinin hazırlanması



Resim 27: Dört farklı renkte hazırlanan ve prepare dişi temsil eden alt yapılar

3.2.2 Seramik Lamina Örneklerinin Hazırlanması

Farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik çeşitlerinin ve rezin simanlarının restorasyonların renk uyumuna etkisini değerlendirmek için yaptığımız bu çalışmada, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip ve 3 farklı içerikte seramik ve hibrit bloklar kullanıldı. Çalışmamızda, Empress CAD LT (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), e.max CAD LT (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), e.max CAD MO1 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), e.max CAD Opal 1 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ve e.max CAD Value 1 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) seramik blokları ve Vita Enamic A1 (VITA Zahnfabrik, Bad

Sackingen, Almanya) hibrit bloğu tercih edildi. Kullanılan seramik ve hibrit bloklar Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Çalışmada kullanılan seramik ve hibrit bloklar

MATERYAL İSMİ	RENGİ	IŞIK GEÇİRGENLİĞİ	ÜRETİCİ FİRMA	MATERYAL TİPİ
IPS Empress CAD	A1	LT	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	Lösit ile güçlendirilmiş cam seramik
IPS e.max CAD	A1	LT MO 1 Impulse Opal 1 Impulse Value 1	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramik
Vita Enamic	A1	HT	VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya	Seramik ve kompozit matriksin birlikte bulunduğu hibrit materyal



Resim 28: Çalışmada kullanılan seramik ve hibrit bloklar

Seramik ve hibrit blokların kesme cihazında (Isomet 1000, Buchler, Lake Bluff, IL, ABD) dilimlenebilmesi için sabitleyici metal bir tutucu uç hazırlandı. Seramik blok tutucu uç içerisinde hazırlanan yuvaya yerleştirildi. Özel tutucu içerisindeki blok, düşük hızlı kesme cihazına (Isomet 1000, Buchler, Lake Bluff, IL, ABD), bloğun uzun aksı, elmas kesme diskine (Diamond Wafering Blade 15 LC, Buchler, Lake Bluff, IL, ABD) paralel olacak şekilde bağlandı.



Resim 29: Blokların dilimlenebilmesi için kullanılan kesme cihazı

400 devir/dk. hızla ve su soğutması altında, bloğun tam ortasından ilk dilimleme yapıldı. Dilimleme sona erince blok 90° çevrilerek, yine bloğun uzun aksı elmas kesme diskine paralel olacak şekilde bağlandı ve dilimlenen seramik parçalarının kalınlığı 0,5 mm olacak şekilde ikinci dilimlemeler yapıldı. Dilimleme işlemi bittikten sonra, blok, uzun aksı elmas kesme diskine 90° olacak şekilde kesme cihazına bağlanıp seramik parçalarının boyutları 5x5 mm olacak şekilde son dilimlemeler yapıldı. Her bir seramik ve hibrit grubu için boyutları 5x5 mm, kalınlığı 0,5 mm olan 84 adet seramik lamina örneği elde edildi. Örneklerin kalınlığının her biri dijital kumpas (Mitutoyo Corp, Kanagawa, Japan) ile kontrol edildi, gerekli ise zımpara kağıtları ile zımparalandı ve $0,5 \pm 0,05$ kalınlığında olan örnekler çalışma için uygun kabul edildi.



Resim 30: Elmas diskle dilimlenmiş blok



Resim 31: Örneklerinin kalınlığının dijital kumpas ile kontrol edilmesi

Farklı ışık geçirgenliğine sahip beş cam seramik ve bir hibrit blok için aynı işlemler tekrarlandı ve toplamda 504 adet ($N=504$) seramik lamina örnekleri hazırlandı.



Resim 32: Hazırlanan seramik lamina örnekleri (Kristalizasyon öncesi)

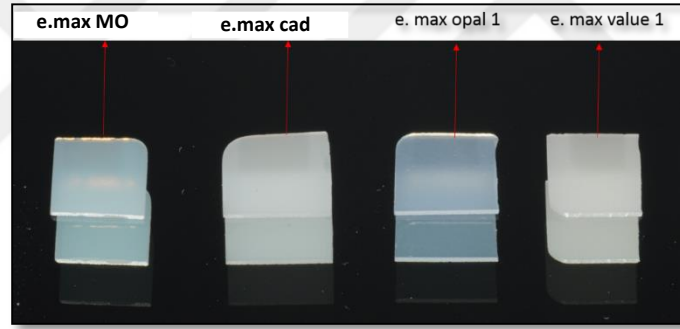
3.2.2.1 Seramik Lamina Örneklerinin Ultrasonik Temizlenmesi

Tüm örnekler %50 etil alkol, %50 distile su çözeltisinde 15'er dk. ultrasonik temizleyicide (Professional Ultrasonic Cleaner CD-4800, Codyson, ShenZhen, Çin) tutuldu.

Ultrasonik olarak temizlenen örnekler, hava su spreyi ile kurutulduktan sonra, el değmeden, steril presel yardımıyla, steril ve temiz bir kaba yerleştirildi.

3.2.2.2 Seramik Lamina Örneklerinin Kristalizasyonu

5x5 mm boyutlarında ve 0,5 mm kalınlığında elde edilen düzgün yüzeyli lityum disilikat içerikli cam seramik lamina örnekleri, üretici firmanın direktifleri doğrultusunda kristalizasyon fırınında (Programat P-3000, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) kristalize edildi.



Resim 33: Kristalizasyon sonrası lityum disilikat içeren seramik lamina örnekleri

3.2.2.3 Seramik Lamina Örneklerinin Glazürlenmesi

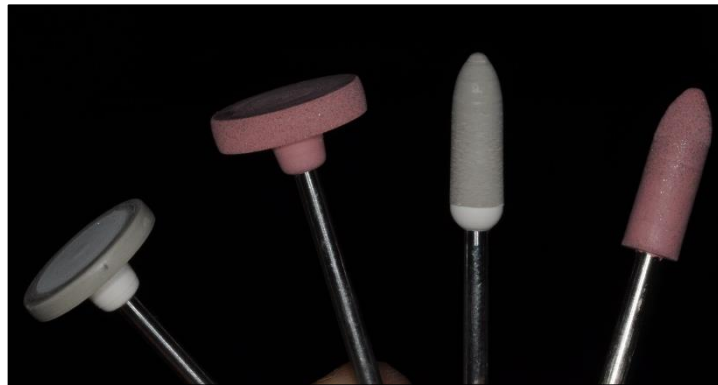
Lityum disilikat içerikli cam seramik lamina örneklerinin (IPS e.max, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) üzerine üretici firmanın direktifleri doğrultusunda glazür spreyi (IPS e.max CAD Crystall./Glazur Sprey, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı. Glazür spreyi uygulanan lityum disilikat içerikli cam seramik lamina örnekler üretici firmanın direktifleri doğrultusunda kristalizasyon fırınına konuldu ve örnekler glazürlendi.



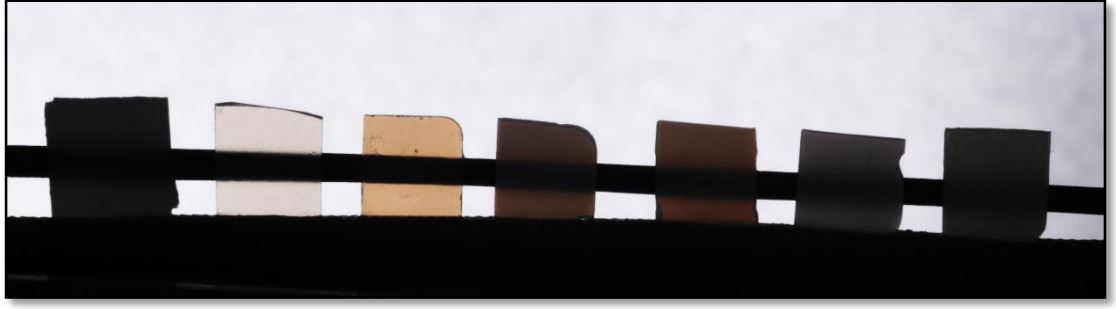
Resim 34: Örneklerin glazürlenmesi için kullanılan glazür spreyleri

Lösit içerikli cam seramik lamina örneklerinin (IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) üzerine glazür spreyi (Empress Universal Glazur Sprey, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) üretici firmanın direktifleri doğrultusunda uygulandı. Glazür spreyi uygulanan lösit içerikli cam seramik lamina örnekler üretici firmanın direktifleri doğrultusunda kristalizasyon fırınına konuldu ve örnekler glazürlendi.

Hibrit örneklerin glazürü ise (Vita Enamic, Bad Säckingen, Almanya) üretici firmanın direktifleri doğrultusunda Vita Enamic cilama seti ile yapılarak örnekler simantasyon için hazır hale getirildi (Resim 34).



Resim 35: Vita Enamic cilalama seti



Resim 36: Farklı ışık geçirgenliğindeki seramik lamina örnekleri

3.3 Seramik Lamina Örneklerinin Örneklerin Ultrasonik Temizlenmesi

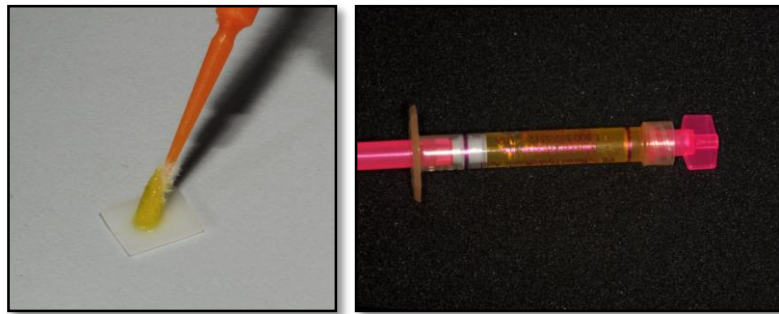
Örnekler %50 etil alkol, %50 distile su çözeltisinde 15'er dk. ultrasonik temizleyicide (Professional Ultrasonic Cleaner CD-4800, Codyson, ShenZhen, Çin) tutuldu.

Ultrasonik olarak temizlenen örnekler hava su spreyi ile kurutularak el değmeden, steril presel yardımıyla, steril ve temiz bir kaba yerleştirildi.

3.4 Örneklerin Adeziv Simantasyonu

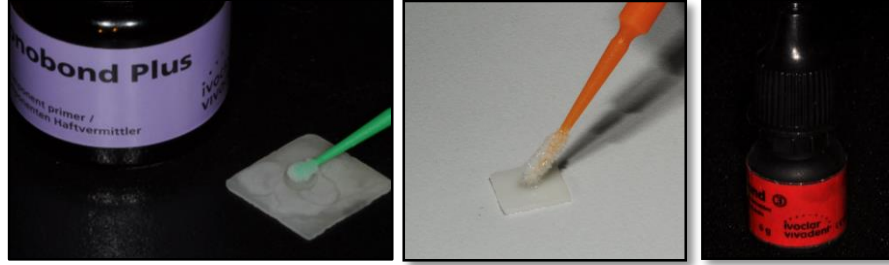
3.4.1 Lamina Örneklerinin Simantasyon Öncesi Yüzey Hazırlığı

Lösit içerikli cam seramik (IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ve hibrit örneklerinin glazürlü olmayan yüzeyine 9.5%'lik hidroflorik asit (Ultradent Porcelain Etch, South Jordan, USA) 60 sn uygulandı. Basıncı hava su spreyi ile 20 sn yıkayıp kurutuldu.



Resim 37: Örneklerin 9.5%'lik hidroflorik asit ile asitlenmesi

Daha sonra 60 sn silan (Monobond Plus, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı. Hava ile kurutuldu. Daha sonra yapıştırma yüzeyine bonding ajanı (Heliobond, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı.



Resim 38: Örneklerin yapıştırma yüzeyine silan ve bonding ajanı uygulanması

Lityum disilikat içerikli cam seramik (IPS emax. CAD, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) örneklerinin glazürlü olmayan yüzeyine %9.5'lik hidroflorik asit (Ultradent Porcelain Etch, South Jordan, USA) 20 sn uygulandı. Basıncılı hava su spreyi ile 20 sn yıkanıp kurutuldu. 60 sn silan (Monobond Plus, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı ve hava ile kurutuldu. Daha sonra yapıştırma yüzeyine bonding ajanı (Heliobond, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı.

3.4.2 Alt Yapı Örneklerinin Simantasyon Öncesi Yüzey Hazırlığı

Alt yapı örneklerinin simantasyon yüzeyine 60 sn silan (Monobond Plus, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı ve hava ile kurutuldu. Daha sonra yapıştırma yüzeyine bonding ajanı (Heliobond, IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) sürüldü.



Resim 39: Alt yapı örneklerine silan ve bonding ajanı uygulanması

3.4.3 Adeziv Simantasyon

Toplam 504 adet seramik lamina örnekleri (N=504), alt yapı örneklerine (Variolink Veneer, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) üç farklı ışık geçirgenliğinde adeziv simanı ile yapıştırıldı. Kullanılan adeziv simanın özellikleri Tablo 7’de belirtilmiştir.

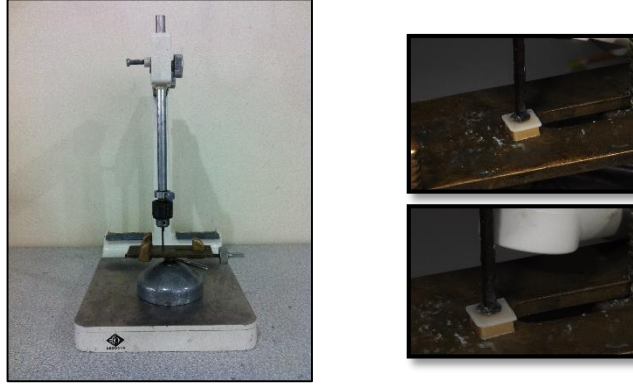
Tablo 7: Çalışmada kullanılan adeziv simanların özellikleri

KULLANILAN MATERYAL	RENGİ	SERİ NO	ÜRETİCİ FİRMA	MATERYAL TİPİ
Variolink Veneer	0=transparan +1=Yüksek value +3=Çok yüksek value (opak)	R84981 R39511 R77030	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Işıklı sertleşen rezin siman Dimetil akrilat ve inorganik doldurucu içeren adeziv rezin

Hem alt yapının hem de lamina örneklerinin simantasyon yüzeyine, fırça yardımıyla homojen bir şekilde adeziv simanı uygulandı. Paralelometrenin ucu ile sabit bir basınç altında, ışıklı polimerizasyon cihazı ile (Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) 40 sn ışık tutularak lamina örnekler, alt yapılara yapıştırıldı.



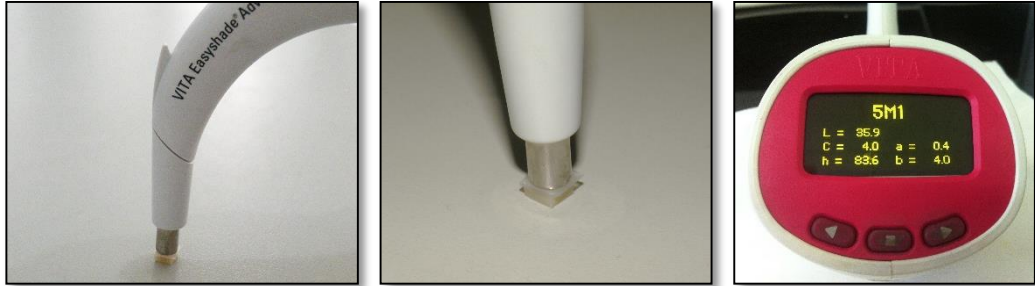
Resim 40: Restorasyona adeziv simanının uygulanması



Resim 41: Örneklerin alt yapılarına sabit bir basınç altında yapıştırılması

3.5 Renk Ölçümlerinin Dijital Spektrofotometre ile Yapılması

Alt yapılarına yapıştırılan tüm örneklerin renk ölçümleri kontakt tipi bir dijital spektrofotometre (VITA Easyshade Advance, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ile beyaz bir arka fon üzerinde yapıldı. Her on örnek ölçümünden sonra spektrofotometre kalibre edildi. Her örnek, spektrofotometre ile beş kere ölçüldü ve her ölçümdeki $L^*a^*b^*$ değerleri kaydedildi. ΔE değerinin hesaplanabilmesi için bu kaydedilen beş ölçümün ortalama $L^*a^*b^*$ değerleri alındı.



Resim 42: Örneklerin spektrofotometre ile ölçülmesi

Hastalar genellikle lamina restorasyonları yaptırırken A1, B1 gibi açık renkleri tercih etmektedirler. Bu nedenle bu çalışmada referans olarak A1 renginin $L^*a^*b^*$ değerleri kullanıldı. Bunun için, Vita firmasının direktifleri doğrultusunda Vitapan Classical renk anahtarından A1 rengi seçilerek spektrofotometre ile $L^*a^*b^*$ değerleri ölçüldü ve ΔE 'nin hesaplanabilmesi için referans değer olarak bu $L^*a^*b^*$ değerleri kullanıldı.

ΔE , karşılaştırılmak istenen iki rengin birbirine uyumunu rakamsal olarak ifade etmek için hesaplanır. Çalışmamızda ΔE 'nin hesaplanabilmesi için $\Delta E = [(L^*_r - L^*_{ss})^2 + (a^*_r - a^*_{ss})^2 + (b^*_r - b^*_{ss})^2]^{1/2}$ formülü kullanıldı (L^*_r, a^*_r, b^*_r = Referans rengin L^*, a^*, b^* değerleri, $L^*_{ss}, a^*_{ss}, b^*_{ss}$ = Simantasyon sonrası L^*, a^*, b^* değerleri). Simantasyon sonrası ölçülen ve ortalaması alınan L^*a^*b değerleri ile referans olarak alınan A1 renginin L^*a^*b değerleri kullanılarak ΔE hesaplandı.

3.6 İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı'nda yapıldı.

Analizlerde SPSS 18.0 for Windows (SPSS Inc, Chicago, ABD) paket programı kullanıldı. Yapıştırma sonrası ölçülen L^*a^*b değerleri ve referans rengin L^*a^*b değerleri kullanılarak (ΔE) hesaplandı ve normal dağılışa uyumları Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. 4x6x3 tam randomize modele göre faktöriyel varyans analizi (ANOVA) yapıldı. Tüm 2'li ve 3'lü faktörler arası interaksiyonlar istatistiksel açıdan anlamlı bulundu ($p < 0.05$). Faktörlerden bir tanesi sabit tutularak 2 faktör üstünden varyans analizi yapıldı. En son olarak 2 faktör sabit tutularak tek faktör tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. İstatistiksel yöntem olarak post hoc Tukey testi kullanıldı. İstatistiksel hipotez kontrolleri $\alpha = 0.05$ önem düzeyinde uygulandı ($p < 0.05$ anlamlı kabul edildi).

4. BULGULAR

Yapılan üç yönlü varyans analizine göre her grup için ortalama değerler (ΔE), seramik tipinden, alttaki dişin renginden, rezin simandan ve bu üç değişkenin interaksiyonundan etkilenmektedir ($p<0.05$).

4.1 ND1 İçin Alt Yapı Bulguları

ND1 grubu için farklı seramik materyalleri değerlendirildiğinde;

Vita Enamic grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: ND1 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	2,315	0,01210	2,304	2,333
1	7	2,468	0,01184	2,452	2,487
3	7	2,370	0,01697	2,344	2,388
Total	21	2,384	0,06586	2,304	2,487

Vita Enamic grubu için, 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=2,31\pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=2,46\pm 0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E= 2,31\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=2,37\pm 0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=2,46\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=2,37\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

Empress grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9: ND1 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	2,713	0,01442	2,69	2,726
1	7	2,331	0,00829	2,324	2,341
3	7	3,578	0,01560	3,568	3,612
Total	21	2,874	0,53470	2,324	3,612

Empress grubu için, 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E = 2,71 \pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E = 2,33 \pm 0,00$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E = 2,71 \pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E = 3,57 \pm 0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E = 2,33 \pm 0,00$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E = 3,57 \pm 0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

E.max CAD LT grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10: ND1 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	2,992	0,02106	2,973	3,027
1	7	2,249	0,02926	2,217	2,297
3	7	2,493	0,01483	2,468	2,508
Total	21	2,578	0,31753	2,217	3,027

E. max CAD grubu için, 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=2,99\pm 0,02$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=2,24\pm 0,02$) daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E= 2,99\pm 0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=2,49\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=2,24\pm 0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=2,49\pm 0,01$) daha düşük izlenmiştir.

E.max CAD MO grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11: ND1 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	4,838	0,02257	4,809	4,88
1	7	7,542	0,01145	7,532	7,557
3	7	5,641	0,01089	5,631	5,655
Total	21	6,007	1,16177	4,809	7,557

E. max CAD MO1 grubu için, 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=4,83\pm 0,02$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=7,54\pm 0,01$) daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). 0 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkı ($\Delta E=4,83\pm 0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=5,64\pm 0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=7,54\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=5,64\pm 0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD Opal grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 12’de gösterilmiştir

Tablo 12: ND1 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	4,953	0,01859	4,934	4,978
1	7	4,538	0,01570	4,518	4,561
3	7	3,489	0,02094	3,468	3,515
Total	21	4,326	0,03158	3,468	4,978

E. max CAD Opal grubu için, 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=4,95\pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=4,53\pm 0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=4,95\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkına ($\Delta E=3,48\pm 0,02$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=4,53\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=3,48\pm 0,02$) daha yüksek izlenmiştir.

E. max CAD Value grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo 13: ND1 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

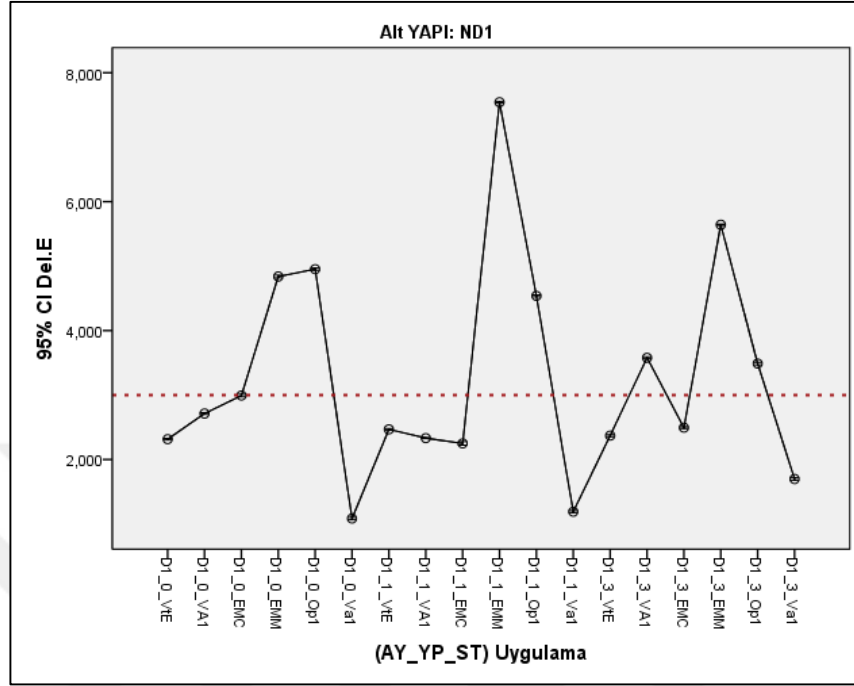
	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	1,084	0,01918	1,062	1,106
1	7	1,190	0,01706	1,171	1,208
3	7	1,698	0,02062	1,677	1,726
Total	21	1,324	0,27487	1,062	1,726

E. max CAD Value grubu için, 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=1,08\pm0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=1,19\pm0,01$) daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=1,08\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=1,69\pm0,02$) oranla daha düşük izlenmiştir.

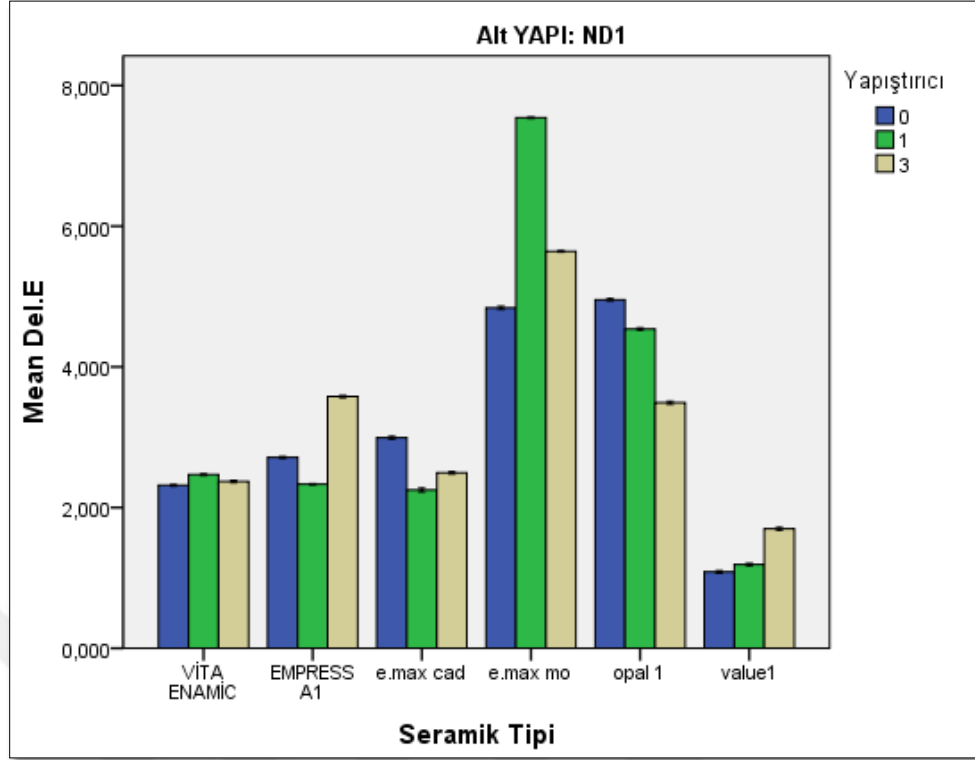
+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=1,19\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=1,69\pm0,02$) daha düşük izlenmiştir.

ND1 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri Grafik 1’de gösterilmiştir.



Grafik 1: ND1 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri

ND1 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri Grafik 2’de gösterilmiştir.



Grafik 2: ND1 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri

4.2 ND2 İçin Alt Yapı Bulguları

ND2 grubu için farklı seramik materyalleri değerlendirildiğinde;

Vita Enamic grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 14’de gösterilmiştir.

Tablo 14: ND2 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	8,655	0,01516	8,623	8,67
1	7	9,259	0,02561	9,225	9,303
3	7	9,471	0,01893	9,449	9,489
Total	21	9,129	0,35488	8,623	9,489

Vita Enamic grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=8,65\pm0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=9,25\pm0,02$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=8,65\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=9,47\pm0,01$) daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=9,25\pm0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=9,47\pm0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

Empress grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 15’de gösterilmiştir.

Tablo 15: ND2 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	10,072	0,01014	10,054	10,084
1	7	10,110	0,03037	10,068	10,15
3	7	9,8278	0,15753	9,473	9,905
Total	21	10,003	0,15555	9,473	10,15

Empress grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p=0,726$).

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=10,07\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=9,82\pm0,1$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=10,1\pm0,03$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=9,82\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD LT grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16: ND2 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	9,138	0,02609	9,11	9,187
1	7	8,357	0,02300	8,317	8,395
3	7	9,241	0,00479	9,232	9,245
Total	21	8,912	0,40478	8,317	9,245

E. max cad grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=9,13\pm0,02$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=8,35\pm0,02$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=9,13\pm0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=9,24\pm0,00$) daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=8,35\pm0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=9,24\pm0,00$) oranla daha düşük izlenmiştir.

E.max CAD MO grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17: ND2 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	11,576	0,01376	11,552	11,593
1	7	11,519	0,01775	11,493	11,533
3	7	11,862	0,02201	11,834	11,886
Total	21	11,652	0,15501	11,493	11,886

E.max CAD MO1 grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=11,57\pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=11,51\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=11,57\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=11,86\pm 0,02$) daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=11,51\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkına ($\Delta E=11,86\pm 0,02$) oranla daha düşük izlenmiştir.

E.max CAD Opal grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 18’de gösterilmiştir.

Tablo 18: ND2 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	10,544	0,02113	10,515	10,573
1	7	10,902	0,01679	10,876	10,932
3	7	9,554	0,01524	9,542	9,579
Total	21	10,333	0,58467	9,542	10,932

E.max CAD Opal grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=10,54\pm 0,02$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=10,90\pm 0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=10,54\pm 0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=9,55\pm 0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=10,90\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=9,55\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD Value grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19: ND2 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

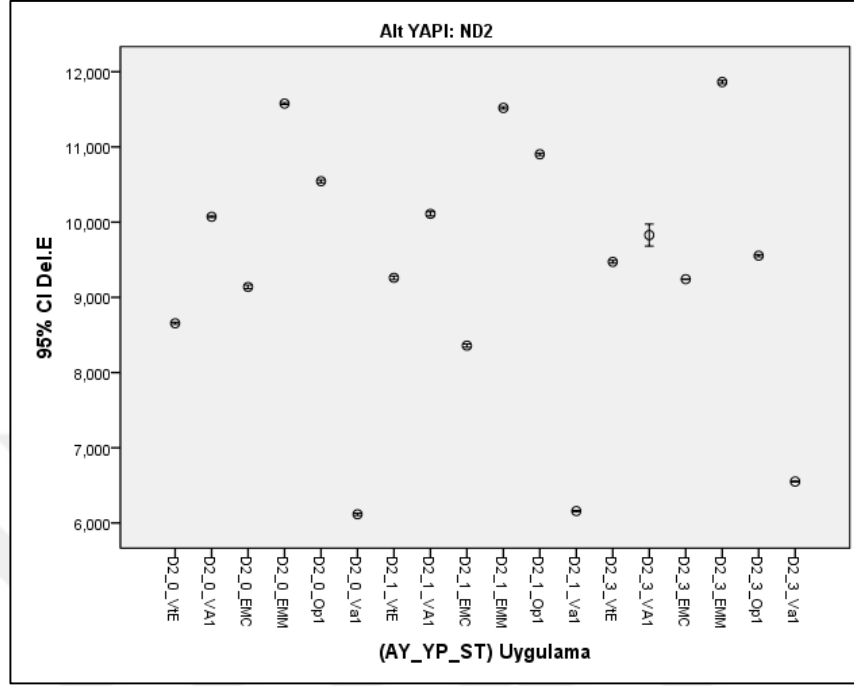
	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	6,116	0,01619	6,08	6,128
1	7	6,158	0,00581	6,154	6,167
3	7	6,550	0,00496	6,547	6,558
Total	21	6,275	0,20079	6,08	6,558

E.max CAD Value grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=6,1\pm0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=6,15\pm0,00$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=6,1\pm0,01$), +3 rezin yapıştırıcısı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=6,5\pm0,00$) daha düşük izlenmiştir.

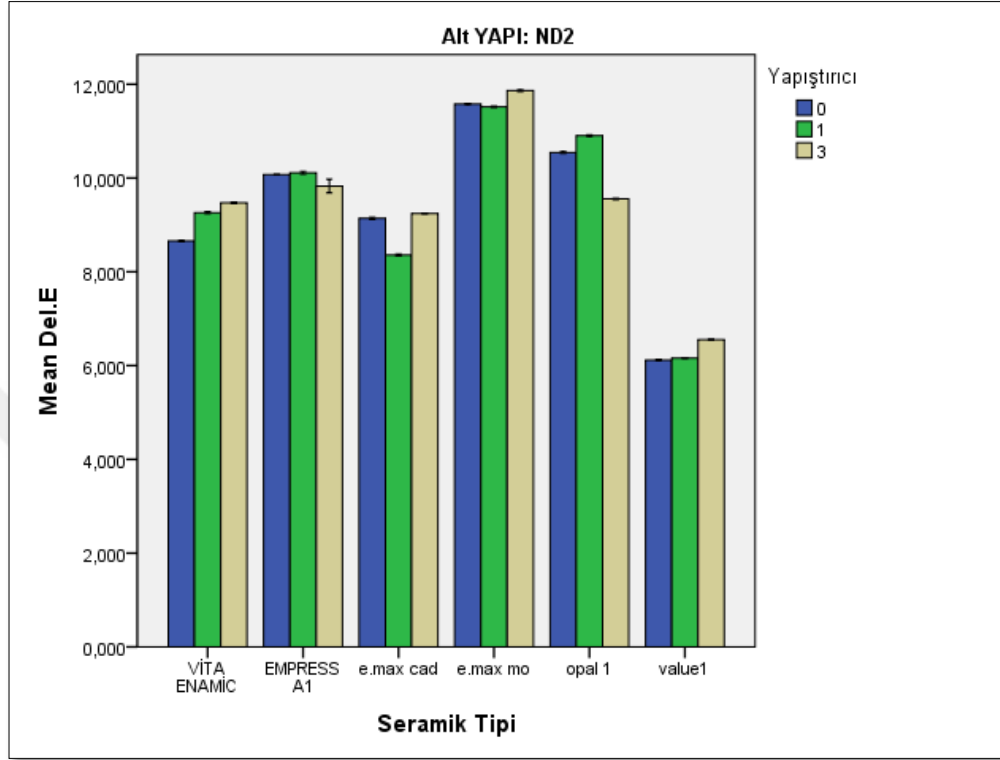
+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=6,15\pm0,00$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=6,55\pm0,00$) oranla daha düşük izlenmiştir.

ND2 grubu için, 0, +1 ve 3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri Grafik 3’de gösterilmiştir.



Grafik 3: ND2 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri

ND2 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri Grafik 4’de gösterilmiştir.



Grafik 4: ND2 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri

4.3 ND3 İçin Alt Yapı Bulguları

ND3 grubu için farklı seramik materyalleri değerlendirildiğinde;

Vita Enamic grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 20’de gösterilmiştir.

Tablo 20: ND3 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	18,325	0,01648	18,3	18,341
1	7	18,946	0,01498	18,92	18,966
3	7	18,473	0,01942	18,446	18,493
Total	21	18,581	0,27217	18,3	18,966

Vita Enamic grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=18,32\pm0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=18,94\pm0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=18,32\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=18,47\pm0,01$) daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=18,94\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=18,47\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

Empress grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21: ND3 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	16,623	0,01806	16,601	16,651
1	7	16,328	0,02046	16,307	16,352
3	7	15,659	0,01695	15,643	15,682
Total	21	16,203	0,41381	15,643	16,651

Empress grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E = 16,62 \pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E = 16,32 \pm 0,02$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E = 16,62 \pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E = 15,65 \pm 0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E = 16,32 \pm 0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E = 15,65 \pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD LT grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22: ND3 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	16,040	0,01909	16,019	16,063
1	7	15,985	0,02366	15,955	16,03
3	7	16,170	0,01662	16,139	16,188
Total	21	16,065	0,08167	15,955	16,188

E.max CAD grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E = 16,04 \pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E = 15,98 \pm 0,02$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan

renk farkı ($\Delta E=16,04\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=16,17\pm0,01$) daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=15,98\pm0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=16,17\pm0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

E.max CAD MO grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 23’de gösterilmiştir.

Tablo 23: ND3 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	20,101	0,01522	20,076	20,119
1	7	21,031	0,01271	21,018	21,055
3	7	19,643	0,01332	19,618	19,662
Total	21	20,258	0,59199	19,618	21,055

E.max CAD MO1 grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=20,10\pm0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=21,03\pm0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=20,10\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=19,64\pm0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=21,03\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=19,64\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD Opal grubu için; 0, +1 ve +3 yapıştırıcıları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 24’de gösterilmiştir.

Tablo 24: ND3 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	22,076	0,01706	22,047	22,1
1	7	20,837	0,01778	20,806	20,859
3	7	19,415	0,01560	19,399	19,434
Total	21	20,776	1,11386	19,399	22,1

E. max Opal grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=22,07\pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=20,83\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=22,07\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=19,4\pm 0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=20,83\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=19,41\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD Value grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 25’de gösterilmiştir.

Tablo 25: ND3 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

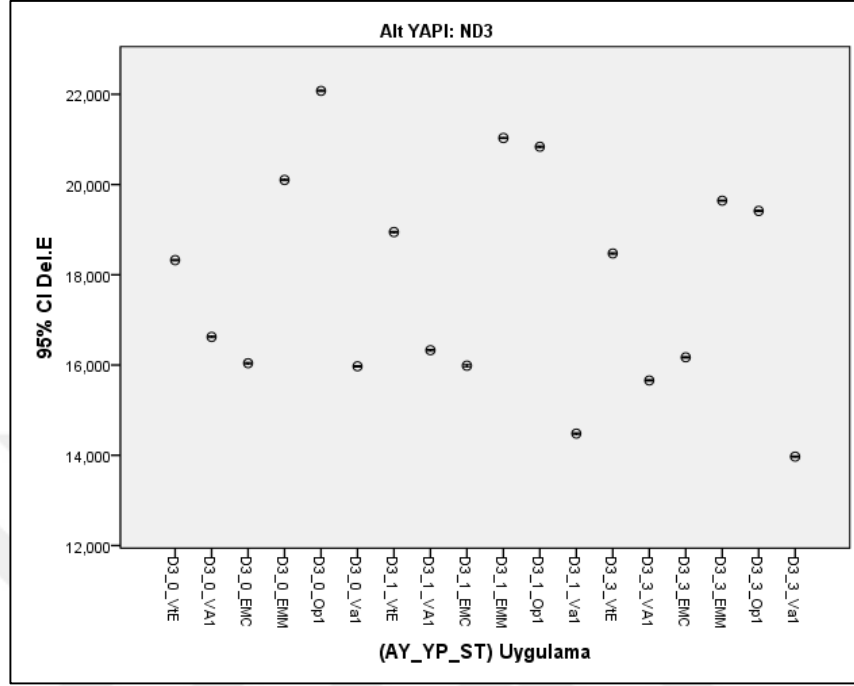
	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	15,972	0,016194	15,939	15,984
1	7	14,481	0,019258	14,455	14,506
3	7	13,970	0,015406	13,939	13,984
Total	21	14,808	0,870355	13,939	15,984

E max CAD Value grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=15,97\pm0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=14,48\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=15,97\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=13,97\pm0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

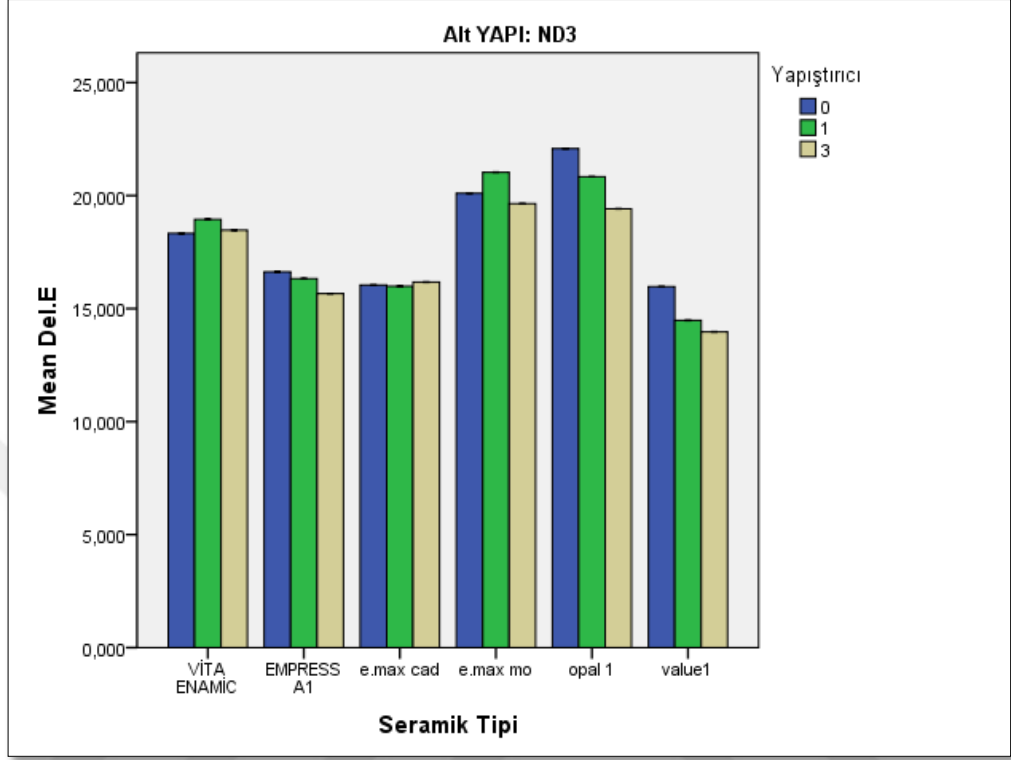
+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=14,48\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=13,97\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

ND3 grubu için, 0, +1 ve 3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri Grafik 5’de gösterilmiştir.



Grafik 5: ND3 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri

ND3 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri Grafik 6'da gösterilmiştir.



Grafik 6: ND3 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri

4.4 ND8 İçin Alt Yapı Bulguları

ND8 grubu için farklı seramik materyalleri değerlendirildiğinde;

Vita Enamic grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 26'de gösterilmiştir.

Tablo 26: ND8 alt yapısı ve Vita Enamic grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	23,346	0,01637	23,321	23,362
1	7	21,050	0,00639	21,041	21,054
3	7	19,994	0,02410	19,975	20,029
Total	21	21,463	1,43391	19,975	23,362

Vita enamic grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=23,34\pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=21,05\pm 0,00$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=23,34\pm 0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=19,99\pm 0,02$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=21,05\pm 0,00$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=19,99\pm 0,02$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

Empress grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 27’de gösterilmiştir.

Tablo 27: ND8 alt yapısı ve Empress grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	19,236	0,01789	19,205	19,263
1	7	18,956	0,01320	18,937	18,972
3	7	20,001	0,01336	19,984	20,018
Total	21	19,398	0,45295	18,937	20,018

Empress grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=19,23\pm 0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=18,95\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan

renk farkı ($\Delta E=19,23\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=20,00\pm0,01$) daha düşük izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=18,95\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=20,00\pm0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

E.max CAD LT için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 28’de gösterilmiştir.

Tablo 28: ND8 alt yapısı ve e.max CAD LT grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	18,411	0,00917	18,404	18,421
1	7	17,463	0,01843	17,448	17,501
3	7	17,015	0,01975	16,992	17,045
Total	21	17,630	0,59631	16,992	18,421

E.max CAD grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=18,41\pm0,00$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=17,46\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=18,41\pm0,00$), +3 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkına oranla ($\Delta E=17,01\pm0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=17,46\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=17,01\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD MO grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 29’da gösterilmiştir.

Tablo 29: ND8 alt yapısı ve e.max CAD MO grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	22,029	0,02517	22,001	22,055
1	7	22,684	0,01845	22,668	22,722
3	7	20,657	0,01954	20,635	20,694
Total	21	21,790	0,86560	20,635	22,722

E.max CAD MO1 grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=22,02\pm0,02$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=22,68\pm0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=22,02\pm0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=20,65\pm0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=22,68\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=20,65\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD Opal grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 30'da gösterilmiştir.

Tablo 30: ND8 alt yapısı ve e.max CAD Opal grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	28,643	0,02183	28,622	28,676
1	7	30,024	0,02264	29,995	30,05
3	7	22,495	0,01842	22,476	22,527
Total	21	27,054	3,35343	22,476	30,05

E max CAD Opal grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=28,64\pm 0,02$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=30,02\pm 0,02$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkı ($\Delta E=28,64\pm 0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=22,49\pm 0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=28,64\pm 0,02$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=22,49\pm 0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

E.max CAD Value grubu için; 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE) Tablo 31’de gösterilmiştir.

Tablo 31: ND8 alt yapısı ve e.max CAD Value grubu için 0, +1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkları (ΔE)

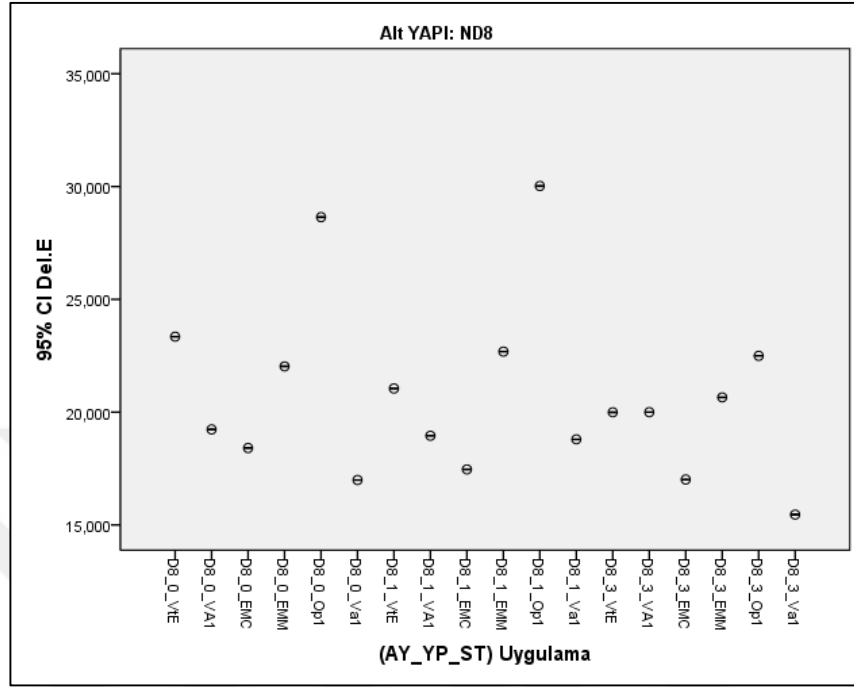
	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
0	7	16,992	0,01166	16,977	17,007
1	7	18,795	0,01487	18,782	18,823
3	7	15,460	0,01388	15,44	15,477
Total	21	17,082	1,39658	15,44	18,823

E.max CAD Value grubu için 0 ve +1 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkı ($\Delta E=16,99\pm0,01$), +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=18,79\pm0,01$) oranla daha düşük izlenmiştir.

0 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 0 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=16,99\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına oranla ($\Delta E=15,46\pm0,01$) daha yüksek izlenmiştir.

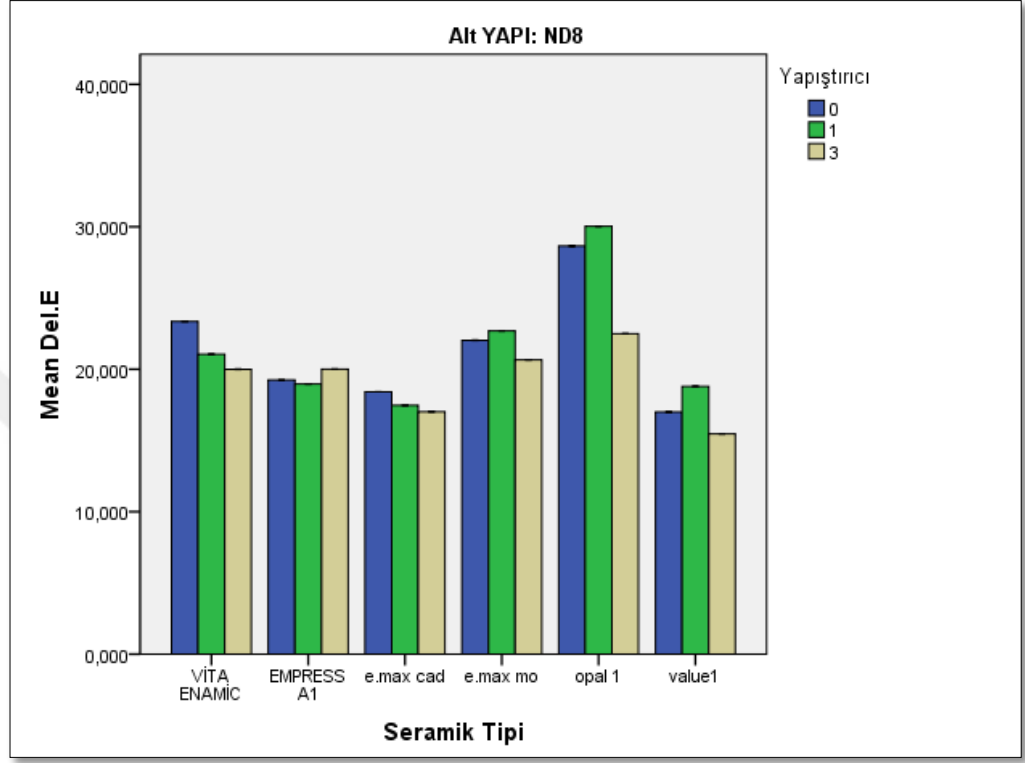
+1 ve +3 rezin simanları kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı (ΔE) istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). +1 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkı ($\Delta E=16,99\pm0,01$), +3 rezin simanı kullanıldığında ortaya çıkan renk farkına ($\Delta E=15,46\pm0,01$) oranla daha yüksek izlenmiştir.

ND8 grubu için, 0, +1 ve 3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri Grafik 7’de gösterilmiştir.



Grafik 7: ND8 grubu için, 0, +1 ve +3 rezin simanları ve 6 farklı ışık geçirgenliğindeki seramik grubu kombinasyonlarının ΔE değerleri

ND8 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri Grafik 8’de gösterilmiştir.



Grafik 8: ND8 grubu için, 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik lamina örneklerinin 0, +1 ve +3 rezin simanları ile yapıştırıldığında ortaya çıkan ΔE değerleri

5. TARTIŞMA

Günümüzde, hastaların renklenmiş ve defektli ön dişlerinin tedavisindeki estetik beklentilerinin artması ile tam seramik kron/köprü restorasyonları ve porselen lamina restorasyonları oldukça tercih edilir hale gelmiştir. Bu restorasyonların tercih edilmesindeki artış, diş hekimliğinde yeni materyallerin ve yeni tekniklerin geliştirilmesini hızlandırmıştır. Yeni tekniklerin ve yeni materyallerin gelişmesi restorasyonların estetik başarı oranını da arttırmıştır (174). Bir restorasyonun genel formu, yüzey yapısı ve ışık geçirgenliği, o restorasyonun estetik görünümünü etkilemektedir (175).

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında estetik parametrelerin elde edilmesinde en fazla zorluğun renk uyumunu sağlamada ortaya çıktığı görülmektedir. Seramik lamina restorasyonlarının klinik başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi de renk uyumudur. Lamina restorasyonlarının renk uyumunu etkileyen pek çok faktör vardır. Renk ile ilgili yapılmış çalışmalar; alttaki dişin kalınlığı ve rengi, seramiğin kalınlığı, seramiğin ışık geçirgenliği, yapısı ve rengi, seramiğin fırınlanma sayısı ve şekli, boyama tekniği, yüzey bitim işlemleri, kullanılan rezin simanların kalınlığı ve rengi, yaşlandırma işlemleri gibi faktörlerin restorasyonun final rengine etki edebildiğini göstermiştir (7, 158, 176-180).

Doğal dişler birkaç farklı tabaka içeren karmaşık bir histolojiye sahip olup, doğal dişlerin optik özellikleri, mine ve dentin dokusundan yansıyan, iletilen ve saçılan ışık miktarı veya diş sert dokularından yansıyan ışık miktarı ile oluşur. Uygun hasta ve materyallerin seçimi ve tekniğin doğru uygulanması ile seramik lamina restorasyonları, doğal diş yapısının translüensliğini taklit ederek çok iyi estetik sonuçlar verebilmektedir (174, 177).

Çalışmamızda, lamina restorasyonlarının renk uyumunun değerlendirilmesinde; seramik restorasyon tek olarak değil, alttaki diş rengi, yapıştırma kullanılan rezin simanı ve seramik restorasyon bir bütün olarak düşünülmüştür. Klinikte diş hekimlerinin porselen lamina restorasyonu tedavilerini gerçekleştirirken renk uyumu aşamasında karşılaştıkları sorunlardan da yola çıkarak, çalışmamızda; altı farklı ışık geçirgenliğine sahip 0.5 mm kalınlığındaki seramik lamina örnekleri, üç farklı ışık geçirgenliğindeki kompozit rezin simanlarla farklı

renkteki dişleri temsil eden dört farklı alt yapıya yapıştırılmıştır. Daha sonra örneklerin renk ölçümleri spektrofotometre ile yapılarak ortalama değerler (ΔE) hesaplanmıştır. Hem her kombinasyon için hesaplanan ΔE değerleri hem de kullanılan malzemelerin birbirleri ile olan etkileşimleri değerlendirilmiştir. Çalışmamızın sonucuna göre hipotezimiz olan ince lamina restorasyonlarının final renginin alttaki dişin renginden, kullanılan seramiğin ve rezin simanının ışık geçirgenliğinden etkilenmeyeceği reddedilmiştir. Gruplar arasındaki ortalama değerler (ΔE) belirgin farklılıklar göstermektedir.

Çalışmamızda örnekler, literatürdeki benzer çalışmalarda uygulanan yöntemlerle ve üretici firmaların talimatları doğrultusunda hazırlanmıştır.

Literatür taraması yapıldığında, alttaki diş renginin seramik lamina restorasyonlarının final rengine etki edip etmediğinin değerlendirildiği birçok çalışma olduğu görülmüştür. Azer ve ark.larının, alttaki diş renklerinin seramik lamina restorasyonlarının rengi üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, diş temsil etmesi amacıyla kompozit rezin kullanılmıştır ve kompozit materyalinden 4 mm kalınlığında silindirik örnekler hazırlanmıştır. Seramik örnek kalınlığının 0.5 mm olarak hazırlandığı bu çalışmada bizim çalışmamızın sonucuna benzer olarak restorasyonun final renginin alttaki dişin renginden önemli düzeyde etkilendiği sonucu bulunmuştur (1, 7).

Cubas ve ark. ları, koyu renkli dişler üzerindeki farklı içerik, renk ve farklı kalınlıktaki seramiklerin, renk uyumuna etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, diş temsil etmesi amacıyla güdük materyali olarak kompozit rezin kullanmışlardır (180). Aiqahani ve ark. larının farklı renkteki rezin simanlarının seramik lamina restorasyonlarının rengi üzerine etkisini değerlendirdiği bir başka çalışmada yine diş temsil etmesi amacıyla örnekler kompozit rezin materyalinden hazırlanmıştır (178).

Xing ve ark.larının, rezin simanlarının ve deneme pastalarının seromer venerler üzerindeki estetik etkisini değerlendirdiği bir çalışmada, alt yapıların uniform bir şekilde hazırlanabilmesi için teflon bir kalıp kullanılmıştır ve kompozit rezin materyali kullanılarak 3 mm kalınlığında uniform alt yapılar oluşturulmuştur (181).

Alghazzawi ve ark.larının, CAD/CAM ile üretilen, itriyum ile stabilize zirkonya ve cam seramikten hazırlanan lamina restorasyonlarının optik özelliklerini

değerlendirdiği bir çalışmada, dayanak diş materyali olarak 3 farklı renkte (açık, orta ve koyu renkte) kompozit rezin kullanılmıştır (182). Farklı renkteki kompozit dayanakların, feldspatik porselen lamina restorasyonlarının servikal kısmı hariç (porselen kalınlığı=0.4 mm) zirkonya ve IPS e.max CAD (cam seramik) lamina restorasyonlarının (porselen kalınlığı=0.9 mm) final rengi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (182).

Chang ve ark.larının, kompozit rezin simanların tüm seramik kronlar üzerindeki optik etkisini değerlendirdiği bir çalışmada, dişi temsil etmesi için üç farklı renkte ışıkla polimerize olan IPS güdük materyali (Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) ve tek renkte kompozit materyali kullanılmıştır (183). Servikal ve orta üçlüde, açık renkli dayanak dişin oluşturduğu rengin, Empress ve Katana kron restorasyonları için farklı renkteki simanlar ile değiştirilemediği gözlenmiştir. Koyu renkli dayanak dişte ise, servikal bölgede opak rezin siman ile rengin değiştirilebildiği görülmüştür. Orta üçlü de ise aynı değişim sadece Empress kronlarda izlenmiştir. İnsizal bölgede, ne farklı renkteki dişler ne de farklı rezin simanlar farkedilebilir bir renk farkı oluşturmamıştır (183).

Chaiyabutr ve ark. larının diş renginin, siman renginin ve seramik kalınlığının CAD/CAM ile üretilen lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramik kronların rengi üzerindeki etkisini değerlendirmek için yaptığı çalışmada, prepare edilmiş dişi temsil etmesi amacıyla dört farklı renkte ışıkla polimerize olan IPS güdük materyali (IvoclarVivadent, Liechtenstein) kullanılmıştır (177). Çalışmada, koyu renkli dişler en yüksek ΔE değerlerini göstermiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, seramik kalınlığı arttıkça ΔE değerleri azalmaktadır. Çalışmada bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak, alttaki diş renginin, kullanılan rezin simanın ve seramik kalınlığının restorasyonların optik özelliklerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (177).

Günümüzde laboratuvarlarda, klinik koşulların ve prepare edilmiş farklı renklerdeki dişlerin taklit edilmesinde, ışık ile polimerize olan ve prepare diş renklerini temsil eden IPS güdük materyal rehberi kullanılabilir. Bu renk anahtarı, daimi restorasyon tamamlandığında orijinal diş rengi ile eşleşen prepare edilmiş diş renginin seçilmesinde kullanılmaktadır (177). Bizim çalışmamızda da alt yapı materyali olarak farklı diş renklerini temsil eden dört farklı renkte (açık renkten giderek koyulaşan; ND1, ND2, ND3, ND8) güdük materyali (IvoclarVivadent, Lihtenştayn) kullanılmıştır. Araştırmada, IPS güdük materyalinin kullanılması,

çekilmiş doğal dişlerden farklı olarak standart bir renk oluşturularak sonuçların daha güvenilir olmasını sağlamıştır. Örneklerin standardizasyonunun sağlanabilmesi için metal bir kalıp oluşturularak, 2 mm kalınlığında uniform örnekler hazırlanmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre 0.5 mm kalınlığındaki seramik lamina örnekler, alttaki dişin renginden önemli derecede etkilenmektedir. Bu sonuçlar literatürdeki diğer çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir (184-186). Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde, dişin rengi koyulaştıkça oluşan renk farkları (ΔE) anlamlı derecede büyümüştür. ND2, ND3 ve ND8 grubunda, tüm seramik ve rezin simanı çeşitleri için elde edilen ΔE değerleri >3.5 olup, klinik olarak kabul edilebilir değerlerin üstündedir. En yüksek ΔE değeri, ND8 diş rengi, e.max CAD Opal seramiği ve +1 rezin simanı kombinasyonunda ($\Delta E=30$) bulunmuştur. Koyu renkli dişlerde, elde edilmek istenilen A1 rengine 0.5 mm kalınlığındaki 6 farklı seramik tipiyle ulaşılammıştır.

Bir hasta porselen lamina tedavisi istemiyle kliniğe başvurduğunda, renk uyumuyla ilgili olarak düşünülmesi gereken 2 faktör vardır. Birincisi, hastanın tedavisi yapılacak olan dişinin rengi, ikincisi elde etmek istediğimiz renktir. Alttaaki dişin renginin, restorasyonun final rengini etkilediğiyle ilgili literatürler değerlendirildiğinde, klinik koşullar da düşünüldüğünde, bir hastaya porselen lamina restorasyonu tedavisi yapılırken, beyazlatma işlemi yapmadığımız sürece dişin rengini değiştiremeyiz. Dişin rengi sabittir. Bu nedenle porselen lamina tedavisi gerçekleştirilirken, restorasyonun alttaaki dişin renginden önemli düzeyde etkilenebildiğini düşünerek kullanacağımız seramik tipi, kalınlığı, rezin siman rengi gibi diğer faktörleri diş rengine göre seçmeliyiz.

Lamina restorasyonlarının yapımında materyal olarak akrilik, kompozit, seramik veya hibrit malzemeler kullanılabilmektedir (88). Akrilik ve kompozit materyallerine göre aşınma, renklenme, plak birikimi, doğal dişe daha benzer görünüm gibi üstün özellikleri nedeniyle, çalışmamızda seramik ve hibrit materyaller tercih edilmiştir.

Günümüzde porselen lamina restorasyonlarının yapımında yöntem olarak refrakter güdük tekniği, ısı-basınç tekniği ve son yıllarda geliştirilen CAD/CAM tekniği kullanılmaktadır (96, 187). CAD/CAM tekniği ile restorasyonlar hazır seramik bloklardan bir freze ünitesinde kazınarak üretilirler. CAD/CAM blokları yüksek basınç altında sıkıştırılarak elde edilirler. Bu nedenle bloklar porözite

içermez, yüksek yoğunluğa sahiptir ve artık stres barındırmaz. Diğer sistemlere göre daha homojen yapıdadırlar (6, 47, 58). CAD/CAM tekniği ile ön bölgede 0.3, 0.4 mm incelikte lamina restorasyonları hazırlanabilmektedir (6). Çalışmamızda 3 farklı içerikte ve 6 farklı ışık geçirgenliğine sahip CAD/CAM bloğu kullanılmıştır.

Porselen lamina restorasyonlarının yapımında çeşitli porselen sistemleri kullanılmaktadır. Çalışmamızda farklı kimyasal yapıya, içeriğe ve farklı ışık geçirgenliklerine sahip olan IPS Empress, Vita Enamic, IPS e.max CAD LT, IPS e.max CAD MO, IPS e.max CAD Value ve IPS e.max CAD Opal blokları kullanılmıştır. IPS Empress sistemi %35-40 oranında lüsit kristali içerirken, IPS e.max CAD sistemi %70 oranında lityum disilikat kristalleri içerir. IPS Empress sisteminde kristallerin çapları 1-5 µm iken, lityum disilikat kristalleri iğne şeklinde olup 3 ile 6 µm uzunluğundadır. Vita Enamic ise seramik matriksin yanında yüzeyi silan uygulanmış polimetil metakrilat parçacıkları içermektedir. Bu sistemlerin her birinin içerikleri de yüzde olarak birbirinden farklıdır ve farklı renk pigmentlerine sahiptir. Bu farklılıklar sonucu her sistemin kendine özgü optik özellikleri ve ışık geçirgenlikleri vardır. (14, 47, 58). Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde bu seramik sistemlerindeki kristal, içerik ve yapı farklılıklarının renk sonuçlarını etkilediği, her sistemin farklı renkteki dişlerde farklı ΔE sonuçları gösterdiği görülmüştür. Çalışmamızda ΔE değerleri karşılaştırıldığında her grup için, IPS e.max CAD Opal ve IPS e.max CAD MO ışık geçirgenlikleri en fazla seramik tipi olarak bulunmuştur.

Kullanılan seramik sistemlerinin bükülme dayanımları kıyaslandığında, IPS Empress ve Vita Enamic'in bükülme dayanımı 150-160 MPa iken, IPS e.max CAD sisteminde bükülme dayanımı 360 Mpa'dır (14, 47, 58). Kullanılacak seramik tipi değerlendirilirken destek dişin konumu ve şekli de önemlidir. Destek dişin konumu, şekli veya hastanın kapanışı nedeniyle yapılacak lamina restorasyonunun kırılma riski varsa estetikten önce dayanıklı olan lamina materyalleri tercih edilmelidir (188). Dişin konumu ve kapanış şekli, lamina restorasyonuna aşırı yük bindirmeyecek ise dayanıklılığı biraz daha düşük, estetik görünümü daha uyumlu bir lamina materyali kullanılabilir (188).

Literatürlere bakıldığında renk ile ilgili çalışmalarda birçok seramik tipi ve kalınlıkları araştırılmıştır. Cubas ve ark. larının rezin simanlarının, farklı seramik tipi ve kalınlıklarının, koyu renkli dişler üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla

yaptıkları bir çalışmada, 1, 1.5 ve 2 mm kalınlığında, Vitadur-Alpha (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), Noritake Super Porcelain EX-3 (Noritake Kizai Co., L.t.d., NG, Japan), Visison-Esthetic (Servo dental, Cologne, Germany), IPS Classic (Ivoclar Vivadent, Bendererstrasse Schaan, Liechtenstein), All Ceram (Ducera, Rosbach, Germany) ve Vintage Halo (Shofu, Shanghai, Japan) olmak üzere altı farklı seramik çeşidi kullanmışlardır. Araştırmacılar, tüm seramik tiplerinde 2 mm kalınlıkta, 1 ve 1.5 mm kalınlığa göre kullanılan rezine bağlı olmaksızın en yüksek I^*a^*b değerlerini bulmuşlardır. Ancak 2 mm porselen kalınlığı elde edecek şekilde diştten madde kaldırmak diştin pulpası açısından sakıncalı olabilir, veya her zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca amacımız diştten minimum preparasyon yapmak olmalıdır (180).

3 farklı kalınlıkta (1 mm, 1.5 ve 2 mm) IPS Empress seramik örnekler ve iki farklı kalınlıktaki (0.1 ve 0.2 mm) Variolink II rezin simanın restorasyonun final rengine etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada; 1 mm kalınlığındaki örneklerdeki değişikliğin görsel olarak fark edilebilir olduğu, 1.5 mm kalınlığındaki örneklerde ise renk farklarının azaldığı ve bu farkların sadece aletle ölçülebildiği sonucuna ulaşılmıştır. 2 mm kalınlığındaki örneklerde ise ne görsel ne de aletle herhangi bir renk değişimi gözlenmemiştir. Araştırmacılar, bizim çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak seramik restorasyon kalınlığının 1 mm altına düştüğü durumlarda, diştin renginin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır. (189).

Omar ve ark.ları, CAD/CAM bloklarından (VitaBlocks Mark II) 0.3, 0.5 ve 0.7 mm kalınlığında hazırlanan disklerini ve simantasyon için asitle ve yıka adeziv simanını (Calibra/Prime ve Bond NT) ve kendinden asitli adeziv rezin (Panavia F 2.0) simanını kullandığı bir çalışmada, simantasyon sonrası meydana gelen renk farklarını değerlendirmişlerdir. 0.3 ve 0.5 mm kalınlığındaki seramik örneklerde iki rezin simanı arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı iken, 0.7 mm kalınlığındaki seramik örneklerde iki rezin simanı arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir. 0.3 mm kalınlığındaki seramik gruplarında renk farkları $\Delta E > 3.5$ iken, 0.5 mm kalınlığındaki seramik gruplarında renk farkları $\Delta E < 3.5$ bulunmuştur. Araştırmacılar, porselen kalınlığı arttıkça ışık geçirgenliğinin azalmasına bağlı olarak, 0.7 mm kalınlığındaki seramik grubunda en az renk değişimi görüldüğünü söylemişlerdir (158). Çalışmanın sonuçları, çalışmamızın sonuçlarıyla kıyaslandığında her iki çalışmada da 0.5 mm kalınlığındaki seramik örneklerin rezin

simanlardan istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde etkilendiği bulunmuştur. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak ND2, ND3 ve ND8 grubunda ΔE değerlerinin 3.5'tan büyük bulunmasının sebebinin ΔE değerlerinin simantasyon öncesi ve sonrası değerlere göre değil, elde edilmek istenilen değerlere göre hesaplanması olabilir.

Turgut ve ark.ları rezin simanların ve seramik kalınlıklarının lamina restorasyonlarının rengi üzerine etkisini değerlendirmek için yaptıkları bir çalışmada, 0.5 ve 1 mm kalınlığında A1, A3, opak ve translusent IPS Empress Esthetic cam seramik diskleri kullanılmıştır. Bu seramikler Rely X Veneer, Variolink Veneer, Variolink II ve Maxcem Elite siman sistemlerindeki A1, A3, opak ve translusent renkleriyle yapıştırılmışlardır. Çalışmada 0.5 mm kalınlığındaki tüm seramik gruplarında en fazla renk değişimi Variolink -3 Veneer simanı ile yapıştırıldığında görülmüştür. 1 mm kalınlığındaki opak seramik tipleri ise herhangi bir rezin simandan etkilenmemiştir (176).

Azer ve ark.larının alttaki diş renginin seramik lamina restorasyonlarının rengi üzerine etkisini değerlendirdikleri bir çalışmada, 0,5 mm kalınlığında opak ve translusent olmak koşuluyla lōsit içerikli cam seramik kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre 0.5 mm kalınlığında seramiklerin seramiğin opak yada translusent olmasına bakılmaksızın alttaki dişin renginden etkilendiği görülmüştür (7). Çalışmanın sonuçları çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Literatür taraması yapıldığında, çalışmaların sonuçlarına bakıldığında 2mm kalınlığındaki porselen sistemlerinin alttaki diş renginden etkilenmediği, fakat kalınlığının 1.5 mm olduğu durumlarda renk değişimlerinin sadece aletlerle görülebilir olduğu, seramik kalınlığı 1 mm altına düştüğünde ise renk farklarının gözle görülebildiği söylenmektedir (7, 176).

Günümüzde adeziv rezin simanların, yapıştırma sonrası restorasyonda oluşturacağı final rengini önceden görebilmek ve buna uygun olacak siman rengini seçebilmek amacıyla, her adeziv sistemin kendine ait, her bir renge ilişkin deneme pastaları bulunmaktadır. Özellikle ince ve ışık geçirgenliği yüksek lamina restorasyonlarında siman renginin belirlenmesinde deneme pastaları yardımcı olabilir. Literatürde adeziv rezin simanlarla deneme pastalarının renk eşliklerinin değerlendirildiği birçok çalışma vardır. Bazı araştırmacılar deneme pastalarının

restorasyonun final rengini doğru yansıttığını savunurken (2, 181, 190), diğer araştırmacılar tam tersini savunmaktadırlar (191, 192). Bizim de adeziv rezin simanlar ile deneme pastalarının renk eşitliklerinin değerlendirilmesi için yapmış olduğumuz bir çalışmada, deneme pastalarının adeziv rezin simanlara ilişkin final rengi doğru yansıttığı sonucu bulunmuştur (193).

Çalışmalar restoratif materyallerin kalınlıklarının restorasyonun final rengine etkisinin çok fazla olduğunu göstermiştir (194-196). Lamina restorasyonun kalınlığı diştten kaldırılan doku ile sınırlandırılır. İyi bir bağlanmanın sağlanabilmesi için ideal olarak bağlanmanın mineye olması istenmektedir. Üst çene ön bölgedeki dişlerde minenin ortalama kalınlığı servikalde 0.4-0.5 mm ve insizal üçlüde ise 1-1.3 mm'dir (181). Balderamos ve ark.ları seramik lamina kalınlıklarının 0.5-1.25 mm arasında değiştiğini söylemektedirler (197). Günümüzde CAD/CAM ile 0.3 mm kalınlıkta diş kesimi yapılmadan ya da çok az doku kaldırarak seramik lamina restorasyonları yapılabilmektedir (6). Bu bilgilerin doğrultusunda çalışmamızda örnekler minimal invaziv konseptine uygun olarak 0.5 mm kalınlığında hazırlanmıştır.

Tüm seramik restorasyonların simantasyonunda genellikle kimyasal, ışıkla veya hem ışıkla hem de kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezin simanlar kullanılmaktadır. Seramik lamina restorasyonlarının simantasyonu için ışıkla polimerize olan rezin simanlar önerilmektedir. Bu simanların en önemli avantajı, hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olan veya kimyasal polimerize olan simanlar ile karşılaştırıldığında daha uzun çalışma zamanı sağlamasıdır. Ayrıca ışıkla polimerize olan rezin simanların renk stabiliteleleri diğer polimerizasyon tiplerine göre daha üstündür. Yapılan çalışmalar hem ışıkla hem de kimyasal olarak polimerize olan rezin simanların aktivasyonu sırasında, kimyasal bileşikler tersiyer aminin oksidasyonuna bağlı olarak oluşan renk değişimlerine yol açtığını bildirmişlerdir (78, 198, 199).

Seramik lamina restorasyonları ışığın %40- 50'sini geçirirler. Seramiğin kalınlığı arttıkça geçen ışığın miktarı azalır. Dolayısıyla kalın laminalarda rezinin polimerizasyon derecesi de azalmaktadır. Bu nedenle seramik kalınlığının 1.5 mm den kalın olduğu durumlarda ışığın kısmen absorbsiyonu nedeniyle hem ışıkla hem de kimyasal polimerize olan simanlar önerilmektedir (198). Literatürde farklı renkteki rezin simanların ve farklı rezin siman sistemlerinin, restorasyonun final rengine etkisinin değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır.

Kılınç ve ark. larının hem ışıkla hem de kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlarla, ışıkla polimerize olan rezin simanların tüm seramik restorasyonlarının renk stabilitelerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, ışıkla polimerize olan simanların renk stabiliteleri daha iyi bulunmuştur (84).

Cubas ve ark. larının, Chaiyabutr ve ark.larının rezin simanlarının, farklı seramik tipi ve kalınlıklarının, koyu renkli dişler üzerindeki restorasyonun rengi üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, opak ve translusent iki farklı rezin siman ve 1, 1,5 ve 2 mm seramik kalınlıkları kullanılmıştır. Çalışmada alttaki koyu rengi maskelemek için en uygun kombinasyonun 2 mm seramik kalınlığı ve opak rezin simanı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (177, 180).

Xing ve ark. larının rezin simanların ve deneme pastalarının estetik etkisini değerlendirmek için yaptıkları bir diğer çalışmada ise rezin simanların, kullanılan seramiğin kalınlığına bağlı olarak restorasyonun final rengini etkilediği sonucu bulunmuştur. Örneklerin yapıştırılmasında beş farklı renkte Rely X Veneer adeziv simanı kullanılmıştır. 0.5 mm kalınlığındaki seramik örneklerdeki renk değişimleri 0.8 ve 1 mm kalınlığındaki seramik örneklerle kıyasla çok daha fazladır. Bunun nedeni seramik kalınlığının azalmasıyla ışık geçirgenliğinin artmasıdır(181). Xing ve ark. larının çalışmasının sonuçları ile çalışmamızın sonuçları paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda 0.5 mm kalınlığındaki seramik lamina örneklerinin yapıştırılması için ışıkla polimerize olan bir rezin siman (Variolink Veneer) kullanıldı. Bu rezin simanın 7 farklı ışık geçirgenliği ve renk seçeneği vardır. Bunlar +3, +2, +1, 0, -1, -2 ve -3 'tür. + renkler yüksek value değerine sahiptir ve +3 içlerinde en opak olanıdır. 0 ise en translusent olan rezin siman rengidir. + renkler ile restorasyonun rengini açabilirken, – renkler ile restorasyonun rengi koyultulabilir. Çalışmamızda amacımız A1 renkli restorasyonlar elde etmek olduğu için 0,+1 ve +3 rezin siman renkleri tercih edildi.

Çalışmamızda, rezin siman kalınlığının standardilize edilebilmesi için tüm örnekler paralelometre ile sabit bir basınç altında yapıştırılmıştır. Literatürde farklı rezin siman kalınlıklarının (0.1, 0.2, 0.3 mm) restorasyonun final rengine etki ettiğini savunan çalışmalar vardır. Fakat bunun tersini savunan araştırmacılar da vardır.

Rezin siman kalınlığı arttıkça siman opaklaşmaktadır (177, 200). Bu parametre, yapıştırma sırasında sadece diş hekimi tarafından kontrol edildiği için rengin doğru elde edilmesinde bir prosedür olarak göz önünde bulundurulamayabilir.

Diş hekimliğinde rengin ve renk değişimlerinin değerlendirilmesi görsel olarak veya ölçüm cihazları ile yapılabilmektedir. Görsel olarak yapılan renk değerlendirmelerinin, ölçüm cihazlarına göre daha sübjektif olması ve ölçüm cihazlarının daha güvenilir, tekrarlanabilir ve sayısal sonuçlar verebilmesi nedeniyle in vitro çalışmalarda renk ölçüm cihazları daha çok tercih edilmektedir (201, 202).

Ölçüm cihazları ile iki obje arasındaki renk farklılıkları değerlendirilebilir. Ölçüm cihazları rengin değerlendirilmesi için CIE L*a*b* renk sistemini kullanmaktadır. ΔE , CIE L*a*b* renk sistemine göre hazırlanmış renk değişimi formülüdür. O'Brien'in sınıflamasına göre ΔE 'nin 3.5'tan yüksek olması klinik olarak kabul edilebilir bir değer değildir (189, 202).

Renk değişimlerinin değerlendirilmesi için spektrofotometreler ve kalorimetreler in vitro çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadırlar. Seghi ve ark. yaptıkları çeşitli araştırmalar sonucu kolorimetre ve spektrofotometre ölçümleri arasında belirgin bir fark olmadığını söylemişlerdir (201, 203).

Xing ve ark. Öztürk ve ark. Barath ve ark. Kiliç ve ark. Omar ve ark. Nogueira ve ark. Ozturk ve ark. Aiqahani ve ark. Alghazzawi ve ark. Chang ve ark. renk ile ilgili çalışmalarında spektrofotometreleri kullanırken, Barizon ve ark. Turgut ve ark. Azer ve ark. Shokry ve ark. Cubas ve ark. kolorimetreleri kullanmışlardır (158, 160, 176, 180, 181, 204, 205).

Pusateri ve ark. dört farklı renk ölçüm cihazının güvenilirliğini ve doğruluğunu karşılaştırdığı bir çalışmada, spektrofotometrelerin doğruluğunun kolorimetrelere göre daha iyi olduğunu bulmuşlardır (206).

Çalışmamızda seramikler arası renk farkını ölçebilen ve bu renk farklarını (ΔE değerleri) sayısal olarak göstererek, istatistiksel olarak ölçülmesine olanak sağlayan, kontakt tipi bir spektrofotometre olan Vita Easyshade kullanılmıştır. Çalışmada rezin simanların, alttaki diş renklerinin ve seramik tiplerinin restorasyonun final rengine etkisini değerlendirmede ΔE değerleri kullanılmıştır. Çalışmamızda oluşan renk farkları (ΔE değerleri) O'Brien'in yapmış olduğu sınıflandırmaya göre

değerlendirilmiştir. ΔE değerinin >3.5 'ten olduğu durumlarda oluşan renk farkları klinik olarak kabul edilemeyen, klinik olarak uyumsuz şeklinde yorumlanmıştır.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında ΔE 'nin hesaplanması için bizim çalışmamızdan farklı bir yöntem izlendiği görülmüştür. Aiqahani ve arkları, ΔE 'nin hesaplanabilmesi için önce alt yapıları ölçmüştür. Daha sonra alt yapılar üzerine seramik örnekler farklı rezin simanlarla yapıştırılarak, ölçümler tekrarlanmıştır ve ΔE değerleri hesaplanmıştır (178).

Turgut ve arklarının, Öztürk ve arklarının yaptıkları bir diğer çalışmada ise ilk olarak seramik örnekler ölçülmüştür. Daha sonra rezin siman ile seramik örnekler yapıştırıldıktan sonra ölçümler tekrarlanarak ΔE hesaplanmıştır (160, 176, 179).

Çalışmamızda ise ΔE 'nin hesaplanması için daha farklı bir yöntem kullanılmıştır. Hasta açısından lamina restorasyonlarının renginin, hastanın dişine yapıştırılmadan önce herhangi bir önemi yoktur. Önemli olan restorasyon yapıştırıldıktan sonra alttaki diş, rezin siman ve seramik restorasyon bütününe oluşturduğu, gözümüze görünen renktir. Bu nedenle yapıştırmadan önce seramiğin renginin ölçülmesinin bir önemi yoktur. Bu yüzden çalışmamızda ölçümler, seramik lamina örnekler, diş temsil eden alt yapılara farklı rezin simanlarla yapıştırıldıktan sonra yapılmıştır. Elde etmeye çalıştığımız renk A1 olduğu için A1 renginin $L^*a^*b^*$ değerleri de kullanılarak ΔE hesaplanmıştır.

Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde, ND1 grubunda; yani alttaki dişin açık renkli olduğu durumda, tüm rezin simanlar için (0,+1,+3), e.max CAD MO ve e.max CAD Opal grubu hariç tüm ΔE değerleri <3.5 olarak bulunmuştur. Seramik tipleri ve rezin simanları arasındaki farklar da istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0.001$). 0 rezin simanı için en düşük ΔE değeri ($\Delta E = 1,08$) e.max CAD Value seramik tipinde görülmüştür. Value'yu, Vita Enamic ($\Delta E= 2,31$), Empress ($\Delta E=2,71$), e.max CAD LT ($\Delta E =2,99$) izlemektedir.

ND1 grubunda, +1 rezin simanı için en düşük ΔE değeri ($\Delta E= 1,19$) e.max CAD Value seramik tipinde görülmüştür. Bunu e.max CAD LT ($\Delta E= 2,24$), Empress ($\Delta E=2,33$) ve Vita Enamic ($\Delta E=2,46$) takip etmektedir.

+3 rezin simanı için en düşük ΔE değeri ($\Delta E=1,69$) e.max CAD Value seramik tipinde görülmüştür. Bunu Vita Enamic ($\Delta E= 2,37$), e.max CAD LT ($\Delta E=2,49$) takip etmektedir. Seramik tipleri arasında görülen bu farklılık, materyalin kendi optik

özelliklerine bağlı olabilir. Bir materyalin optik özellikleri o materyalin cam fazına, kristalin fazına, kristallerin şekline, kimyasal içeriğine, kristaller ile matriks arasındaki kırılma indisine bağlıdır. Seramiklerin ışık geçirgenliği ve rengi, kristaller ile matriks arasındaki kırılma indisi farklılığından ve pigmentlerden de etkilenebilir. Bu faktörler ışığın yayılmasını ve dağılmasını etkiler (178). Küçük kristaller (yaklaşık 0.1 mikron) daha az opaktır, büyük kristaller (yaklaşık 10 mikron) yüzeyde yansımaya, kırılmaya ve absorpsiyona sebep olur (155).

Görünür ışığın dalga boyu 0.4-0.7 μm arasında değişmektedir. Seramik materyalleri de bu dalga boyundan daha büyük veya küçük kristaller içermektedirler. Kristallerin boyutu görünür ışığın dalga boyundan büyükse, kristallerin yüzeyinden ışık kırılır ve yansır, ışığın dağılmasına sebep olur (178). IPS e.max CAD Value yüksek ışık iletimine sahip yarı geçirgen bir materyaldir. Her dört grupta da en iyi sonucun IPS e.max CAD Value seramiği ile elde edilmesinin, materyalin kendi kimyasal bileşiminden, kristal miktarından, şeklinden ve içerdiği pigmentlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat, literatürler tarandığında yeni geliştirilen bu impulse bloklarla hazırlanan lamina restorasyonları ile ilgili henüz herhangi bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Bu nedenle çalışmamızın bu özgün tarafının iyice desteklenebilmesi için daha fazla araştırmaya gerek vardır.

Çalışmamızda, 0, +1 ve +3 rezin simanları değerlendirildiğinde, her üç rezin simanının farklı seramik tipleri ile kombinasyonlarında farklı renk değerleri gösterdiği bulunmuştur. Örneğin ND1 grubunda, Vita Enamic için, 0 rezin simanı kullanıldığında oluşan (renk farkı) ΔE 2.31, +1 rezin simanı kullanıldığında oluşan (renk farkı) ΔE 2.46, +3 rezin simanı kullanıldığında oluşan (renk farkı) ΔE ise 2.37'dir. +3 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkının en az olması beklenirken 0 rezin simanı kullanıldığında oluşan renk farkı en düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar diğer seramik gruplarında da benzerlik göstermektedir. Resin simanlarının seramik tipleri üzerindeki etkileri açısından, herhangi bir doğru orantı bulunmamaktadır. Kompozit resin simanlar multifaz materyallerdir. Materyalin içindeki farklı miktarlardaki inorganik doldurucular materyalin tamamından farklı bir kırılma indisi oluşturur ve bu da ışığın dağılmasını ve sonuçta ışık geçirgenliğini etkiler. Çalışmamızda resin simanlar arasında görülen farklı sonuçların sebebinin, resin simanların içindeki farklı bileşimlere bağlı olarak, bu simanların, ışık

geçirgenlikleri değişik seramik tipleri ile etkileşimlerinin farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (158).

ND2, ND3 ve ND8 gruplarında ise tüm seramik tiplerinde, kullanılan rezin simana bakılmaksızın ΔE değerleri >3.5 bulunmuştur. A1 rengine ulaşamamıştır. Çalışmamızın sonuçlarının ND2, ND3, ND8 grupları için 0.5 kalınlığında porselen kullanıldığı için bu şekilde çıktığı düşünülmektedir. Seramik inceldikçe opaklığı azalır ve ışık geçirgenliği artar. Materyalden geçen ışık miktarı artar. Bu nedenle alttaki dişin rengi daha önemli bir hale gelir (176).

Üretici firma alttaki dişin maskelenmesi gerektiği durumlarda e.max CAD MO cam seramik blokları önermektedir. Fakat çalışmamızın sonuçlarına göre, MO cam seramik bloklarının üretici tarafından opak olduğu bildirilmesine rağmen, inceldikçe ışık geçirgenliği artarak rengi maskeleyememiştir. Bu nedenle alttaki rengin maskelenmek istendiği durumlarda e.max CAD MO bloklar ya 0.5 mm'den daha kalın ya da üstüne tabakalama porseleni uygulanarak kullanılmalıdır. İleri çalışmalarda IPS e.max CAD MO bloklarının farklı kalınlıkları kullanılarak alttaki rengi maskeleme özelliği değerlendirilebilir.

Opal bloklar üretici firma tarafında sadece minede kullanılmak üzere önerilmektedir. Çalışmamızın sonuçlarına göre, e.max CAD Opal seramiği ile alttaki diş koyu da olsa açık da olsa klinik olarak kabul edilebilir ΔE değerlerine ulaşamamıştır. Bunun sebebi, materyalin ışık geçirgenliğinin çok fazla olması nedeniyle value değerinin düşmesi, alttaki diş rengini yansıtmaması ve istenilen A1 renginin value değerine ulaşamaması olarak düşünülmektedir.

Çalışmamızda tek porselen kalınlığı kullanılmıştır ve sadece ışıkla polimerize olan bir rezin siman ile yapıştırılmıştır. Tek bir adeziv sistemin üç farklı ışık geçirgenliğinde olanları tercih edilmiştir. Hastalar genellikle açık renkli dişlere sahip olmak istedikleri için referans olarak A1 rengi tercih edilmiştir. İleri araştırmalarda rengin değerlendirilebilmesi için farklı renkler, farklı sistemler ve farklı kalınlıktaki seramikler değerlendirilebilir. Seramik örnekler, ölçümlerin daha doğru yapılabilmesi için düz yüzeyli hazırlanmıştır. İleri araştırmalarda örnekler diş şeklinde hazırlanarak renk analizleri yapılabilir. Renk uyumu ile ilgili birçok in vitro çalışma yapılmasına rağmen, renk parametrelerinin değerlendirilmesinde randomize kontrollü çalışmalar da gereklidir. Bu nedenle in vitro çalışmalar in vivo desteklenebilir (180).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmamızın sonuçlarını değerlendirdiğimizde:

1. Alttaki dişin rengi, farklı ışık geçirgenliğindeki rezin simanlar ve farklı ışık geçirgenliğindeki seramik tipleri 0.5 mm kalınlığındaki ince lamina restorasyonlarının final rengini anlamlı bir şekilde etkilemektedir.

2. 0.5 mm kalınlığındaki ince lamina restorasyonları yapılırken, alttaki dişin rengi koyulaştıkça oluşan renk farkları (ΔE) artmaktadır.

3. A1 rengi gibi açık renkli dişlerde şekil, form düzeltme ya da diastema kapatmak için 0.5 mm kalınlıkta ince lamina restorasyonları tercih edilebilir. Bu durumda lamina restorasyonu yapılırken A1 rengi elde etmek için en iyi kombinasyon, 0 rezin simanı yani translusent bir rezin simanı ile IPS e.max CAD Value seramiği kullanılarak elde edilmektedir.

4. ND1 grubunda, kullanılan rezin simana bakılmaksızın e.max CAD Opal ve e.max CAD MO seramiği kullanıldığında oluşan renk değişimleri $\Delta E > 3.5$ olup klinik olarak kabul edilir değerin üstündedir. Klinikte bu materyaller seçilirken çok dikkat edilmelidir. IPS e.max MO seramiği üretici firma tarafından renklenmiş dişlerde önerilmesine rağmen çalışmamızda açık renkli dişlerde bile güzel sonuçlar göstermemiştir. Bu nedenle bu seramik tipi kullanılırken seramiğin kalınlığı arttırılabilir ya da tabakalama tekniği ile kullanılabilir.

5. Diş renginin gittikçe koyulaştığı ND2, ND3 ve ND8 gruplarında da en iyi sonuçlar IPS e.max CAD Value seramiği ile elde edilmesine rağmen, tüm gruplarda simantasyon sonrası oluşan renk farkları $\Delta E > 3.5$ olup klinik olarak kabul edilir değerin üstündedir. Renk değişimi görsel olarak fark edilebilir. Bu nedenle

renklenmiş dişlerde alttaki rengin maskelenebilmesi için daha fazla kesim yapmak ve seramik kalınlığını arttırmak önerilebilir.

6. Farklı ışık geçirgenliğine sahip seramik yapılarında simantasyon sonrası oluşan renk değişimleri birbirinden farklıdır. Diş hekimi, seramik tipini seçerken restorasyonun simantasyon sonrası oluşacak final rengini de dikkate almalıdır. Bunun için deneme pastaları kullanılabilir.

7. Farklı ışık geçirgenliğine sahip rezin simanların aynı seramik grubunda kendi içinde ve farklı seramik grupları arasında oluşan renk farkları istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu nedenle 0.5 mm gibi ince bir lamina restorasyonu planlanıyorsa alttaki dişin rengi, kullanılan rezin siman ve seramik tipi bir bütün olarak düşünülererek materyal seçiminde dikkatli olunmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Azer SS, Ayash GM, Johnston WM, Khalil MF, Rosenstiel SF. Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. J Prosthet Dent 2006;6:397-401.
2. Alghazali N, Laukner J, Burnside G, Jarad FD, Smith PW, Preston AJ. An investigation into the effect of try-in pastes, uncured and cured resin cements on the overall color of ceramic veneer restorations: an in vitro study. J Dent 2010;38:78-86.
3. Garber D. Porcelain laminate veneers: ten years later. Part I: Tooth preparation. J Esthet Dent 1993;5(2):56-62.
4. Pamir AD, Hasanreisoglu U. Laminate veneer restorasyonlar. A. Ü. Diş Hek Fak Derg 1986;13:99-107.
5. Horn HR. Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel. Dent Clin North Am 1983;27(4):671-84.
6. Schmitter M, Seydler BB. Minimally invasive lithium disilicate ceramic veneers fabricated using chairside CAD/CAM: a clinical report. J Prosthet Dent 2012;107(2):71-4.
7. Azer SS, Rosenstiel SF, Seghi RR, Johnston WM. Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. J Prosthet Dent 2011;106(3):179-83.
8. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: effects of foundation restoration. J Prosthet Dent 2013;110(6):501-9.
9. Faunce FR, Myers DR. Laminate veneer restoration of permanent incisors. J Am Dent Assoc 1976;93(4):790-2.
10. Zaimoglu A, Karaagaciloglu L. Microleakage in porcelain laminate veneers. J Dent 1991;19(6):369-72.
11. Bölükbaşı İA. Farklı Preparasyon Teknikleri Uygulanmış Kompozite Laminate Veneer Restorasyonların İncelenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2011.
12. Weinstein AR. Esthetic applications of restorative materials and techniques in the anterior dentition. Dent Clin North Am 1993;37(3):391-409.
13. Kalender A. Kompozit ve Porselen Laminate Veneer Restorasyonların Uzun Dönem Klinik İncelemesi, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2006.
14. Scientific Documentation. Vita Enamic for Cerec/InLab. 2013;(5).

15. Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater* 2013;29(4):419-26.
16. McLean JW. The science and art of dental ceramics, Vol:I The Nature of Dental Ceramics and Their Clinical Use. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1979.
17. MacCulloch WT. Advances in dental ceramics. *Br Dent J* 1968;8:361-5.
18. Anusavice KJ. Philips' Science of Dental Materials. 11. Edition. Elsevier Mosby, St. Louis 2003;655-719.
19. Jones DW. Development of dental ceramics. An historical perspective. *Dent Clin North Am* 1985;29(4):621-44.
20. McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent* 2001;85(1):61-6.
21. McLean JW, Hughes TH. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J* 1965;119(6):251-67.
22. McLean JW, Kedge MI. High strength ceramics. *Quintessence Int* 1987;18(2):97-106.
23. Shillingburg HT, Jocabi R, Brackett ES. Fundamentals of Toot Preparations. Chicago: Quintessence Publishing Co;1987:295-320.
24. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1988;117(6):715-20.
25. Otto T, De Nisco S. Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont* 2002;15(2):122-8.
26. Dong JK, Luthy H, Wohlwend A, Scharer P. Heat-pressed ceramics: technology and strength. *Int J Prosthodont* 1992;5(1):9-16.
27. Toksavul S, Ulusoy M, Yılmaz G. Tüm Seramik Kronlar. *Ege Üni Diş Hek Fak Derg* 1993;14: 21-26.
28. Claus H. Vita In-Ceram, a new system for producing aliminium oxide crown and bridge substructures. *Quintessence Zahntech* 1990;16:35-46.
29. Andersson M, Oden A. A new all-ceramic crown. A dense-sintered, high-purity alumina coping with porcelain. *Acta Odontol Scand* 1993;51(1):59-64.
30. Qualtrough AJ, Piddock V. Ceramics update. *J Dent* 1997;25(2):91-5.

31. Wildgoose DG, Johnson A, Winstanley RB. Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. J Prosthet Dent 2004;91(2):136-43.
32. Nayır E. Diş Hekimliği Maddeler Bilgisi (John McCabe). 7. Baskı, İstanbul, 1999.
33. Rosenblum MA, Schulman A. A review of all-ceramic restorations. J Am Dent Assoc 1997;128(3):297-307.
34. Kanat B. Farklı yöntemlerle üst yapıları hazırlanan zirkonya destekli kron restorasyonlarının kırılma dayanımlarının araştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2013.
35. Akın E. Dişhekimliğinde Porselen. 2. Baskı, İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1983.
36. Barghi N, Richardson JT. A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. J Prosthet Dent 1978;39(3):282-4.
37. Başbuğ S, Gözneli R. Tam Seramik Sistemler: KONVANSİYONEL YÖNTEMLER. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2012;6:147-154.
38. Yaluğ S, Nalbant L. Porselen Laminate Veneer Yapım Yöntemleri. Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg 1998;1:56-58.
39. Crispin BJ, Hewlitt ER, JO TH, Hobo S, Hornbrook DS. Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals. Chicago: Quintessence Pub Co; 1994.
40. Yen TW, Blackman RB, Baez RJ. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. J Prosthet Dent 1993;70(3):224-33.
41. Kern M, Douglas WH, Fechtig T, Strub JR, DeLong R. Fracture strength of all-porcelain, resin-bonded bridges after testing in an artificial oral environment. J Dent 1993;21(2):117-21.
42. Mormann WH, Bindl A. All-ceramic, chair-side computer-aided design/computer-aided machining restorations. Dent Clin North Am 2002;46(2):405-26.
43. Şener D, Türker B. Kimyasal yapılarına göre tam seramik restorasyonlar. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2009;19(1):61-7.

44. Kingery WD, Bowen HK, Uhlmann DR. Introduction to Ceramics. 2nd Ed. New York: John Wiley & Sons Ltd; 1976.
45. Goldstein GR, Barnhard BR, Penugonda B. Profilometer, SEM, and visual assessment of porcelain polishing methods. J Prosthet Dent 1991;65(5):627-34.
46. McLean JW. Dental Ceramics. Proceedings of the First International Symposium on Dental Ceramics. Chicago: Quintessence Publishing Co;1983.
47. Ivoclar report. IPS Empress ceramic. 1994;10.
48. Pini NP, Aguiar FH, Lima DA, Lovadino JR, Terada RS, Pascotto RC. Advances in dental veneers: materials, applications, and techniques. Clin Cosmet Investig Dent 2012;4:9-16.
49. Phillips RW. Dental ceramics, Science of dental materials. 9th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 1991.
50. Naylor WP, Beatty MW. Materials and techniques in fixed prosthodontics. Dent Clin North Am 1992;36(3):665-92.
51. Fradeani M, Aquilano A. Clinical experience with Empress crowns. Int J Prosthodont 1997;10(3):241-7.
52. Della Bona A, Mecholsky JJ, Jr., Anusavice KJ. Fracture behavior of lithia disilicate- and leucite-based ceramics. Dent Mater 2004;20(10):956-62.
53. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. J Prosthet Dent 1996;75(1):18-32.
54. Probst L, Diehl J. Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restorations. Quintessence Int 1992;23(1):25-31.
55. Blatz MB. Long-term clinical success of all-ceramic posterior restorations. Quintessence Int 2002;33(6):415-26.
56. Beham G. IPS-Empress: A new ceramic technology. Ivoclar Vivadent Report, 1990;6.
57. McLean JW. New dental ceramics and esthetics. J Esthet Dent 1995;7(4):141-9.
58. Ivoclar report. IPS Empress 2. 1998;(12).
59. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. J Am Dent Assoc 2010;6:141.

60. Dunder M, Gungor MA, Cal E. Multidisciplinary approach to restoring anterior maxillary partial edentulous area using an IPS Empress 2 fixed partial denture: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2003;89(4):327-30.
61. Şenyılmaz P, Çiftçi Y, Canay Ş, Şiranlı A. Tam seramik restorasyonlar. *Akademik Dent Diş Hek Derg* 2004;6(2):32-7.
62. Tinschert J, Zvez D, Marx R, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. *J Dent* 2000;28(7):529-35.
63. Chen YM, Smales RJ, Yip KH, Sung WJ. Translucency and biaxial flexural strength of four ceramic core materials. *Dent Mater* 2008;24(11):1506-11.
64. Scientific Documentation IPS e.max. Ivoclar Vivadent AG Research and Development Scientific Services. 2005;9.
65. Scientific Documentation IPS e.max CAD Impulse. Ivoclar Vivadent AG Research and Development Scientific Services. 2011.
66. Yavuzylmaz H, Turhan B, Bavbek B, Kurt E. Tam Seramik Sistemleri II. *G Ü Diş Hek Fak Derg*. 2005;22:49-60.
67. Wohlwend A, Strub JR, Scharer P. Metal ceramic and all-porcelain restorations: current considerations. *Int J Prosthodont* 1989;2(1):13-26.
68. Scientific documentation. Vita Suprinity for Cerec/inLab. 2013.
69. Karakoca S, Yılmaz H. Zirconium and use in fixed dentures. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2006:36-44.
70. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24(3):299-307.
71. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1999;81(2):135-41.
72. Anusavice KJ. Informatics systems to assess and apply clinical research on dental restorative materials. *Adv Dent Res* 2003;17:43-8.
73. Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal and flexural integrity of three classes of luting cement, with early finishing and water storage. *Dent Mater* 2004;20(1):3-11.
74. De la Macorra JC, Pradies G. Conventional and adhesive luting cements. *Clin Oral Investig* 2002;6(4):198-204.
75. Didier D, Spreafico R. Adhesive Metal-Free Restorations: Current Concepts for the Esthetic Treatment of Posterior Teeth. Quintessence Publishing Co; 1999.

76. White SN, Yu Z, Kipnis V. Effect of seating force on film thickness of new adhesive luting agents. *J Prosthet Dent* 1992;68(3):476-81.
77. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi*. A.Ü. Basımevi, Ankara, 1993; s. 93-200.
78. Bektaş ÖÖ, Siso ŞH, Eren D. Işık Kaynakları, Polimerizasyon ve Klinik Uygulamalar. *EÜ Diş Hek Fak Derg.* 2006;27:117-24.
79. Santos MJ, Mondelli RF, Francischone CE, Lauris JR, de Lima NM. Clinical evaluation of ceramic inlays and onlays made with two systems: a one-year follow-up. *J Adhes Dent* 2004;6(4):333-8.
80. Ogunyinka A. The bond of two adhesive resins to alumina blasted and heat-treated gold alloy surfaces. *J Oral Rehabil* 2000;27(5):403-6.
81. Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Oper Dent* 1993;18(2):48-55.
82. Myers ML, Caughman WF, Rueggeberg FA. Effect of restoration composition, shade, and thickness on the cure of a photoactivated resin cement. *J Prosthodont* 1994;3(3):149-57.
83. Braga RR, Ballester RY, Carrilho MR. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentin bonding using dual-cure cements. *J Prosthet Dent* 1999;81(3):285-9.
84. Kilinc E, Antonson SA, Hardigan PC, Kesercioglu A. Resin cement color stability and its influence on the final shade of all-ceramics. *J Dent* 2011;39.
85. Barghi N, McAlister EH. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24(7):497-500.
86. Hackman ST, Pohjola RM, Rueggeberg FA. Depths of cure and effect of shade using pulse-delay and continuous exposure photo-curing techniques. *Oper Dent* 2002;27(6):593-9.
87. Moraes RR, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA, Puppini-Rontani RM, Ogliari FA, Piva E. Light-activation of resin cement through ceramic: relationship between irradiance intensity and bond strength to dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008;85(1):160-5.
88. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent* 2000;28(3):163-77.
89. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent* 2008;10(4):251-8.

90. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003;89(3):268-74.
91. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. *J Prosthet Dent* 1999;81(5):597-609.
92. Zaimoğlu A, Can G. Sabit Protezler. A Ü Diş Hek Fak Yayınları, Ankara, 2004.
93. Torneck CD. Dentin-pulp complex. In: Ten Cate AR (ed) *Oral Histology. Development, Structure and Function*. 4th Ed. Mosby, St. Louis 1994;169-217.
94. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34(6):849-53.
95. Schwartz RS, Summit JB, Robbins W, Santos JD. *Fundamentals of Operative Dentistry*. USA: Quintessence Publishing Co, 1996:141-86.
96. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84(2):118-32.
97. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003;28(3):215-35.
98. Swift EJ, Jr. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24(5):456-61.
99. Milia E, Cumbo E, Cardoso RJ, Gallina G. Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des* 2012;18(34):5542-52.
100. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J* 2005;24(1):1-13.
101. Perdigao J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part I--microtensile bond strengths. *J Adhes Dent* 2006;8(6):367-73.
102. Silva e Souza MH, Jr., Carneiro KG, Lobato MF, Silva e Souza Pde A, de Goes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci* 2010;18(3):207-14.
103. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27(1):17-28.

104. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil* 2011;38(4):295-314.
105. Ibarra G, Johnson GH, Geurtsen W, Vargas MA. Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. *Dent Mater* 2007;23(2):218-25.
106. Taschner M, Frankenberger R, Garcia-Godoy F, Rosenbusch S, Petschelt A, Kramer N. IPS Empress inlays luted with a self-adhesive resin cement after 1 year. *Am J Dent* 2009;22(1):55-9.
107. Uludamar A, Aygün Ş. Tam Seramik Restorasyonların Simantasyonu. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2011;21(2):150-62.
108. Dayangaç GB. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Güneş Kitapevi, Ankara, 2000.
109. Tirlet G, Crescenzo H, Crescenzo D, Bazos P. Ceramic adhesive restorations and biomimetic dentistry: tissue preservation and adhesion. *Int J Esthet Dent* 2014;9(3):354-69.
110. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. 4th ed. Missouri: Mosby, St. Louis 2002; 235-61.
111. Dayangaç B, Özgünaltay G. Kompozit rezinlerde polimerizasyon büzülmesi. *Ege Üniv Dis Hek Derg* 1992;(13):45-8.
112. Kerby RE, Knobloch LA, Clelland N, Lilley H, Seghi R. Microtensile bond strengths of one-step and self-etching adhesive systems. *Oper Dent* 2005;30(2):195-200.
113. Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent* 1992;5:111-24.
114. Macari S, Goncalves M, Nonaka T, Santos JM. Scanning electron microscopy evaluation of the interface of three adhesive systems. *Braz Dent J* 2002;13(1):33-8.
115. Montes MA, de Goes MF, Sinhoreti MA. The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: a SEM evaluation. *Oper Dent* 2005;30(2):201-12.
116. Cardoso Pde C, Loguercio AD, Vieira LC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. *J Adhes Dent* 2005;7(2):143-9.

117. Uludamar A, Akalın B, Özkan YK. Zirkonyum Esaslı Tam Seramik Restorasyonlarda Simantasyon Öncesi Yüzey İşlemleri. *Cumhuriyet Dent J* 2011;14(2):140-53.
118. Hayakawa T, Horie K, Aida M, Kanaya H, Kobayashi T, Murata Y. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. *Dent Mater* 1992;8(4):238-40.
119. Kern M, Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability. *J Prosthet Dent* 1995;73(3):240-9.
120. Lung CY, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater* 2012;28(5):467-77.
121. Akisli I, Ozcan M, Nergiz I. Resistance of core materials against torsional forces on differently conditioned titanium posts. *J Prosthet Dent* 2002;88(4):367-74.
122. Lacy AM, LaLuz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. *J Prosthet Dent* 1988;60(3):288-91.
123. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. *Oper Dent* 1998;23(5):250-7.
124. Della Bona A, Anusavice KJ, Hood JA. Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. *Int J Prosthodont* 2002;15(3):248-53.
125. Saracoglu A, Cura C, Cotert HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. *J Oral Rehabil* 2004;31(8):790-7.
126. Matinlinna JP, Lassila LV, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont* 2004;17(2):155-64.
127. Alex G. Preparing porcelain surfaces for optimal bonding. *Compend Contin Educ Dent* 2008;29(6):324-35; quiz 336.
128. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *J Oral Rehabil* 2005;32(2):128-33.
129. Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 2003;19(8):725-31.
130. Yoshida K, Yamashita M, Atsuta M. Zirconate coupling agent for bonding resin luting cement to pure zirconium. *Am J Dent* 2004;17(4):249-52.

131. Burke FJ. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns: the effect of increased tooth preparation. *Quintessence Int* 1996;27(2):115-21.
132. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48(2):v, 341-58.
133. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. 1973. *J Prosthet Dent* 2001;86(5):453-7.
134. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th Ed. Mosby, St. Louis 2006.
135. Paravina RD, Powers JM. *Esthetic Color Training in Dentistry*. Elsevier Mosby, St. Louis 2004.
136. Barghi N, Goldberg. Porcelain shade stability after repeated firing. *J Prosthet Dent* 1977;37(2):173-5.
137. Belli E, Kesim BS. Dişhekimliğinde Işık, Renk ve Renk Seçimi. *Selçuk Üni Diş Hek Fak Derg* 1996;6:48-55.
138. Jahangiri L, Reinhardt SB, Mehra RV, Matheson PB. Relationship between tooth shade value and skin color: an observational study. *J Prosthet Dent* 2002;87(2):149-52.
139. McLean JW, Preston J. *Dental Ceramics*. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1983.
140. Ulusoy M, Toksavul S. Krom Köprü Çalışmalarında Diş Renginin Önemi ve Renkle İlgili Temel Kavramlar. *Ege Üni Diş Hek Fak Derg* 1992;13:29-36.
141. Mayekar SM. Shades of a color. Illusion or reality? *Dent Clin North Am* 2001;45(1):155-72.
142. Nohl FS, Steele JG, Wassell RW. Crowns and other extra-coronal restorations: aesthetic control. *Br Dental J* 2002;192(8):443, 5-50.
143. O'Brien WJ. *Color Apperance, Dental Materials and Their Selection*. 2nd Ed. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1997.
144. Ubassy G. *Shape and Color*. Hong Kong: Quintessence Publishing Co 1993.
145. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23(5):467-79.
146. O'Brien WJ. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd Edition. Quintessence Co Illinois 2002;28,31.
147. Reis M. *Shade Selection and Colour. Report-Research and Development Ivoclar-Vivadent*. 2000;13:18-24.

148. Scharer P, Rinn LA, Kopp FR. Esthetic Guideliness for Restorative Dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Co,1982:13-26.
149. Combe EC. Notes On Dental Materials. 5th Edition. Edinburg: Churchill Livingstone, 1986:39-46 / 93-104 / 227-34.
150. Aladağ A. Renk anahtarları kullanılarak renk seçimi yapılmış metal destekli seramik kronların, doğal dişe göre renk uyumlarının araştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2003.
151. Fischer J. Esthetics and prosthetics. Germany: Quintessence Publishing Co; 1999.
152. Liu MC, Aquilino SA, Lund PS, Vargas MA, Diaz-Arnold AM, Gratton DG, et al. Human perception of dental porcelain translucency correlated to spectrophotometric measurements. J Prosthodont 2010;19(3):187-93.
153. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. Int J Prosthodont 1995;8(1):79-86.
154. Adolphi D. Natural Esthetics. Quintessence Publishing Co;1881.
155. Bagis B, Turgut S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. J Dent 2013;41(3):24-30.
156. Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. Dent Mater 2011 Jan;27(1):97-108.
157. Dozic A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. J Prosthet Dent 2003;90(6):563-70.
158. Omar H, Atta O, El-Mowafy O, Khan SA. Effect of CAD-CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. J Dent 2010;38(2):95-99.
159. Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. J Prosthet Dent 2013;110(1):14-20.
160. Ozturk E, Chiang YC, Cosgun E, Bolay S, Hickel R, Ilie N. Effect of resin shades on opacity of ceramic veneers and polymerization efficiency through ceramics. J Dent 2013;41(5):8-14.
161. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. J Prosthet Dent 2014;111(1):42-50.
162. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş Hekimliğinde Renk Seçimi. Hacettepe Diş Hek Fak Derg 2009;33(4):52-8.

163. Van Der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmits WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990;63(2):155-62.
164. Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008;99(5):361-8.
165. Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil* 2004;31(5):483-91.
166. Poravina RD, Powers JM. *Esthetic color training in dentistry*. 1 st ed. China: Elsevier Mosby. 2004.
167. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials*. 12 th ed. USA: Elsevier Mosby. 2006.
168. Cho BH, Lim YK, Lee YK. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and Shade Vision System. *Dent Mater* 2007;23(10):1307-12.
169. Cal E, Guneri P, Kose T. Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *J Oral Rehabil* 2006;33(3):221-8.
170. Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2005;93(2):129-37.
171. Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Prosthet Dent* 2009;101(1):40-5.
172. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38(2):2-16.
173. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2002;87(6):657-66.
174. Heydecke G, Zhang F, Razzoog ME. In vitro color stability of double-layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent* 2001;85(6):551-7.
175. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 2002;88(6):585-90.

176. Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2013;109(3):179-86.
177. Chaiyabutr Y, Kois JC, Lebeau D, Nunokawa G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *J Prosthet Dent* 2011;105(2):83-90.
178. Aiqahatani MQ, Aijurais RM, Aishaafi MM. The effects of different shades of resin luting cements on the color of ceramic veneers. *Dent Mater J* 2012;31(3):354-61.
179. Turgut S, Bagis B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *J Dent* 2011;39(3):57-64.
180. De Azevedo Cubas GB, Camacho GB, Demarco FF, Pereira-Cenci T. The Effect of Luting Agents and Ceramic Thickness on the Color Variation of Different Ceramics against a Chromatic Background. *Eur J Dent* 2011;5(3):245-52.
181. Xing W, Jiang T, Ma X, Liang S, Wang Z, Sa Y, et al. Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. *J Dent* 2010;38(2):87-94.
182. Alghazzawi TF, Lemons J, Liu PR, Essig ME, Janowski GM. Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated yttria-stabilized zirconia and glass-ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent* 2012;107(5):300-8.
183. Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa-Nagai S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *J Dent* 2009;37(12):937-43.
184. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *J Prosthet Dent* 2002;88(1):10-5.
185. Crispin BJ, Okamoto SK, Globe H. Effect of porcelain crown substructures on visually perceivable value. *J Prosthet Dent* 1991;66(2):209-12.
186. Stevenson B, Ibbetson R. The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: a literature review. *J Dent* 2010;38(5):361-8.
187. Clyde JS, Gilmour A. Porcelain veneers: a preliminary review. *Br Dent J* 1988;164(1):9-14.

188. Barizon KT, Bergeron C, Vargas MA, Qian F, Cobb DS, Gratton DG, et al. Ceramic materials for porcelain veneers. Part I: Correlation between translucency parameters and contrast ratio. *J Prosthet Dent* 2013;110(5):397-401.
189. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent* 2000;83(4):412-7.
190. Lopes LG, Vaz MM, de Magalhaes AP, Cardoso PC, de Souza JB, de Torres EM. Shade evaluation of ceramic laminates according to different try-in materials. *Gen Dent* 2014;62(6):32-5.
191. Xu B, Chen X, Li R, Wang Y, Li Q. Agreement of try-in pastes and the corresponding luting composites on the final color of ceramic veneers. *J Prosthodont* 2014;23(4):308-12.
192. Xu MM, Zhang F, Liu F, Yang YD, Gu LY. Comparison of color and translucency between resin and try-in paste with same number. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2010;45(12):759-62.
193. Şengün E, Köse T, Çömlekoğlu E, Yılmaz G. Adeziv Rezin Simanlarla Deneme Pastalarının Renk Eşitliklerinin Değerlendirilmesi. 20. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi, Sözlü Sunum, 2014, Aydın.
194. Chu FC, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *J Prosthet Dent* 2007;98(5):359-64.
195. Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *J Prosthet Dent* 1999;82(2):143-9.
196. Koishi Y, Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Colour reproducibility of a photo-activated prosthetic composite with different thicknesses. *J Oral Rehabil* 2001;28(9):799-804.
197. Balderamos LP, O'Keefe KL, Powers JM. Color accuracy of resin cements and try-in pastes. *Int J Prosthodont* 1997;10(2):111-5.
198. Peutzfeldt A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume, and light curing. *Acta Odontol Scand* 1995;53(1):29-34.
199. Rigoni P, Amaral FL, Franca FM, Basting RT. Color agreement between nanofluorapatite ceramic discs associated with try-in pastes and with resin cements. *Braz Oral Res* 2012;26(6):516-22.

200. 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(5):441-8.
201. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res* 1989;68(12):1755-9.
202. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986;56(1):35-40.
203. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989;68(12):1760-4.
204. Barath VS, Faber FJ, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. *Adv Dent Res* 2003;17:55-60.
205. Nogueira AD, Della Bona A. The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *J Dent* 2013;41(3):18-23.
206. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent* 2009;101(3):193-9.

ÖZGEÇMİŞ

02.05.1986 yılında İzmir’de doğdum. İlkokul ve ortaokulu İzmir Özel Türk Koleji’nde okudum. Lise öğrenimimi İzmir Atatürk Anadolu Lisesi’nde tamamladım. 2005 yılında girdiğim Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 2010 yılında mezun oldum. Aynı yıl Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı’nda doktora eğitimime başladım.

