



**ZİRKONYA İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ LİTYUM SİLİKAT BLOKLARIN
OPTİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:
İN-VİTRO ÇALIŞMA**

Özge ERARSLAN

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Esmâ Başak GÜL AYGÜN

Dr. Öğr. Üyesi Mesut TUZLALI (İkinci Danışman)

Uzmanlık Tezi 2019

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ZİRKONYA İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ LİTYUM SİLİKAT BLOKLARIN
OPTİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:
İN-VİTRO ÇALIŞMA

Özge ERARSLAN

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Esma Başak GÜL AYGÜN
Dr. Öğr. Üyesi Mesut TUZLALI (İkinci Danışman)

Bu Araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından TDH-2018-1199 Proje numarası ile desteklenmiştir.

MALATYA
2019

UZMANLIK TEZİ TUTANAĞI

İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütölmüş olan;
Özge ERARSLAN'ın "Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat blokların optik
özelliklerinin değeriendirilmesi: İn-vitro çalışma" konulu bu çalışması, aşağıdaki jüri
tarafından Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 18 / 06 / 2019


Prof. Dr. Cem KURTOĞLU
Çukurova Üniversitesi
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Esmâ Başak GÜL AYGÜN
Çukurova Üniversitesi (Tez Danışmanı)
Üye


Dr. Öğr. Üyesi Güler YILDIRIM AVCU
İnönü Üniversitesi
Üye

ONAY

Bu çalışma, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun bulunarak uzmanlık tezi olarak
kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Alaadin POLAT
Dekan

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Dental Seramikler.....	2
2.2. Tam Seramikler.....	2
2.2.1. Tam Seramiklerin Sınıflandırılması	2
2.3. Lamine Veneerler	3
2.3.1. Lamine Veneer Endikasyonları	3
2.3.2. Lamine Veneer Kontraendikasyonları	4
2.3.3. Lamine Veneerlerin Avantajları.....	5
2.3.4. Lamine Veneerlerin Dezavantajları.....	5
2.3.5. Lamine Veneerlerin Yapım Teknikleri.....	5
2.4. CAD-CAM.....	6
2.4.1. CAD-CAM Restorasyon Materyalleri.....	6
2.4.1.1. Lityum Disilikatla Güçlendirilmiş Cam Seramik Bloklar	8
2.4.1.2. Zirkonyayla Güçlendirilmiş Lityum Silikat Bloklar	9
2.5. Diş Hekimliğinde Renk	10
2.5.1. Dişin Renk Özellikleri	11
2.5.2. Renk Notasyon Sistemleri.....	12
2.5.2.1. Munsell renk sistemi.....	12
2.5.2.2. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) Renk Sistemi.....	12

2.5.3. Renk Ölçüm Cihazları	14
2.5.3.1. Spektrofotometreler	14
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. CAD-CAM Blokların Hazırlanması.....	16
3.2. Delrin Yüzeyinin Hazırlanması.....	19
3.3. CAD-CAM Bloklarının Yüzey Hazırlığı.....	19
3.4. Simantasyon	20
3.5. Termal siklus.....	22
3.6. Renklendirme	22
3.7. Renk Ölçümü	23
3.8. Parlaklık Ölçümü.....	24
3.9. İstatistik.....	25
4. BULGULAR.....	26
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
EKLER	64
EK.1. Özgeçmiş	64
EK.2. Etik Kurul Onayına Gerek Olmadığına Dair Belge	65

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanmasında tüm fedakarlığıyla bütün tecrübesini, bilgi ve deneyimini benimle paylaşan, sadece mesleki eğitim anlamında değil, bir abla gibi ihtiyaç duyduğum her an bana yol gösteren, beni cesaretlendiren, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve zamanla benim için ailemden biri haline gelen tez danışmanım, saygıdeğer ve pek sevgili hocam Sayın Doç. Dr. Esmâ Başak GÜL AYGÜN'e,

Tez çalışmalarım esnasında kritik noktalarda kritik müdahaleler yaparak yol gösteren, akademik anlamda katkılarıyla kendimi geliştirmemi sağlayan, ikinci tez danışmanım, saygıdeğer ve sevgili hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mesut TUZLALI ve diğer bölüm hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Güler YILDIRIM ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Numan TATAR'a,

Yoğun tempomuza rağmen, güler yüzünü hiç esirgemeyen, güzel sonuçların iyi bir ekip çalışmasıyla ortaya çıkabileceğini bir kez daha gösteren sevgili laboratuvar personeline ve bıkmak yorulmak bilmeden bizlere yardımcı olan klinik personeline,

Tez çalışmam için numunelerimin hazırlanmasında tüm sabrı ve özverisiyle yardımlarını sunan, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı personeli Sayın Mustafa YEŞİL'e, tezimin hazırlık aşamalarında tüm yardımseverliğiyle desteğini esirgemeyen sevgili hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Teoman KARADAĞ'a ve tez çalışmamın proje desteğini sağlayan İnönü Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Malatya'ya geldiğim ilk günden bu yana, tüm sevincimi ve üzüntülerimi paylaştığım, ihtiyaç duyduğum her an yanımda olan, canım arkadaşım Dt. İrem SALGINCI'ya, uzmanlık eğitimim boyunca mutlu anılar biriktirmeme vesile olan yol arkadaşlarım Dt. Ozan ÖZTÜRK, Dt. Abdurrahman ÖĞÜNÇ, Dt. Samet ÖZDEN ve Dt. Hilin TAŞ başta olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Mesleki hayatıma birlikte adım attığım, aramızdaki kilometrelere rağmen sevgi ve desteklerini her zaman hissettiğim kardeşim Dt. Ece AÇIKGÖZ ve can dostlarım Dt. Şant ALTUNKARA ve Dt. Onur ARI'ya,

Canım ev arkadaşım, pamuk prensim, biricik dostum, kedi oğlum Fûme'ye,

Bu süreçte en büyük zorlukları sevgisi ve desteğiyle aşmamı sağlayan, hayattaki en büyük şanslarımdan biri olan, sevgilim Baran GÜRBÜZ'e,

Maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan canım teyzelerim, biricik kuzenlerim, enişterim ve anneanneme,

Tüm zorluklara rağmen bugünlere gelmemi sağlayan, bu hayattaki en değerli varlığım, en yakın arkadaşım ve diğer yarım, canım annem Hayrinnisa KARACAN'a,

En içten teşekkürlerimi sunarım...

ÖZET

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Blokların Optik Özelliklerinin Değerlendirilmesi: In-Vitro Çalışma

Amaç: Çalışmanın amacı lityum disilikat ve zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat CAD-CAM bloklara uygulanan, yaşlandırma ve renklendirme işlemleri sonrasında, bu materyallerin parlaklık değişimleri ve yüzey renklenmeleri gibi optik özellikleri arasında anlamlı bir farklılık oluşup oluşmadığını tespit etmektir.

Materyal ve metot: Bu çalışmada IPS e.max CAD, Celtra-Duo ve Vita-Suprinity olmak üzere 3 farklı CAD-CAM blok kullanıldı. Toplam 144 numune (0.7x12x14) hazırlanıp glazelandikten sonra beyaz asetale resin (Delrin®, DuPont, USA) zemin üzerine, translusent dual-cure resin siman (NX3 Third Generation, Kerrdental, USA) kullanılarak simante edildi. Toplamda 5000 termal döngü (5°C-55°C) uygulandıktan sonra, her bir grup rastlantısal olarak; distile su, kahve, çay ve şarap olmak üzere 4 alt gruba (n=12) ayrılarak 180 saat boyunca (10 yıllık klinik simülasyon) renklendirici solüsyonlarda bekletildi. Spektrofotometre cihazı (Vita-Easyshade V, Vita-Zahnfabrik, Germany) ile, renk ölçümleri; parlaklık ölçüm cihazı (SGM60, PCE Instruments, Germany) ile parlaklık ölçümleri yapıldı. Renk değişimi (ΔE) değerleri, CIEDE2000 formülüne göre hesaplandı. Parlaklık değişimi (ΔGU) [GU_1-GU_2] eşitliği kullanılarak hesaplandı. Parlaklık, L^* , a^* , b^* ve ΔE değerleri iki yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. Ana etkilerin anlamlı olduğu durumlarda Bonferroni düzeltmesi ile çoklu karşılaştırmalar yapıldı ($p=0.05$).

Bulgular: Bloklar arasında renklenme miktarları açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Renklendirme sonrası, tüm örneklerdeki renklenme, kabul edilebilir renk değişimi eşiğinin ($\Delta E > 1.77$) üzerinde bulunmuştur. Bloklar arasında en yüksek parlaklık değerleri IPS grubunda tespit edilmiştir. Renklendirici solüsyonların parlaklık değişimine etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Sonuç: Lityum disilikat ve zirkonya içerikli lityum silikat CAD-CAM blokları arasında, renk değişimi açısından farklılık gözlenmemiştir. Renklendirici solüsyonların parlaklık üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: CAD/CAM, laminate veneer, renklenme, resin siman, zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat

ABSTRACT

Evaluation of the Optical Properties of Zirconia Reinforced Lithium Silicate

Blocks – In Vitro Study

Aim: The aim of this study was to evaluate the differences in optical properties like color and surface brightness change, between lithium disilicate and zirconia reinforced lithium silicate CAD-CAM blocks, after aging and coloration.

Materials and method: IPS e.max CAD, Celtra-Duo and Vita-Suprinity CAD-CAM blocks were used in this study. Total of 144 specimens (0.7x12x14) were prepared, glazed and cemented on white acetal resin (Delrin®, DuPont, USA) with translucent dual-cure resin cement (NX3 Third Generation, Kerrdental, USA). Thermocycling was performed at 5000 cycles (5°C-55°C) and each group was randomly separated into 4 subgroups (n=12): distilled water, coffee, tea and wine and steeped in solutions for 180 hours (10 years' clinical simulation). Color change was measured with spectrophotometer (Vita-Easys shade V, Vita-Zahnfabrik, Germany) and gloss values were measured with glossmeter (SGM60, PCE Instruments, Germany). Color change (ΔE) was calculated using CIEDE2000 formula. Gloss change (ΔGU) was calculated using $[GU_1 - GU_2]$ formula. Gloss, L^* , a^* , b^* and ΔE were analyzed by two-way variance analysis. In cases where the main effects are significant, multiple comparisons with Bonferroni correction are performed ($p=0.05$).

Results: Color change in all groups was above the clinically acceptable threshold ($\Delta E > 1.77$). There was no significant difference between color change of different materials. IPS has higher glossiness values in all groups. There was no statistically significant difference between the effects of colorant solutions on gloss change.

Conclusion: There was no difference in color change between lithium disilicate and zirconia reinforced lithium silicate CAD-CAM blocks. Colorant solutions had no effect on gloss change.

Keywords: CAD-CAM, laminate veneer, discoloration, resin cement, zirconia reinforced lithium silicate

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al₂O₃	: Aluminyum oksit
C14	: Crown - 14 mm
CAD-CAM	: Computer Aided Desing – Computer Aided Manufacturing
GU	: Glossiness Unit
HT	: High Translucent
Li₂SO₃	: Lityum metasilikat
Li₂Si₂O₅	: Lityum disilikat kristali
LT	: Low Translucent
SEM	: Stereo Elektron Mikroskobu
SiO₂	: Silikon dioksit
SiO₄	: Ortosilikat
ZrO₂	: Zirkonyum oksit
nm	: Nanometre
µm	: Mikrometre
ΔE	: Renk değişimi
ΔE_∞	: CIEDE2000’e göre renk değişimi
ΔGU	: Parlaklık değişimi
ΔL*	: Value değişimi
ΔL_a*	: Kabul edilebilir value değişimi

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Lityum disilikat cam seramiğin mikroyapısındaki iğne benzeri birbirine kenetlenmiş kristalleri gösteren SEM görüntüsü	8
Şekil 2.2. Value, chroma ve hue değerlerine göre sıralama	11
Şekil 2.3. Hue, value ve chroma değerlerinin gösterildiği “renk çarkı”	12
Şekil 2.4. CIELAB renk uzayının yukarıdan ve karşıdan görünümü	13
Şekil 3.1. Numunelerin hassas kesme cihazında hazırlanması.....	16
Şekil 3.2. Hassas kesme cihazı ile kesilmiş bloklar.....	17
Şekil 3.3. Numuneleri zımparalamak amacıyla üretilen metal kalıp.....	17
Şekil 3.4. Numunelere mekanik cila ve glaze işlemlerinin uygulanması	18
Şekil 3.5. Numunelerin fırınlanması.....	18
Şekil 3.6. Delrin yüzeyinin HF asit ile pürüzlendirilmesi.....	19
Şekil 3.7. Simantasyonda kullanılan materyaller	20
Şekil 3.8. CAD-CAM bloklardan elde edilen numunelerin yüzeyinin simantasyona hazırlanması.....	20
Şekil 3.9. CAD-CAM bloktan elde edilen kesitin, final siman kalınlığını kontrol etmek amacıyla paslanmaz çelik kalıp kullanılarak simante edilmesi	21
Şekil 3.10. Sırasıyla soldan sağa CAD-CAM bloktan elde edilen kesit, Delrin ve simante edilmiş numunenin final kalınlığı	21
Şekil 3.11. Simantasyonları tamamlanan numuneler.....	21
Şekil 3.12. Numunelerin termal siklus ile yaşlandırılması.....	22
Şekil 3.13. Soldan sağa, Vita easysshade V ile numuneden renk ölçümü ve Vita MobileAssist yazılımı	23
Şekil 3.14. Soldan sağa, parlaklık ölçümü için hazırlanan silikon kalıp, kalibrasyon plakası ve parlaklık ölçer.....	24
Şekil 3.15. Bilgisayar yazılımı desteği ile parlaklık ölçümü.....	24

Şekil 4.1. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔL^* değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği	28
Şekil 4.2. Blok ve solüsyon gruplarına göre Δa^* değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği	30
Şekil 4.3. Blok ve solüsyon gruplarına göre Δb^* değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği	33
Şekil 4.4. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔE_∞ değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği	35
Şekil 4.5. Termal siklus işlemi sonrasında blokların parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma grafiği	36
Şekil 4.6. Blok ve solüsyon gruplarına göre parlaklık değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği.....	39
Şekil 4.7. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔGU değerlerin ait ortalama ve standart sapma grafiği.....	41

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 2.1. Çeşitli CAD-CAM restorasyon materyalleri.....	7
Tablo 2.2. Bazı renk ölçüm cihazları.....	14
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmalar	16
Tablo 4.1. ΔL^* değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması.....	26
Tablo 4.2. ΔL^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	26
Tablo 4.3. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği ΔL^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	27
Tablo 4.4. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği ΔL^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	27
Tablo 4.5. Δa^* değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması.....	28
Tablo 4.6. Δa^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	29
Tablo 4.7. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği Δa^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	29
Tablo 4.8. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği Δa^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	30
Tablo 4.9. Δb^* değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması	31
Tablo 4.10. Δb^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	31
Tablo 4.11. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği Δb^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	32
Tablo 4.12. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği Δb^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	32
Tablo 4.13. ΔE_{∞} değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması	33
Tablo 4.14. ΔE_{∞} değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri	34
Tablo 4.15. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği ΔE_{∞} değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	34

Tablo 4.16. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği ΔE_{∞} değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	35
Tablo 4.17. Termal siklus işlemi sonrasındaki ortalama parlaklık değerlerinin karşılaştırılması.....	36
Tablo 4.18. Parlaklık değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması.....	37
Tablo 4.19. Parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	37
Tablo 4.20. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki etkisi üzerinden parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	38
Tablo 4.21. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi üzerinden parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	38
Tablo 4.22. ΔGU değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması.....	39
Tablo 4.23. ΔGU değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	40
Tablo 4.24. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki etkisi üzerinden ΔGU değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	40
Tablo 4.25. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi üzerinden ΔGU değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	41

1. GİRİŞ

Son zamanlarda sosyal medya kullanımının yaygınlaşması ve estetik beklentilerin artmasıyla birlikte, dental estetik kavramı da eskiye oranla ivme kazanmıştır. Fonksiyonel anlamda herhangi bir problemi olmayan hastalar, sadece dişlerinin formundan ve/veya renginden hoşnut olmadığından dolayı, restorasyon talebiyle diş hekimlerine başvurmaktadır. Bu nedenle, restoratif materyallerin uzun süreli kullanımları sonucunda, başlangıç özelliklerini koruyabilmesi giderek daha fazla önem kazanmıştır.

Seramik, uzun yıllardan beri diş hekimliğinde kullanılan ve dişe benzer optik özellikleri sayesinde kullanımından vazgeçilemeyen bir restorasyon materyalidir. Seramikler konvansiyonel yöntemlerle üretilebildiği gibi, Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing (CAD-CAM) teknolojisiyle de üretilebilmektedir (1).

Diş hekimliğinde geniş bir kullanım alanı olan seramikler, laminate veneerlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Laminate veneerler; renklenme, çeşitli yüzey defektleri, diastemalar ve minimal çapraşıklıkların tedavisinde kullanılan bir tedavi seçeneğidir (2). Teknolojinin ve dental materyallerin gelişmesiyle birlikte çok az diş dokusu kaldırılarak yapılan laminate veneer restorasyonlarıyla, hastaların estetik beklentilerini karşılamak mümkün hale gelmiştir (3).

Lityum disilikat cam seramikler, anterior estetik bölgedeki tam seramik restorasyonlarda ve laminate veneerlerde en çok tercih edilen materyallerdendir (4). Son zamanlarda mevcut lityum disilikat materyallerin optik özelliklerine ek olarak, mekanik dayanımlarının artırılması amacıyla, zirkonya ilave edilmiş lityum silikat bloklar da laminate veneer restorasyonlarında tercih edilmeye başlanmıştır (5).

Bu çalışmada zirkonya içerikli lityum silikat blokların optik özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın başlangıç hipotezi, zirkonya içerikli lityum silikat bloklar ile lityum disilikat bloklar arasında, yaşlandırma ve renklendirme işlemlerinden sonra, renk ve parlaklık değişimi açısından anlamlı bir farklılık olmamasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dental Seramikler

Seramikler, büyük çoğunluğu metal olmayan inorganik katı bileşenler içeren ve bu maddelerin kristalin yapılar oluşturması amacıyla ısı uygulanarak başka katı maddelerle birleştirilmesi sonucu meydana gelen bileşiklerdir (6).

Seramikler, birçok dental uygulamada kullanılabilir ve sertlik, kırılma, termal ve elektriksel yalıtım ve biyouyumluluk gibi çeşitli özelliklere göre karakterize edilir. Seramikler, diş hekimliğinde; sıklıkla silikon dioksit (SiO_2 veya silika), alüminyum oksit (Al_2O_3 veya alümina) veya zirkonyum dioksit (ZrO_2 veya zirkonya) gibi oksit formlarda kullanılır (7).

Protetik tedavide estetik materyal olarak kullanılan porselenler (feldspatik porselenler); dört oksijen ve bir silisyum atomunun oluşturduğu (SiO_4), tetra hidra yapısında bir birleşimdir. Diş hekimliği porseleni tam olarak cam faza geçmemiş, sinterlenmiş seramik olarak tanımlanabilir (8). Dental porselenler; feldspar (%81), kuartz (%15) ve kaolin (%4) gibi cam matris içerisinde yer alan üç ana madde ile çeşitli metalik pigmentlerden (<%1) meydana gelmektedir (9).

2.2. Tam Seramikler

Geçtiğimiz 50 yılda, metal destekli seramik restorasyonlar altın standart olsa da, daha estetik restorasyonların arayışının giderek artması; tam seramik restorasyonları, şimdiye kadar deneyimlenmiş estetik ve mekanik performansının üzerine çıkması için zorlamıştır (10).

2.2.1. Tam Seramiklerin Sınıflandırılması

Tam seramikler; klinik endikasyon, kompozisyon, asitlenebilirlik, üretim metotları, fırınlama sıcaklıkları, mikro yapı, translusentlik, kırılma dayanımı ve antagonist dişte meydana getirdiği aşınma miktarı gibi özellikleri göz önünde bulundurularak farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır (11).

2015 yılında Gracis ve arkadaşlarının (12) yaptığı, yeni sunulan protetik materyallerin de dahil edilebileceği, güncel bir sınıflamaya göre; seramik ve seramik benzeri materyaller 3 ana grupta toplanmıştır:

1. Cam-matriks seramikler
 - a. Feldspatik seramikler
 - b. Sentetik seramikler
 - i. L  sit içeren cam seramikler
 - ii. Lityum disilikat içeren cam seramikler ve türevleri
 - iii. Florapatit içeren cam seramikler
 - c. Cam infiltre seramikler
 - i. Alümina
 - ii. Alümina ve magnezyum
 - iii. Alümina ve zirkonya
2. Polikristalin seramikler
 - a. Alümina seramikler
 - b. Stabilize zirkonya seramikler
 - c. Zirkonya ile güçlendirilmiş alümina seramikler
 - d. Alümina ile güçlendirilmiş zirkonya seramikler
3. Rezin-matriks seramikler
 - a. Rezin nano-seramikler
 - b. Rezin matrikse infiltre cam seramikler
 - c. Rezin matrikse infiltre zirkonya-silika seramikler

2.3. Lamine Veneerler

Lamine veneerler,   n bölgede yer alan dişlerin restoratif tedavisinde, daha az diş dokusu kaldırılarak veya hiç preparasyon yapılmaksızın restorasyon imkanı sunduğundan dolayı, kron restorasyonlarına oranla, oldukça estetik ve konservatif bir alternatiftir (3).

2.3.1. Lamine Veneer Endikasyonları

Lamine veneerlerin endikasyonları (13):

- Tetrasiklin kullanımı veya florozise bağlı ya da ilerleyen ya   ile birlikte meydana gelen di   renklenmelerinin maskelenmesi,
- Dişler üzerinde yer alan beyaz renkli hipokalsifiye alanların maskelenmesi,
- Di   boyutu-çene boyutu uyumsuzluklarında dişler arasındaki boşlukların azaltılması ya da tamamen kapatılması,

- Kama laterallerin restorasyonu,
- Bruksizme veya intraoral/ekstraoral travmaya bağlı olarak meydana gelen insizal kırıkların restorasyonu,
- Ortodontik tedaviye alternatif olarak veya bazı durumlarda ortodontik tedavi ile kombine bir şekilde, rotasyona uğramış dişlerin rehabilitasyonu,
- Ortodontik tedaviye alternatif olarak, lingualde pozisyonlanmış dişlerin estetik rehabilitasyonu,
- Renklenmiş kompozit restorasyona sahip dişlerin estetik rehabilitasyonu,
- Aşınmış dişlerin estetik rehabilitasyonu ve vertikal boyutun yeniden düzenlenmesi,
- Orta hatta asimetri varlığının düzeltilmesi,
- Diş fırçasına bağlı kole abrazyonu bulunan dişlerin rehabilitasyonu ve
- Lateral eksikliği durumunda, kanin dişlere lateral formu verilmesi olarak sıralanabilir.

2.3.2. Laminate Veneer Kontraendikasyonları

Laminate veneerlerin kontraendikasyonları şu şekilde sıralanabilir (13):

- Yetersiz simantasyon yüzeyi: Laminate veneerler genellikle asitlenmiş mine yüzeyine simantasyonda daha iyi çalışan sistemlerdir. Bundan dolayı, mine dokusunun hiç olmadığı durumlarda endikasyonu şüphelidir. Ancak yeni bonding sistemlerinin geliştirilmesiyle, günümüzde laminate veneerlerin dentin ile daha iyi bir bağlantı sağlaması mümkün hale gelmiştir.
- Geniş interdental boşluklar: Kron boyu uzatma yapılamayacağı, mezyodistal/servikoinfizal oranın estetik oranları aşacağı durumlarda kontraendikedir. Ancak diastema genişliğini azaltmak amacıyla laminate veneer uygulanabilir.
- Düşük oral hijyen: Çoğu dental tedavide olduğu gibi, düşük oral hijyen, laminate veneerler için de bir kontraendikasyondur.
- Ağız solunumu: Ağız solunumu hem veneerlerin altında çürük gelişimine neden olabilir, hem de materyallerin ömrünü kısaltabilir. Materyallerin sürekli olarak ıslanıp kuruması sonucu materyalde stres meydana gelir.

2.3.3. Laminate Veneerlerin Avantajları

Laminate veneerlerin avantajları şu şekilde sıralanabilir (14):

- Yüksek estetik: Porselen laminate veneerler üstün bir estetik avantaj sağlamaktadır. Direkt olarak uygulanan kompozit veneerlerin aksine, porselen laminate veneerlerin estetik başarısı hekimin el becerisine bağlı değildir.
- Uzun dönem dayanıklılık: Porselen hem abrazyona dayanıklı hem de renklenme açısından stabil bir materyaldir. Aynı zamanda sıvı emilimi de oldukça düşüktür.
- Yapısal dayanıklılık: Porselenler, diş yüzeyine yapıştırıldığında ileri derecede sıkışma, gerilme ve çekme dayanımı göstermektedir.
- Marjinal bütünlük: Mineye bağlanan porselen restorasyonların marjinal uyumları oldukça iyidir.
- Yumuşak doku uyumu: İyi bir şekilde polisajlanan porselenlerin yumuşak dokuyla uyumu oldukça iyidir.
- Minimal diş preparasyonu: Anterior bölgeye uygulanan porselen laminate veneerler, tam kronlara oranla daha az preparasyona ihtiyaç duyar, bu nedenle diş dokusunu daha fazla korur.

2.3.4. Laminate Veneerlerin Dezavantajları

Laminate veneerlerin dezavantajları şu şekilde sıralanabilir (14):

- Yüksek maliyetlidir,
- Rezin siman başarısızlığına bağlı desimantasyon ve renklenme gibi komplikasyonlar meydana gelebilir ve
- Uygulama esnasında yüksek teknik hassasiyet gerektirdiğinden dolayı, uygulaması zor restorasyonlardır.

2.3.5. Laminate Veneerlerin Yapım Teknikleri

Porselen laminate veneerler çeşitli materyallerden çeşitli şekillerde üretilmektedir (15, 16):

- Platin folyo tekniği: Alınan ölçüden elde edilen daylı model üzerinde, veneer yapılacak olan daylı dişin üzerine sinterleme yapılır. (yüksek estetik, ancak göreceli olarak düşük dayanım)

- Refraktör day yöntemi: Platin folyonun oluşturduğu kalınlığı elimine eder. Laminate veneer direkt olarak refraktör day üzerinde fırınlanır. Bu da proksimal kontakların daha sıkı olmasına olanak sağlar.
- Direkt döküm yöntemi: Kayıp mum tekniği kullanılarak laminate veneerler üretilir. Tekrar tekrar fırınlamanın önüne geçilmesini sağlar, ancak eksternal olarak renklendirme gerektiren bir yöntemdir.
- Presleme veya CAD-CAM ile: Monolitik olarak üretilip, sonradan renklendirilebilir (Renk geçişleri olmayan, tek renkli materyaller kullanıldığında estetik olmayabilir.). Core altyapı üzerine *cut-back* tekniği ile mine veneeri uygulanarak daha yüksek estetiğe sahip restorasyonlar üretilir.

2.4. CAD-CAM

CAD-CAM cihazları, 1980'lerin ortalarında, *inlay* ve *onlay* restorasyonları hasta başında üretmek amacıyla diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Başlarda, taranan nesnelerin sadece iki boyutlu görüntüleri elde edilebiliyorken, zamanla gelişen teknoloji ile beraber görüntülerin üç boyutlu olarak bilgisayara aktarılabilmesi de mümkün hale gelmiştir. Restorasyonların tasarımında kullanılan özel yazılım, üç boyutlu olarak taranan veri üzerinde, dental klinisyen/teknisyenin, üretimi yapılacak olan restorasyonun kenar sınırlarını işaretlemesine, okluzal ve proksimal kontaklarını düzenlemesine olanak sağlar (17).

2.4.1. CAD-CAM Restorasyon Materyalleri

Restoratif tedavide tam seramik restorasyonların kullanılması oldukça popüler hale gelmiştir. Tam seramik sistemler geleneksel yöntemlerle üretilirdiği gibi CAD-CAM aracılığı ile de üretilmektedir (18).

CAD-CAM cihazları ile kullanılabilen bir çok restorasyon materyali mevcuttur. Bu materyaller Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

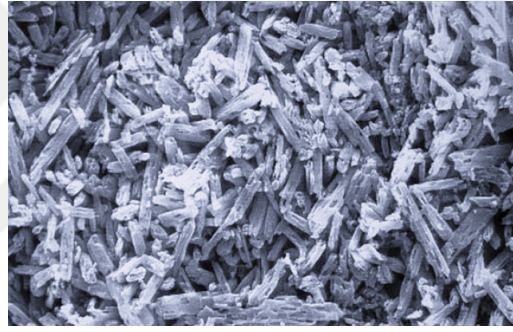
Tablo 2.1. Çeşitli CAD-CAM restorasyon materyalleri

Feldspatik seramikler	VITABLOCS Mark II VITABLOCS TriLuxe/TriLuxe Forte/RealLife CEREC Blocs CEREC Blocs C
Lösitle güçlendirilmiş cam seramikler	IPS Empress CAD Multi/HT/LT Paradigm™ C (3M ESPE) Initial LRF BLOCK (GC) Rosetta BM
Lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramikler	IPS e.max CAD Rosetta SM
Oksit seramikler	Cam infiltre oksit seramikler (In-Ceram Spinel, In-Ceram Alumina, In-Ceram Zirconia) Sinterlenen oksit seramikler (IPS e.max ZirCAD, VITA In-Ceram YZ, CEREC InCoris, VITA In-Ceram AL, Lava™ Frame Zirkonya , Nobel Procera)
Nanoseramikler	LAVA Ultimate
Hibrit seramikler	VITA Enamic GC CERASMART Ceramill® COMP
Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikler	VITA Suprinity PC/ Suprinity FC Celtra DUO (Sirona)
Kompozitler	Paradigm™ MZ100 block (3M) Gradia Block (GC)
Polimerler	VITA CAD-Temp Telio-CAD

2.4.1.1. Lityum Disilikatla Güçlendirilmiş Cam Seramik Bloklar

Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler 350 Mpa gibi, oldukça yüksek bir dayanım gücüne sahiptir. %70 oranında lityum disilikat kristali ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) içermektedir ve preslenebilen ve makineyle işlenebilen olmak üzere iki formda bulunmaktadır (19).

Lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramiklerin mikro yapısı sıra dışı bir şekilde rastlantısal olarak dağılım gösteren küçük, birbirine kenetlenmiş, plaka benzeri kristallerden oluşmuştur. Bu yapı, materyalin dayanıklılığı açısından bakıldığında, oldukça elverişli bir yapıdır, çünkü mikro yapıda yer alan, iğne benzeri kristaller (Şekil 2.1), çatlak hattının doğrultusunu değiştirmesini, dallanmasını ve hatta durdurulmasını sağlar; dolayısıyla çatlakların yayılımı bu kristaller aracılığıyla engellenir ki bu durum da fleksural dayanımda artışa neden olur (20).



Şekil 2.1. Lityum disilikat cam seramiğinin mikroyapısındaki iğne benzeri birbirine kenetlenmiş kristalleri gösteren SEM görüntüsü

Lityum disilikat cam seramiklere örnek olarak; preslenebilir cam seramik olan IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ve CAD-CAM ile üretilen IPS e.max CAD verilebilir (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein).

IPS e.max CAD; lityum disilikat, quartz, lityum dioksit, fosfor dioksit, alümina, potasyum oksit ve diğer bileşenlerden oluşmaktadır (17). Bu tozların birleşimiyle bir cam eriyiği oluşur, ve bu eriyik çelik bir kalıba dökülerek herhangi bir deformasyonun meydana gelmediği spesifik bir sıcaklığa ulaşana kadar soğur. Bu metot sayesinde minimal defekt oluşumu ve kalite kontrolü sağlanmış olur (Camın translusent yapısı nedeniyle). Üretim sırasında gösterdiği düşük termal ekspansiyon sayesinde, yüksek termal özellik gösteren ve darbe direnci yüksek bir cam seramik materyali üretilmiş olur. Üretilen cam seramik ingotlar ve bloklardan, yüksek sıcaklıktaki basınçla, kayıp mum

tekniki kullanılarak (IPS e.max Press) veya CAD-CAM (IPS e.max CAD) ile restorasyonlar üretilebilir (4).

IPS e.max CAD

Mavi renkli IPS e.max CAD bloklar iki aşamalı kristalizasyondan geçerler. İlk aşamada lityum-metasilikat kristallerinin çökertilmesini içeren kontrollü bir çift çekirdeklenme süreci meydana gelir. Mavi fazda bloklar, CAD-CAM ile frezeleme için üstün işleme özelliklerine sahiptir. Frezeleme işleminden sonra, porselen fırınında 850°C’de ikinci bir ısı işlem gerçekleştirilir. Bu sıcaklıkta metasilikat çözünür ve lityum disilikat kristalleşir. Bunun sonucunda, hacim olarak %70 kristal içeren ince grenli cam seramik, cam matriks içerisine dağılır. Mavi fazda, cam seramik, %40 oranında yaklaşık 0.5 µm’lik lityum-metasilikat kristalleri içerirken, final fazda %70 oranında 1.5 µm’lik lityum-disilikat kristalleri içerir (4).

2.4.1.2. Zirkonyayla Güçlendirilmiş Lityum Silikat Bloklar

Günümüzde piyasada iki farklı üretici firmaya ait CAD-CAM ile işlenebilir zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat blok bulunmaktadır. Bunlardan biri kısmi kristalize formda bulunan Vita Suprinity (Vita Zahnfabrik, Germany) bir diğeri ise tam kristalize formda bulunan Celtra Duo (Dentsply Sirona, USA)’dur.

Vita Suprinity

İlk üretilen zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramik olan Vita Suprinity, ağırlıkça %8-12 oranında zirkonya içeren bir cam seramiktir. Üretici firma, bu üründe zirkonya ve cam seramiklerin pozitif özelliklerini bir araya getirdiklerini iddia etmektedir. Firma, kristalizasyondan sonra, materyalin gelişmiş mekanik özellikler gösterdiğini ve yüksek estetik gereksinimleri karşıladığını öne sürmektedir. Çeşitli ton ve translusensi seçenekleri sayesinde, Vita Suprinity ile anatomik konturlarda monolitik restorasyonlar üretilmesi mümkündür. Firma, kristalizasyon sonrasında materyalin fleksural dayanımının yaklaşık 420 MPa civarında olduğunu ileri sürmektedir (21).

Celtra Duo

Üretici firma, diğeri bir zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramik olan Celtra Duo’nun, cam faz içerisinde %10 oranında atomik olarak çözünmüş zirkonya içeriğinden dolayı; yüksek dayanımlı, güvenilir ve uzun ömürlü restorasyonların

üretimine olanak sağladığını savunmaktadır. Celtra Duo'nun kristalit yapısı (500-700 nm), konvansiyonel lityum disilikat kristallerine (2000-4000 nm) oranla 4 ile 8 kat arasında daha küçüktür. Bu ultra ince mikro yapı sayesinde, yüksek cam içeriğine rağmen, yüksek fleksural dayanım sağlamak mümkün hale gelmiştir. Aynı zamanda materyalin optik ve mekanik özellikleri üzerinde de pozitif bir etkisi vardır (22).

Üretici firma, Celtra Duo'nun 500-700 nm boyutundaki lityum silikat kristallerinin, opalesensiden sorumlu olan doğal gün ışığının dalga boyu aralığına karşılık gelmesinden dolayı, doğal bir diş minesi gibi davrandığını ileri sürmektedir (22).

Üretici firma, tam kristalize formda olan Celtra Duo'nun, kristalizasyon fazına gereksinim duymamasından ve CAD-CAM ile frezeleme işleminin hemen sonrasında, mekanik cila ile adeziv simantasyonu mümkün olduğundan dolayı, diğer lityum disilikat bloklara göre daha kısa çalışma süresine sahip olduğunu öne sürmektedir. Bu durum, özellikle hasta başında üretilen inlay ve onlay restorasyonlar için büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ancak firma, zorunlu kılmamakla beraber, daha ideal bir estetik sağlanması ve fleksural dayanımın 210 MPa'dan 370 MPa'a yükseltilmesi amacıyla glaze fırınlaması yapılmasını önermektedir (22).

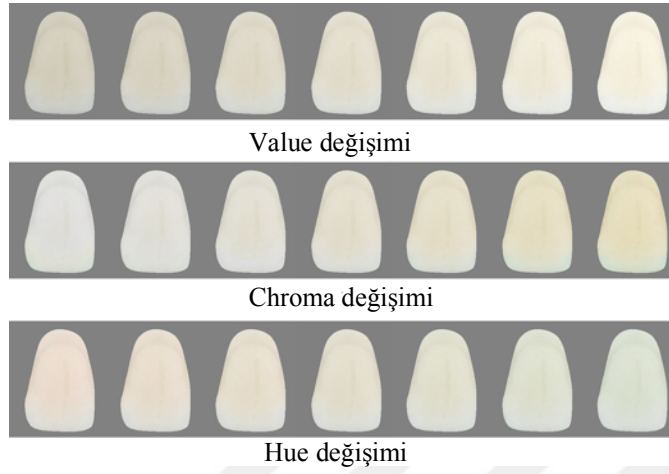
2.5. Diş Hekimliğinde Renk

Renk tamamen ışık ile ilgilidir. Rengin görülebilmesi için, ışığın bir objeden yansması ve beyin görmeye korteksine sinyal göndermesi için gözün retinasında yer alan nöral sensörleri stimüle etmesi gerekir (23).

Renk; ton (hue), parlaklık (value) ve doygunluk (chroma) olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır (Şekil 2.2) (24):

- Ton (Hue): Hue, rengin kendisini tanımlayan bir kavramdır. Bir renk ailesinin diğerinden ayırt edilmesini sağlar. Görünür spektrumdaki hue sıralaması; violet, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızıdır (25). Genç dentisyonda, genel olarak birbirine yakın hue değerleri mevcutken, ilerleyen yaşla birlikte, dişlerin çeşitli renklendirici etkenlere maruz kalması sonucu, dentisyon genelinde hue farklılıkları meydana gelebilir (26).
- Parlaklık (Value): Value değeri, siyah-beyaz bandında yer alan, akromatik bir kavramdır. Renkli bir objenin siyah-beyaz bir fotoğrafı, o objenin 3 boyutlu halinin (hue), iki boyuta (value) indirgenmesi olarak düşünülebilir. Farklı renklere sahip, örneğin; mavi ve yeşil renkteki iki farklı obje, siyah-beyaz bir

fotoğrafta birbirinden ayırt edilemeyebilir, yani; value değerleri aynı olabilir (25, 27).



Şekil 2.2. Value, chroma ve hue değerlerine göre sıralama

- Doygunluk (Chroma): Bir rengin gücünü belirten kavramdır. Chroma arttıkça rengin yoğunluğu da artar. Hue farklılığı, farklı renkleri oluştururken, chroma farklılığı aynı rengin farklı yoğunluklarını meydana getirir (25). Yaşla beraber, dişlerin chroma değeri artar. Chroma, diş beyazlatma ile azaltılmaya en uygun olan renk özelliğidir (26).

Metamerizm: Belirli bir ışık kaynağında aynı görünen fakat farklı ışın dağılımına sahip iki renk “metamer” adını alır, bu olaya da “metamerizm” denir. Aydınlanma koşulları değiştiğinde metamer özelliği olan cisimler birbiriyle aynı renkte görünmez (28).

2.5.1. Dişin Renk Özellikleri

Esas olarak dişin chromasını belirleyen kısım dentindir. Ancak genç dişlerde, kalın mine tabakasından dolayı, dentinden yansıyan chroma maskelenir. Servikalden insizale doğru giderken mine kalınlığı artar, bundan dolayı; dişin chroma değeri azalır (29).

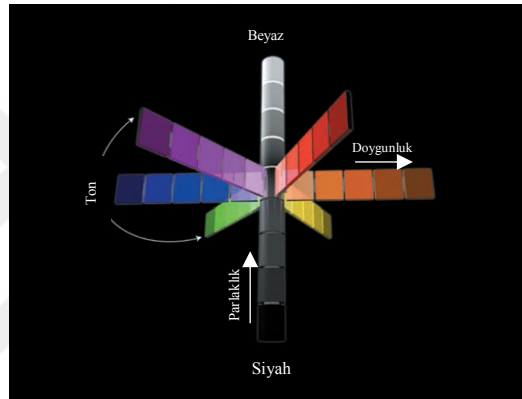
Dişler bireyden bireye, hatta aynı bireyde anteriordan posteriora doğru ya da yaşa bağlı olarak renk farklılıkları gösterir. Anterior dişler, posteriorlara göre daha düşük chroma değerine sahiptir ve yaşa bağlı olarak mine tabakasının incilmesiyle, artan dentin görünümünden dolayı, dişlerin chroma değerleri artmaktadır (30).

Ayrıca yine genç bireylerin dişlerinde yüzey karakterizasyonu daha belirgindir. Artan yaşla beraber devam eden atrizyon ve abrazyon nedeniyle, diş yüzeyi daha parlak ve pürüzsüz bir hale gelir (31).

2.5.2. Renk Notasyon Sistemleri

2.5.2.1. Munsell renk sistemi

20. yüzyılın başlarında Albert Munsell, rengin üç boyutlu bir fenomen olduğunu ve her bir rengin diğer tüm renklerle rasyonel bir ilişki halinde olduğunu belirtmiştir. Munsell, rengin bu üç boyutunu; hue, value ve chroma olarak adlandırmıştır (Şekil 2.3) (15, 31-33).



Şekil 2.3. Hue, value ve chroma değerlerinin gösterildiği “renk çarkı”

2.5.2.2. CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) Renk Sistemi

Munsell renk sistemi, tarihsel gelişim sürecinde en önemli renk sistemlerinden biri olsa da, diş hekimliğinde fazla kullanım alanı bulamamıştır. Diş hekimliğinde daha çok CIE renk sistemi kullanılmaktadır (25).

Munsell sistemine benzer şekilde, CIE sisteminde de, akromatik (value) ve kromatik (hue ve chroma) komponentler mevcuttur. CIE sistemi, CIELAB renk alanı (Şekil 2.4) boyunca oluşan renk farklılıklarının, insan gözünün rengi algılamasındaki adımlara benzerlik göstermesi nedeniyle, renk ölçümlerinin yorumlanabilme kabiliyetinin daha yüksek olmasından dolayı, Munsell sistemine kıyasla, diş hekimliğinde kullanım açısından daha elverişli bir sistemdir (25, 34).

Günümüz diş hekimliğinde, CIE renk sisteminin, en çok kullanılan 2 renk değişim formülü; CIELAB (CIE L^* , a^* , b^* , CIE76) ve daha yeni bir formülizasyon olan CIEDE2000’dir. Bu formüllerde renk değişimi ΔE ile gösterilir (31).

CIE L*a*b* , aşağıdaki koordinatları içeren üç boyutlu bir renk alanıdır (31):

- L* (*lightness, value*): Munsell sisteminde olduğu gibi L* değeri akromatik vertikal eksen ile gösterilir. Cisimden yansıyan ışık miktarı arttıkça value değeri de artış gösterir. Value değeri 0 (saf siyah) ve 100 (saf beyaz) arasında değişkenlik gösterir.
- a*: Yeşil-kırmızı renk eksenini (-a* yeşil, +a* kırmızı)
- b*: Mavi-sarı renk eksenini (-b*mavi, +b* sarı)

CIELAB'a göre renk değişimi aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (31):

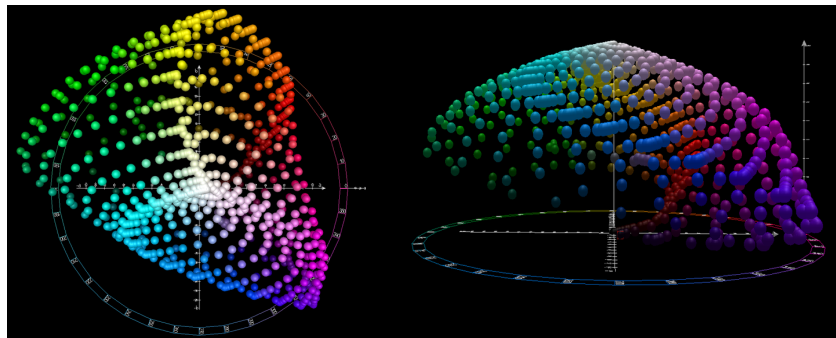
$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

CIEDE2000 renk değişim formülü, belirli durumlardaki küçük renk değişimlerinin tespitinde, homojen olmayan CIELAB renk alanının düzensizliklerini gidermek için geliştirilmiş bir formüldür. Endüstriyel renk değişiminin hesaplanmasında kullanılan formül; ışığın, chroma ve hue değerlerinin ve hue-chroma ilişkisinin, algılanan renk değişimi üzerinde etkisinin düzenlenmesiyle geliştirilmiştir.(35)

CIEDE2000'e göre renk değişimi aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (35):

$$\Delta E_{\infty} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Ağırlık faktörleri (S_L, S_C ve S_H), L' a', b' koordinatlarındaki renk farkı çiftinin lokasyonundaki değişiklik için toplam renk farkını ayarlar. Deneysel koşullar için parametrik faktörler (K_L, K_C; ve K_H) düzeltme terimleri olarak kullanılmıştır. Son olarak R_T (rotasyon işlevi) ise mavi bölgedeki renk ve ton farklılıkları arasındaki etkileşimi açıklamaktadır (35, 36).



Şekil 2.4. CIELAB renk uzayının yukarıdan ve karşıdan görünümü

2.5.3. Renk Ölçüm Cihazları

Renk skalaları aracılığıyla yapılan renk seçiminin subjektifliğine bağlı olarak ortaya çıkan problemler, çoğunlukla daha güvenilir ve tekrarlanması kolay olan nesnel ölçüm araçlarının geliştirilmesine neden olmuştur (Tablo 2.2) (23). En bilinen objektif renk ölçüm cihazları; spektrofotometreler, kolorimetreler, spektoradyometreler ve dijital kameralardır (37).

Spektrofotometreler, kolorimetreler ve spektoradyometreler dişin üzerindeki 2-3 mm'lik dairesel bir alandan ölçüm yaparlar. Spektrofotometreler, dalga boyunun bir fonksiyonu olarak spektral yansımayı ölçerken, kolorimetreler CIE kolorimetrik koordinatlarını veya renk değerlerini, spektoradyometreler ise yansıyan ışığın ölçümünü yapar (38).

Tablo 2.2. Bazı renk ölçüm cihazları

Sistem	Üretici	Tip
ShadeEye	Shofu Dental, USA	Kolorimetre
Easysshade	Vident, Brea, USA	Spektrofotometre
ShadeScan	Cynovad, Canada	Dijital renk görüntüleme/kolorimetre
ShadeVision	ShadeVision X-Rite, USA	Dijital renk görüntüleme/kolorimetre
SpectroShade	MHT, Switzerland	Dijital renk görüntüleme/kolorimetre
ClearMatch	Smart Technology, USA	Dijital kamerayla kullanılmak üzere geliştirilen yazılım

2.5.3.1. Spektrofotometreler

Spektrofotometreler, objelerin renklerini, yansıttıkları dalga boylarına göre CIELAB sistemi üzerinden ölçen cihazlardır. Son zamanlarda geliştirilen bazı cihazlar, CIELAB sistemi koordinatlarının yanı sıra, güncel olarak kullanılan renk skalalarına göre de dişin rengini tespit edebilmektedir (37). Bu cihazlar, metamerizmden etkilenmez ve tekrarlanabilir ve güvenilir ölçümler yapabilir (39).

İnsan gözü ya da geleneksel tekniklerle yapılan gözlemlerle karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin doğruluk oranının % 33 daha fazla olduğu ve olguların % 93.3'ünde objektif eşleşme sağladığı görülmüştür (40).

Günümüzde kullanılan bazı spektrofotometrelere örnek olarak; Shade-X (X-Rite, USA), SpectroShade Micro (MHT, Switzerland), Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Germany) ve Crystaleye (Olympus, Japan) verilebilir (41).

Vita-Easyshade

Günümüz diş hekimliğinde en fazla kullanılan spektrofotometrelerden biri olan Vita Easyshade, 400-700 nm dalga boyları arasında ölçüm yapabilen dental kullanım amaçlı bir spektrofotometredir. L, a, b ve L, C, h değerleri üzerinden ölçüm yapabilmektedir. Direkt kompozit restorasyonların renk seçimini yapabilmekte ve multikromatik dişlerde ortalama renk değerini hesaplayabilmektedir. Beyazlatma amacıyla diş renginin saptanmasında da kullanılabilir. Tek diş modu ve diş bölgesi modu (servikal, orta, insizal) bulunmaktadır. Yakın zamanda piyasaya sürülen Vita Easyshade V, bluetooth arayüzü sayesinde VITA Assist PC yazılımı ve VITA MobileAssist uygulaması ile kablosuz bağlantı kurabilmektedir. Böylece teknisyene, renk bilgisinin anında aktarılması mümkün olmaktadır (42).

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

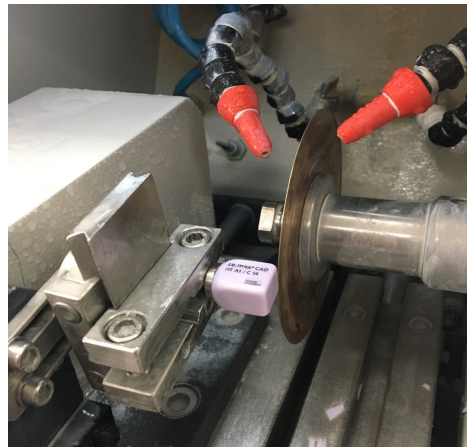
Bu çalışmada 3 farklı tam seramik CAD-CAM restorasyon materyali kullanılmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmalar

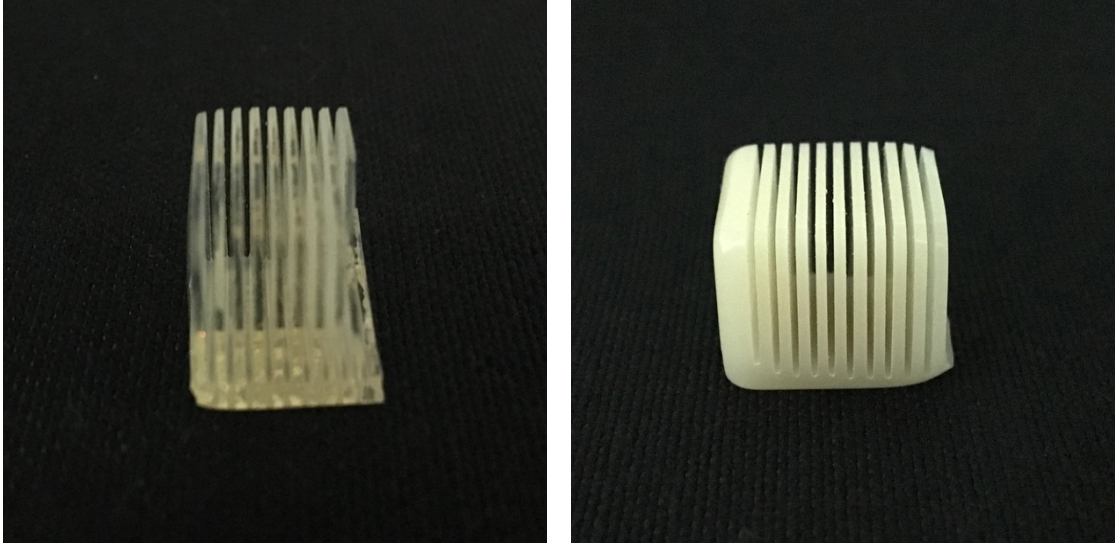
Materyal	Kompozisyon	Özellik	Üretici Firma
IPS e.max CAD (IPS)	%57-80 SiO ₂ , %11-19 Li ₂ O	A1 HT C14	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein
Celtra Duo (Celtra)	%58 SiO ₂ , %18.5 Li ₂ O, %10.1 ZrO ₂	A1 HT C14	Dentsply Sirona, USA
Vita Suprinity (Suprinity)	%56-64 SiO ₂ , % 15-21 Li ₂ O,% 8-12 ZrO ₂	A1 HT C14	VITA Zahnfabrik, Germany

3.1. CAD-CAM Blokların Hazırlanması

Bu çalışmada; IPS e.max CAD (IPS), Celtra DUO (Celtra) ve Vita Suprinity (Suprinity) yüksek translusensiye sahip (HT) C14 (crown-14 mm) bloklardan su soğutması altında, düşük hızlı hassas kesme cihazında (Micracut 201, Metkon, Türkiye) elmas kesme diski ile 0.7 ± 0.05 mm'lik kesitler alınmıştır (Şekil 3.1 ve 3.2).



Şekil 3.1. Numunelerin hassas kesme cihazında hazırlanması



Şekil 3.2. Hassas kesme cihazı ile kesilmiş bloklar

Her blok çeşidinden 48 tane olmak üzere toplam 144 adet numune elde edilmiştir. Numuneler, 0.7 mm derinlikte metal kalıpların içerisine yerleştirilerek (Şekil 3.3), simantasyon yüzeylerinin homojenliğini sağlamak için sırasıyla 400, 600 ve 1200 grenlik silikon karbit kağıtlarla zımparalanmıştır. Daha sonra tüm numuneler distile suda ultrasonik olarak temizlenmiştir.



Şekil 3.3. Numuneleri zımparalamak amacıyla üretilen metal kalıp

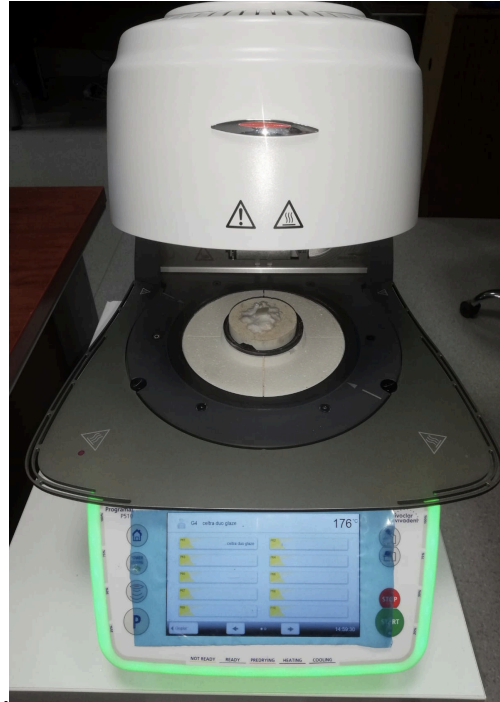
Sonrasında tüm numunelerin glazelenecek yüzeyleri, lityum disilikat bloklar için özel olarak geliştirilmiş cila frezleri (EVE Diapro/Diasynt Plus HP360, Eve Ernst Vetter, Germany) ile manuel olarak cilalanmıştır (Şekil 3.4). Cilalanan numuneler basınçlı buhar ile temizlenmiştir. Sonrasında ise IPS ve Suprinity için üretici firma talimatları

doğrultusunda, kristalizasyon fırınlaması yapılmıştır (Programat P150, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) (Şekil 3.5) Daha sonra tüm numunelere glaze uygulanarak (IPS için; IPS e.max CAD Crystal Glaze Paste, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein; Suprinity ve Celtra için; Vita Akzent Glaze Paste, Vita Zahnfabrik, Germany) glaze fırınlaması yapılmıştır.

Tüm numunelerin bir yüzeyi glazelendikten sonra, kalınlıkları dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Gerekli görüldüğü takdirde numuneler yeniden hazırlanmıştır.



Şekil 3.4. Numunelere mekanik cila ve glaze işlemlerinin uygulanması

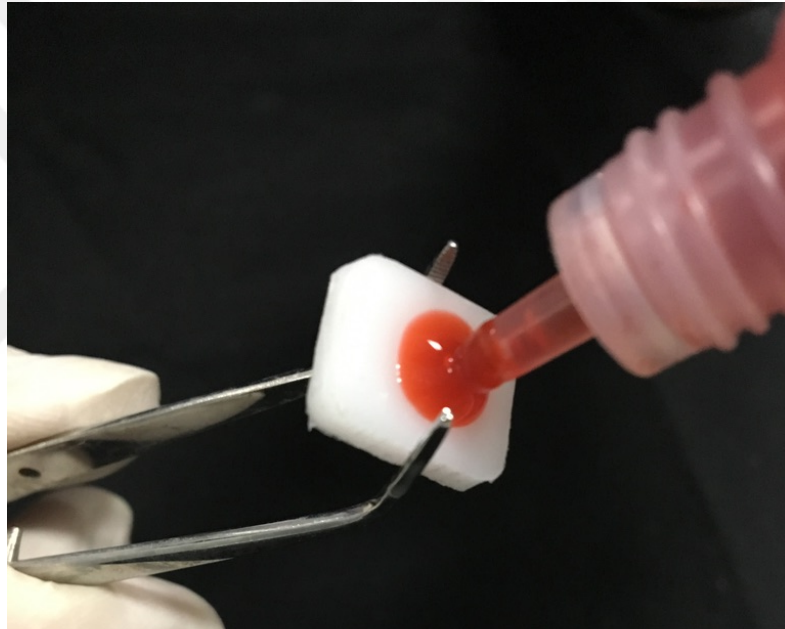


Şekil 3.5. Numunelerin fırınlanması

3.2. Delrin Yüzeyinin Hazırlanması

Beyaz asetal rezin (Delrin®, DuPont, USA) materyalden, 3x12x14 mm boyutlarında kesitler alınmıştır. Sonrasında daha iyi bir bağlanma sağlayabilmek amacıyla, Delrin yüzeyi 3 bar basınç altında 30 µm Al₂O₃ ile kumlanmıştır.

Delrin yüzeyine 20 sn boyunca <5%’lik hidroflorik asit (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) uygulanmış (Şekil 3.6), yıkanmış ve kurutulmuştur. Sonrasında silan (Silane Primer, Kerrdental, USA) uygulanmış, 60 sn beklenmiş ve havayla kurutulmuştur. Son olarak ise yüzeye homojen bir şekilde 15 sn boyunca total-etch adeziv (OptiBond Solo Plus, Kerrdental, USA) uygulanmış, 3 sn hava ile inceltilmiş ve 20 sn boyunca ışınlanmıştır.



Şekil 3.6. Delrin yüzeyinin HF asit ile pürüzlendirilmesi

3.3. CAD-CAM Bloklarının Yüzey Hazırlığı

CAD-CAM bloklarından elde edilen numunelerin simantasyon yüzeyine, üretici firmaların talimatları doğrultusunda; Celtra için 30 sn boyunca, IPS ve Suprinity için ise 20 saniye boyunca %4.5 HF asit uygulandıktan sonra, yıkanıp kurutulmuştur. Hemen ardından 60 saniye silan uygulanarak hava ile inceltirilmiştir. Yüzey parlak şekilde görünmüyorsa, yeniden silan uygulanmıştır. Son olarak ise yüzeye homojen şekilde 15 sn boyunca total-etch adeziv uygulanmış, 3 sn hava ile inceltilmiş ve 20 saniye boyunca ışınlanmıştır (Şekil 3.7 ve 3.8).



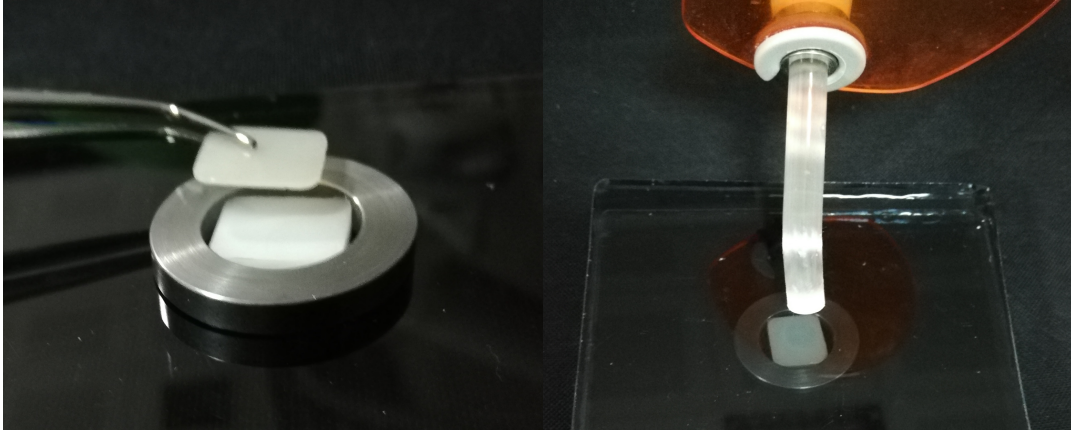
Şekil 3.7. Simantasyonda kullanılan materyaller



Şekil 3.8. CAD-CAM bloklardan elde edilen numunelerin yüzeyinin simantasyona hazırlanması

3.4. Simantasyon

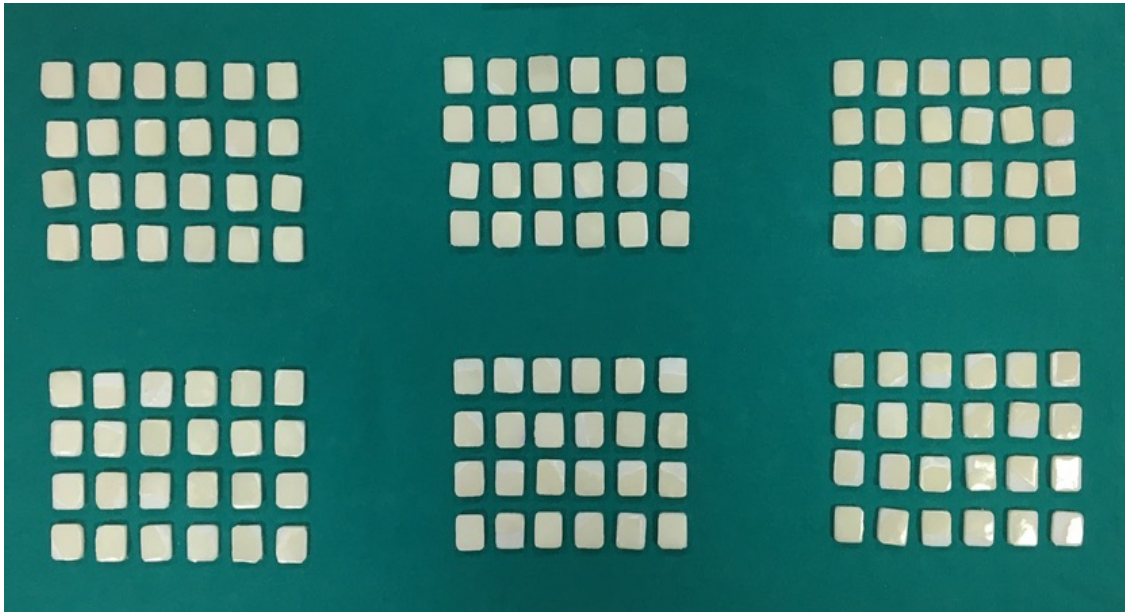
Delrin (3 mm) ve CAD-CAM bloklarından elde edilen preparatların (0.7 mm) simantasyon yüzeyleri hazırlandıktan sonra, final siman kalınlığını (0.1 mm) ve toplam numune kalınlığını (3.8 mm) standardize edebilmek amacıyla üretilen, 3.8 mm kalınlıkta dış çapı 30 mm, iç çapı 18.5 mm olan ve paslanmaz çelikten üretilmiş kalıp içerisine (Şekil 3.9) Delrin yerleştirilerek, üzerine hem kimyasal hem ışıkla sertleşen (dual-cure) translusent universal adeziv rezin siman (NX3, Kerrdental, USA) uygulanmıştır. Glazelenmiş numuneler, Delrin üzerine, glazeli yüzeyleri yukarıda olarak şekilde yerleştirilmiş ve en üste siman camı yerleştirilerek, basınç altında önce 10 sn ışınlanmış, taşan simanlar temizlendikten sonra, yine aynı şekilde 20 sn boyunca ışınlanmıştır. Daha sonra, dijital kumpas yardımıyla, numunelerin final kalınlığının 3.8 mm olduğu teyit edilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. CAD-CAM bloktan elde edilen kesitin, final siman kalınlığını kontrol etmek amacıyla paslanmaz çelik kalıp kullanılarak simante edilmesi



Şekil 3.10. Sırasıyla soldan sağa CAD-CAM bloktan elde edilen kesit, Delrin ve simante edilmiş numunenin final kalınlığı



Şekil 3.11. Simantasyonları tamamlanan numuneler

Tüm numuneler tek bir araştırmacı tarafından hazırlanmıştır (şekil 3.11). Hazırlanan numuneler, polimerizasyonun tam olarak tamamlanabilmesi için, inkübatörde (LabCompanion RW1025G, JeioTech, Korea), 37°C distile suda, 24 saat boyunca bekletilmiştir.

3.5. Termal siklus

Simantasyon işlemleri tamamlandıktan ve numuneler final halini aldıktan sonra, tüm numunelere 5°C-55°C sıcaklık aralığında 5.000 termal siklus (Thermocycler, THE-1100, SD Mechatronik, Germany) işlemi uygulanmıştır (şekil 3.12).



şekil 3.12. Numunelerin termal siklus ile yaşlandırılması

3.6. Renklendirme

Numuneleri renklendirmek amacıyla distile su, ay (Lipton Yellow Label Tea, Unilever, United Kingdom), kahve (Nescafe Gold, Nestlé'SuisseSA, Switzerland) ve kırmızı şarap (Kayra Vintage Cabernet Sauvignon, Mey, Türkiye) kullanılmıştır.

Kahve: Kahve (3.6 g) üretici firmanın talimatları doğrultusunda, 300 ml kaynayan suda özündürölerek, 10 dk karıştırıldıktan sonra filtre kağıdıyla filtre edilmiştir. Numuneler 100 ml karışım içerisine yerleştirilmiştir.

ay: 3 poşet çay 300 ml suda 15-20 dakika demlenmiş, sonrasında ortalama demde içen bir insan baz alınarak, 50 ml kaynar su-50 ml çay demi karışımına numuneler yerleştirilmiştir.

Şarap: 18°C derece sıcaklıktaki 100 ml kırmızı şarap içerisine numuneler yerleştirilmiştir.

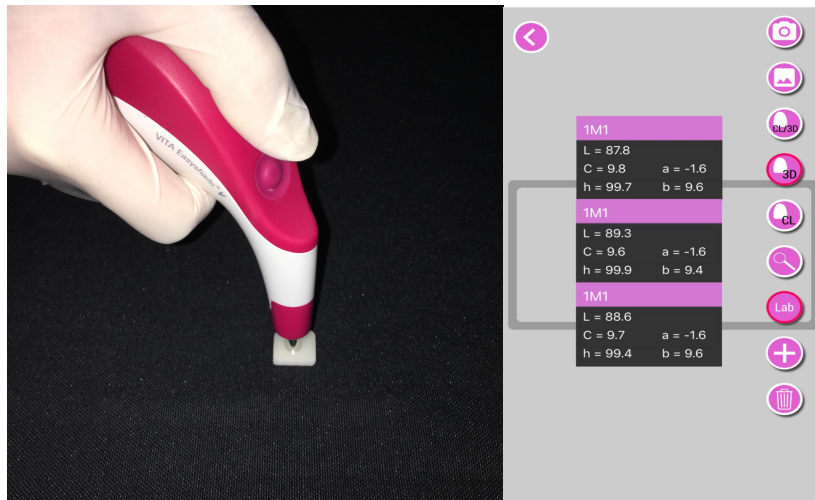
Daha sonra tüm numuneler inkübatörde 37 °C’de 180 saat boyunca tutulmuştur.

Tüm solüsyonlar 8 saatte bir yenilenmiştir.

3.7. Renk Ölçümü

Tamamına termal siklus ve renklendirme işlemi uygulanan numunelerin renk ölçümlerinin öncesinde, tüm numuneler, dairesel hareketlerle, diş fırçası ve diş macunu yardımıyla fırçalanarak temizlenmiş ve filtre kağıdı ile kurulanmıştır. Hem renklendirme işlemi öncesinde hem de sonrasında renk ölçümleri, Vita Easysshade V (Vita Zahnfabrik, Germany) ile üç noktadan yapılmış ve tespit edilen L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalaması alınmıştır. Renklendirme işleminden sonra ölçülen L^* , a^* , b^* değerlerine göre gösterdikleri renk değişiklikleri (ΔE_{∞}) ve L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişimler (ΔL^* , Δa^* ve Δb^*) CIEDE2000 formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada, parametrik faktörler; K_L , K_C , ve K_H (sırasıyla lightness, chroma ve hue), 1 olarak alınmıştır.

Her bir grubun renk ölçümü işleminden önce, üretici firmanın önerileri doğrultusunda cihaz kalibrasyonu yapılmıştır. Renk ölçümü kaydını kolaylaştırmak ve kayıtları saklamak amacıyla, cihazın akıllı telefonlarla uyumlu yazılımı olan Vita MobileAssist’ten faydalanılmıştır (Şekil 3.13).



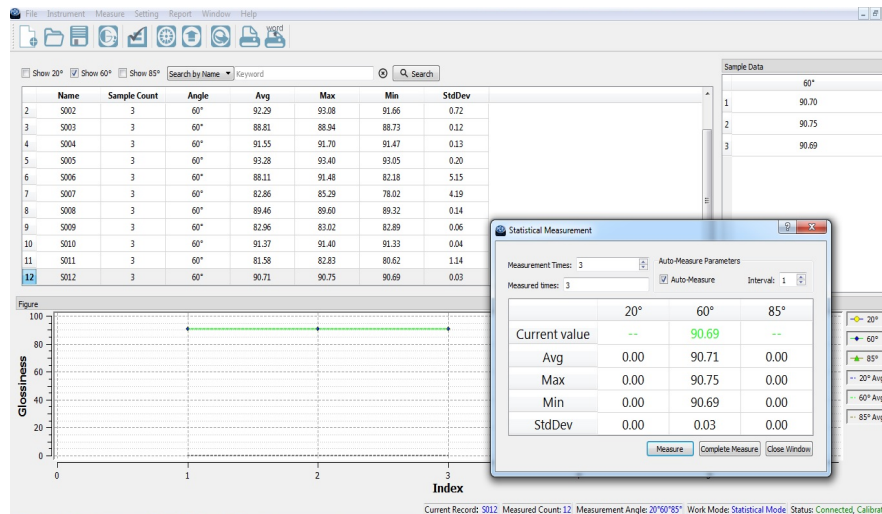
Şekil 3.13. Soldan sağa, Vita easysshade V ile numuneden renk ölçümü ve Vita MobileAssist yazılımı

3.8. Parlaklık Ölçümü

Parlaklık ölçümü amacıyla, parlaklık ölçüm cihazı (SGM 60, PCE Instruments, Germany) kullanılmıştır (Şekil 3.14). Ölçümler, cihazın yazılımı (GQC6 Gloss Meter Vol.15.09) (Şekil 3.15) aracılığıyla bilgisayar ortamında yapılmıştır. Her bir grubun parlaklık ölçümleri öncesinde, üretici firmanın talimatları doğrultusunda siyah cam aracılığıyla cihaz kalibrasyonu yapılmıştır. Standardizasyonu sağlamak için hazırlanan silikon kalıp içerisinde yerleştirilen numunelerin, sırasıyla termal siklus ve renklendirme işlemlerinden sonra, her bir numune için 3 kez olmak üzere, 60° açıyla parlaklık ölçümleri yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Parlaklık değişimi $[\Delta GU = GU_1 - GU_2]$ formülüyle hesaplanmıştır.



Şekil 3.14. Soldan sağa, parlaklık ölçümü için hazırlanan silikon kalıp, kalibrasyon plakası ve parlaklık ölçer



Şekil 3.15. Bilgisayar yazılımı desteği ile parlaklık ölçümü

3.9. İstatistik

Tüm ölçümlerden elde edilen veriler; IBM SPSS V23 (IBM Corporation, New York, USA) ile analiz edilerek; ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE_{∞} ve parlaklık değışimi değerlerinin, blok grubu ve kullanılan renklendirici solüsyonlara göre farklılıkları iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. Temel etkilerin anlamlı olduğu durumlarda Bonferroni düzeltmesi ile çoklu karşılaştırmalar gerçekleştirilerek; etkileşimin anlamlı olduğu durumlarda, varyansların homojenliği Levene testi ile incelenmiş ve homojen olan durumlar için Tukey HSD kullanılırken, homojen olmayan durumlar için ise Tamhane T2 kullanılmıştır. Analiz sonuçları ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur. Önem düzeyi ise $p < 0.05$ olarak alınmıştır.



4. BULGULAR

ΔL^* ortalama değerleri iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir (Tablo 4.1). Yapılan analize göre blok grupları ve renklendirici solüsyonların ikili kombinasyonları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p=0.449$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.1. ΔL^* değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması

	Kareler Toplamı	SS	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	110.664	11	10.06	4.682	0.000
Sabit	1041.998	1	1041.998	484.922	0.000
Blok x Solüsyon	12.492	6	2.082	0.969	0.449
Blok	11.945	2	5.972	2.779	0.066
Solüsyon	86.227	3	28.742	13.376	<0.001
Hata	283.641	132	2.149		
Toplam	1436.303	144			
Düzeltilmiş Toplam	394.304	143			

Tablo 4.2. ΔL^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	IPS (Ort $\pm$ SS)	Celtra (Ort $\pm$ SS)	Suprinity (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	1.15 $\pm$ 0.95	1.49 $\pm$ 1.50	1.62 $\pm$ 1.30	0.449
Çay	2.88 $\pm$ 1.49	3.74 $\pm$ 1.69	3.25 $\pm$ 1.77	
Kahve	1.96 $\pm$ 1.68	2.55 $\pm$ 1.70	3.64 $\pm$ 1.33	
şarap	3.29 $\pm$ 1.94	3.17 $\pm$ 0.91	3.56 $\pm$ 0.81	

Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki ortak etkileri göz önünde bulundurulduğunda, ΔL^* ortalama değerleri; IPS grubunda 2.32 iken, Celtra grubunda 2.74 ve Suprinity grubunda da 3.02 olarak elde edilmiştir. Blok gruplarının ortalama ΔL^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ($p=0.066$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği ΔL^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	ΔL^* (Ort $\pm$ SS)	p
IPS	2.32 $\pm$ 1.72	0.066
Celtra	2.74 $\pm$ 1.67	
Suprinity	3.02 $\pm$ 1.54	

Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; distile su için ΔL^* ortalama değeri 1.42 iken, çay için 3.29, kahve için 2.71 ve şarap için ise 3.34 olarak elde edilmiştir. Solüsyonların ana etkisi ortalama ΔL^* üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir ($p<0.001$) (Tablo 4.4). Distile su için elde edilen ortalama değer diğer solüsyonlardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Diğer 3 solüsyon arasında ise fark yoktur. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔL^* değerine ait ortalama ve standart sapma (SS) verileri grafik halinde gösterilmiştir (Şekil 4.1).

Tablo 4.4. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği ΔL^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	ΔL^* (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	1.42 $\pm$ 1.25b	<0.001
Çay	3.29 $\pm$ 1.65a	
Kahve	2.71 $\pm$ 1.69a	
Şarap	3.34 $\pm$ 1.30a	



Şekil 4.1. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔL^* değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği

Δa^* ortalama değerleri iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir (Tablo 4.5). Yapılan analize göre blok grupları ve renklendirici solüsyonların ikili kombinasyonları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p=0.728$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.5. Δa^* değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması

	Kareler Toplamı	SS	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	10.268	11	0.933	2.338	0.012
Sabit	79.329	1	79.329	198.686	<0.001
Blok x Solüsyon	1.443	6	0.241	0.602	0.728
Blok	0.428	2	0.214	0.536	0.587
Solüsyon	8.397	3	2.799	7.011	<0.001
Hata	52.703	132	0.399		
Toplam	142.3	144			
Düzeltilmiş Toplam	62.971	143			

Tablo 4.6. Δa^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	IPS (Ort $\pm$ SS)	Celtra (Ort $\pm$ SS)	Suprinity (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	0.44 $\pm$ 0.35	0.62 $\pm$ 0.47	0.76 $\pm$ 1.34	0.728
Çay	1.04 $\pm$ 0.54	1.13 $\pm$ 0.79	1.28 $\pm$ 0.50	
Kahve	0.57 $\pm$ 0.51	0.70 $\pm$ 0.46	0.82 $\pm$ 0.70	
Şarap	0.68 $\pm$ 0.56	0.47 $\pm$ 0.36	0.40 $\pm$ 0.28	

Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki ortak etkileri göz önünde bulundurulduğunda, Δa^* ortalama değerleri; IPS grubunda 0.68 iken, Celtra grubunda 0.73, Suprinity grubunda ise 0.81 olarak elde edilmiştir. Blok gruplarının ortalama Δa^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ($p=0.587$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği Δa^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

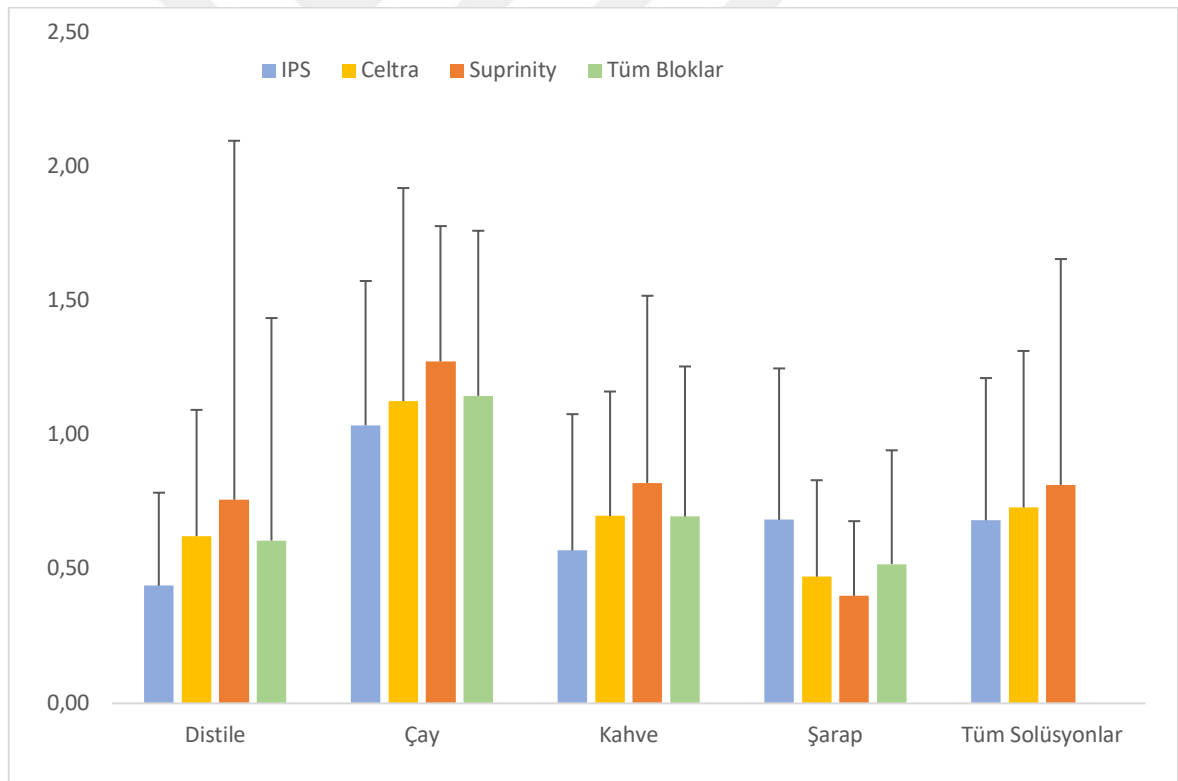
	Δa^* (Ort $\pm$ SS)	p
IPS	0.68 $\pm$ 0.53	0.587
Celtra	0.73 $\pm$ 0.58	
Suprinity	0.81 $\pm$ 0.84	

Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; distile su için ortalama Δa^* değeri 0.61 iken, çay için 1.15, kahve için 0.70 ve şarap için ise 0.52 olarak elde edilmiştir. Solüsyon ana etkisi ortalama Δa^* üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir ($p<0.001$) (Tablo 4.8). Çayda elde edilen ortalama değer diğer solüsyonlardan daha yüksek bulunmuştur. Diğer 3 solüsyon arasında ise farklılık yoktur.

Blok ve solüsyon gruplarına göre Δa^* değerine ait veriler grafik halinde gösterilmiştir (Şekil 4.2).

Tablo 4.8. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği Δa^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	Δa^* (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	0.61 $\pm$ 0.83b	
Çay	1.15 $\pm$ 0.62a	<0.001
Kahve	0.70 $\pm$ 0.56b	
Şarap	0.52 $\pm$ 0.42b	



Şekil 4.2. Blok ve solüsyon gruplarına göre Δa^* değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği

Δb^* ortalama değerleri iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir (Tablo 4.9). Yapılan analize göre blok grupları ve renklendirici solüsyonların ikili kombinasyonları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p=0.003$) (Tablo 4.10). En yüksek ortalama değer Suprinity grubunun çay ile kombinasyonunda elde edilmiştir. En düşük ortalama değer ise IPS grubunun distile su ile kombinasyonunda elde edilmiştir.

Tablo 4.9. Δb^* değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması

	Kareler Toplamı	SS	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	93.126	11	8.466	3.947	<0.001
Sabit	455.218	1	455.218	212.241	<0.001
Blok x Solüsyon	44.605	6	7.434	3.466	0.003
Blok	3.826	2	1.913	0.892	0.412
Solüsyon	44.695	3	14.898	6.946	<0.001
Hata	283.116	132	2.145		
Toplam	831.459	144			
Düzeltilmiş Toplam	376.241	143			

Tablo 4.10. Δb^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	IPS (Ort $\pm$ SS)	Celtra (Ort $\pm$ SS)	Suprinity (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	0.58 $\pm$ 0.71A	2.02 $\pm$ 2.59 ABCD	1.14 $\pm$ 0.70 ABC	0.003
ay	2.74 $\pm$ 1.42 CD	2.12 $\pm$ 1.70 ABCD	3.21 $\pm$ 2.08 D	
Kahve	1.86 $\pm$ 1.85 ABCD	0.74 $\pm$ 0.50 AB	2.68 $\pm$ 2.01 BCD	
şarap	1.30 $\pm$ 0.77 ABCD	1.98 $\pm$ 0.48 ABCD	0.98 $\pm$ 0.49 ABC	

A-D: Aynı harfe sahip blok-solüsyon etkileşimleri arasında fark yoktur

Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki ortak etkileri göz önünde bulundurulduğunda, Δb^* ortalama değerleri; IPS grubunda 1.62 iken, Celtra grubunda 1.71 ve Suprinity grubunda da 2 olarak elde edilmiştir. Blok gruplarının ortalama Δb^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ($p=0.412$) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği Δb^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

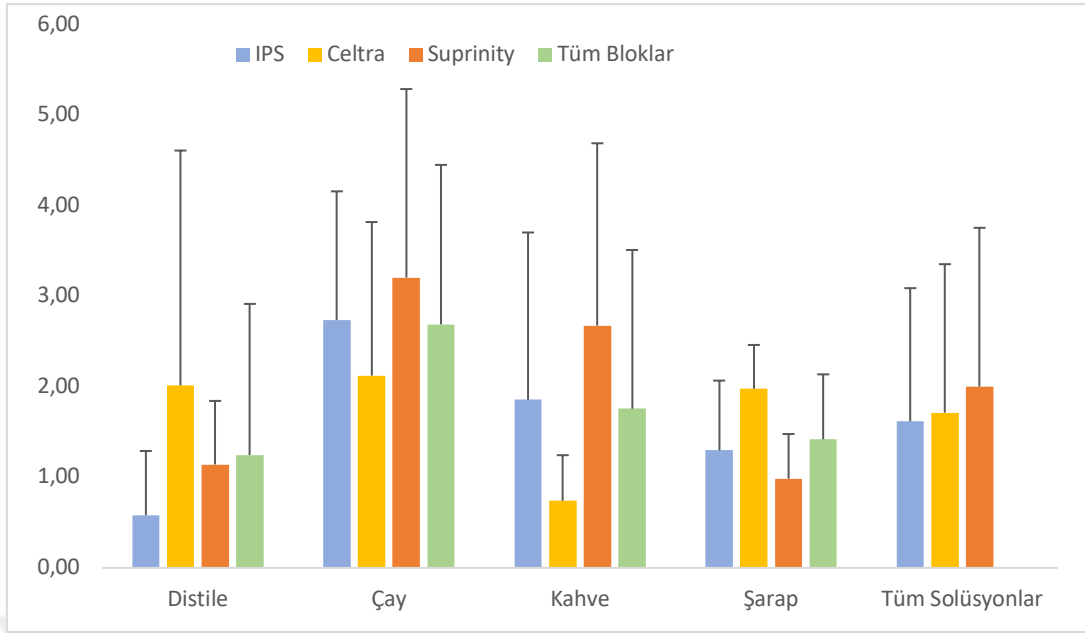
	Δb^* (Ort $\pm$ SS)	p
IPS	1.62 $\pm$ 1.47	0.412
Celtra	1.71 $\pm$ 1.64	
Suprinity	2.00 $\pm$ 1.75	

Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; distile su için Δb^* ortalama değeri 1.25 iken, çay için 2.69, kahve için 1.76 ve şarap için ise 1.42 olarak elde edilmiştir. Solüsyon ana etkisi ortalama Δb^* üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir ($p<0.001$) (Tablo 4.12). Çayda elde edilen ortalama değer diğer solüsyonlardan daha yüksek elde edilmiştir. Diğer 3 solüsyon arasında ise fark yoktur. Blok ve solüsyon gruplarına göre Δb^* değerine ait veriler grafik halinde gösterilmiştir (Şekil 4.3).

Tablo 4.12. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği Δb^* değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	Δb^* (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	1.25 $\pm$ 1.67b	<0.001
Çay	2.69 $\pm$ 1.76a	
Kahve	1.76 $\pm$ 1.75b	
Şarap	1.42 $\pm$ 0.72b	

a-b: Aynı harfe sahip solüsyonlar arasında fark yoktur



Şekil 4.3. Blok ve solüsyon gruplarına göre Δb^* değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği

ΔE_{∞} ortalama değerleri iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir (Tablo 4.13). Yapılan analize göre blok grupları ve renklendirici solüsyonların ikili kombinasyonları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p=0.466$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.13. ΔE_{∞} değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması

	Kareler Toplamı	SS	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	65.904	11	5.991	3.503	<0.001
Sabit	921.983	1	921.983	539.143	<0.001
Blok x Solüsyon	9.691	6	1.615	0.945	0.466
Blok	5.905	2	2.952	1.727	0.182
Solüsyon	50.308	3	16.769	9.806	<0.001
Hata	225.732	132	1.71		
Toplam	1213.618	144			
Düzeltilmiş Toplam	291.635	143			

Tablo 4.14. ΔE_{∞} değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	IPS (Ort $\pm$ SS)	Celtra (Ort $\pm$ SS)	Suprinity (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	1.18 $\pm$ 0.73	2.07 $\pm$ 2.02	1.82 $\pm$ 1.52	0.466
Çay	3.12 $\pm$ 1.15	3.41 $\pm$ 1.71	3.52 $\pm$ 1.28	
Kahve	2.1 $\pm$ 1.61	2.09 $\pm$ 1.09	3.17 $\pm$ 1.41	
Şarap	2.66 $\pm$ 1.2	2.72 $\pm$ 0.45	2.51 $\pm$ 0.51	

Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki ortak etkileri göz önünde bulundurulduğunda, ΔE_{∞} ortalama değerleri; IPS grubunda 2.26, Celtra grubunda 2.57 Suprinity grubunda da 2.76 olarak elde edilmiştir. Blok gruplarının ortalama ΔE_{∞} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmadığı tespit edildi ($p=0.182$) (Tablo 4.15)

Tablo 4.15. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerinde meydana getirdiği ΔE_{∞} değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	ΔE_{∞} (Ort $\pm$ SS)	p
IPS	2.26 $\pm$ 1.38	0.182
Celtra	2.57 $\pm$ 1.51	
Suprinity	2.76 $\pm$ 1.37	

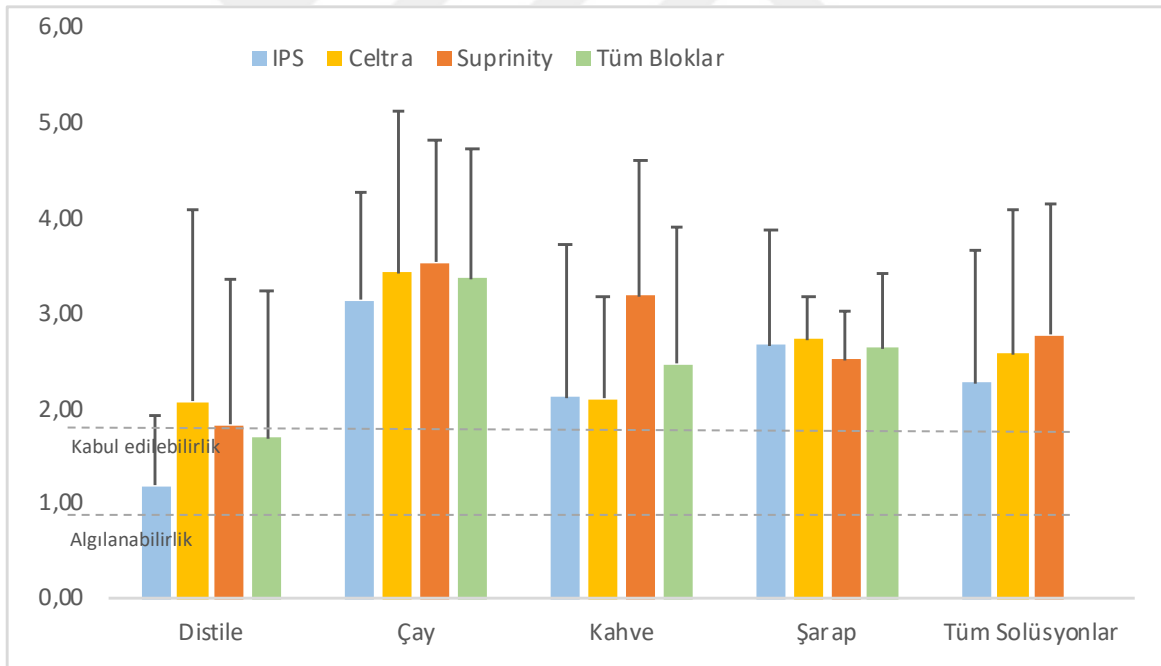
Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; distile su için ΔE_{∞} ortalama değeri 1.69 iken, çay için 3.35, kahve için 2.45 ve şarap için ise 2.63 olarak elde edilmiştir. Solüsyon ana etkisi ortalama ΔE_{∞} üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir ($p<0.001$) (Tablo 4.16). Çaydaki ortalama değer distile su ve kahveden daha yüksek elde edilmiştir. Şaraptaki ortalama değer ise distile sudakinden daha yüksek

elde edilmiştir. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔE_∞ değerine ait veriler grafik halinde gösterilmiştir (Şekil 4.4).

Tablo 4.16. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerinde meydana getirdiği ΔE_∞ değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	ΔE_∞ (Ort $\pm$ SS)	p
Distile su	1.69 $\pm$ 1.53b	<0.001
Çay	3.35 $\pm$ 1.37c	
Kahve	2.45 $\pm$ 1.44ab	
Şarap	2.63 $\pm$ 0.78ac	

a-b: Aynı harfe sahip solüsyonlar arasında fark yoktur



Şekil 4.4. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔE_∞ değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği

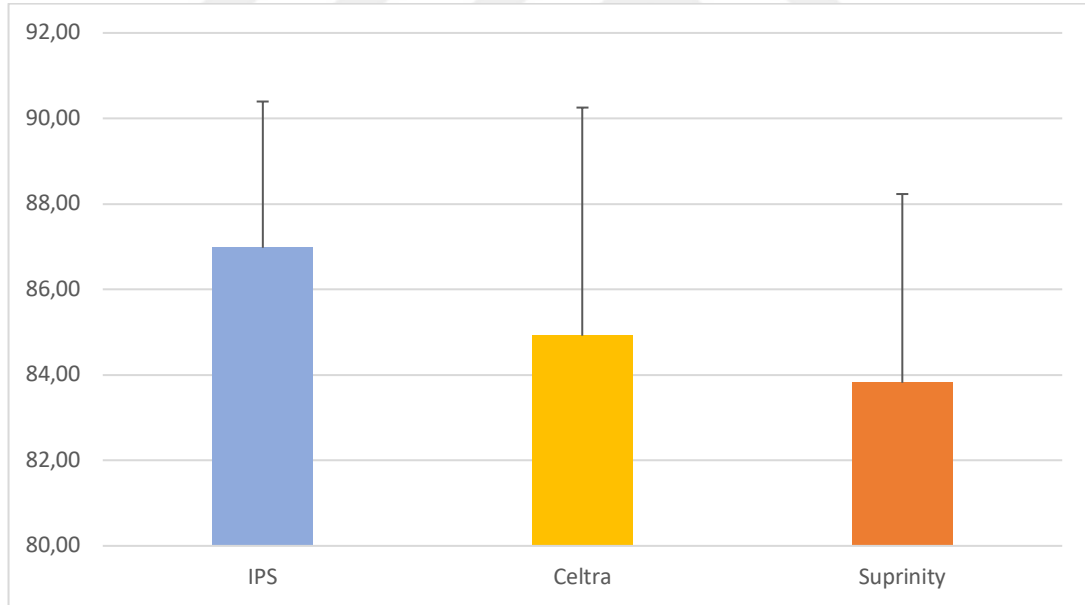
Termal siklus işlemi sonrasında ölçülen ortalama parlaklık değerleri blok gruplarına göre farklılık göstermektedir ($p < 0.001$) (Tablo 4.17). IPS grubunda ortalama değer 86.97 iken, Celtra grubunda 84.92 ve Suprinity grubunda da 83.82 olarak elde edilmiştir. IPS grubunda elde edilen ortalama parlaklık değeri, diğer gruplardan daha

yüksek bulunmuştur. Diğer iki grup arasında ise farklılık yoktur. Termal siklus işlemi sonrasında, blokların parlaklık değerlerine ait veriler grafik halinde gösterilmiştir (Şekil 4.5).

Tablo 4.17. Termal siklus işlemi sonrasındaki ortalama parlaklık değerlerinin karşılaştırılması

	GU (Ort ± SS)	Test istatistiği	p
IPS	86.97 ± 3.42b	F=16.301	
Celtra	84.92 ± 5.34a		<0.001
Suprinity	83.82 ± 4.42a		

a-c: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 4.5. Termal siklus işlemi sonrasında blokların parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma grafiği

Renklendirme işlemi sonrası ortalama parlaklık değerleri iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir (Tablo 4.18). Yapılan analize göre blok grupları ve renklendirici solüsyonların ikili kombinasyonları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p=0.956$) (Tablo 4.19).

Tablo 4.18. Parlaklık değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması

	Kareler Toplamı	SS	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	295.169	11	26.834	1.574	0.113
Sabit	1029444.444	1	1029444.444	60402.28	<0.001
Blok x Solüsyon	26.21	6	4.368	0.256	0.956
Blok	197.579	2	98.789	5.796	0.004
Solüsyon	71.38	3	23.793	1.396	0.247
Hata	2249.694	132	17.043		
Toplam	1031989.307	144			
Düzeltilmiş Toplam	2544.863	143			

Tablo 4.19. Parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	IPS (Ort ± SS)	Celtra (Ort ± SS)	Suprinity (Ort ± SS)	p
Distile su	87.58 ± 3.7	84.54 ± 4.3	83.7 ± 5.32	0.956
Çay	85.75 ± 3.13	84.88 ± 5.07	83.57 ± 4.21	
Kahve	86.7 ± 3.41	84 ± 5.56	83.75 ± 4.7	
Şarap	84.69 ± 3.1	82.62 ± 3.52	82.84 ± 2.07	

Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki ortak etkileri göz önünde bulundurulduğunda, ortalama parlaklık değerleri; IPS grubunda 86.18 iken, Celtra grubunda 84.01, Suprinity grubunda ise 83.47 olarak elde edilmiştir. Parlaklık ortalama değerleri iki yönlü varyans analizi ile incelendiğinde tüm renklendirici solüsyonların tek bir blok grubuna olan etkisi üzerinden değerlendirme yapılarak; blokların parlaklık

değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildi ($p=0.004$) (Tablo 4.20). IPS grubunda elde edilen ortalama parlaklık değeri, diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.20. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki etkisi üzerinden parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

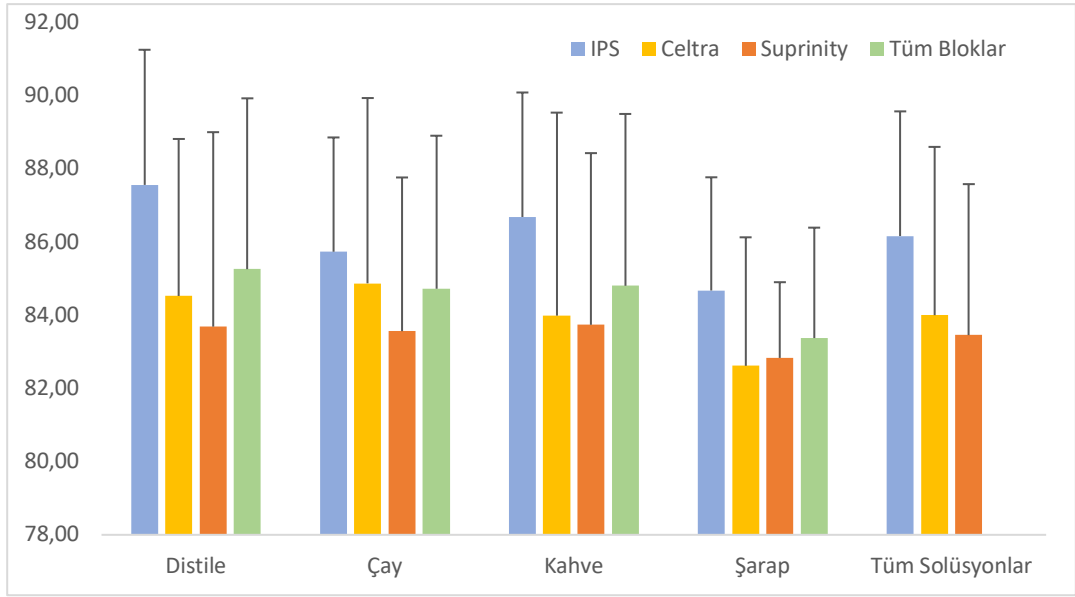
	Ort $\pm$ SS	p
IPS	86.18 $\pm$ 3.41b	0.004
Celtra	84.01 $\pm$ 4.61a	
Suprinity	83.47 $\pm$ 4.13a	

a-b: Aynı harfe sahip bloklar arasında fark yoktur

Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; distile su için ortalama parlaklık değeri 85.27, çay için 84.73, kahve için 84.82 ve şarap için ise 83.38 olarak elde edilmiştir. Solüsyon ana etkisi parlaklık üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir ($p=0.247$) (Tablo 4.21). Blok ve solüsyon gruplarına göre parlaklık değerine ait veriler grafik halinde gösterilmiştir (Şekil 4.4).

Tablo 4.21. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi üzerinden parlaklık değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	Ort $\pm$ SS	p
Distile su	85.27 $\pm$ 4.68	0.247
Çay	84.73 $\pm$ 4.19	
Kahve	84.82 $\pm$ 4.7	
Şarap	83.38 $\pm$ 3.02	



Şekil 4.6. Blok ve solüsyon gruplarına göre parlaklık değerine ait ortalama ve standart sapma grafiği

Parlaklık değişimi (ΔGU) değerleri iki yönlü varyans analiz ile incelenmiştir (Tablo 4.22). Yapılan analize göre blok grupları ve renklendirici solüsyonların ikili kombinasyonları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p=0.250$) (Tablo 4.23).

Tablo 4.22. ΔGU değerlerinin iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılması

	Kareler Toplamı	SS	Kareler Ortalaması	F	p
Düzeltilmiş Model	71.959	11	6.542	1.098	0.368
Sabit	1.790,620	1	1.790,620	300.581	0.000
Blok x Solüsyon	47.427	6	7.905	1.327	0.250
Blok	18.189	2	9.094	1.527	0.221
Solüsyon	6.344	3	2.115	0.355	0.786
Hata	786.350	132	5.957		
Toplam	2.648,929	144			
Düzeltilmiş Toplam	858.309	143			

Tablo 4.23. ΔGU değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	IPS (Ort ± SS)	Celtra (Ort ± SS)	Suprinity (Ort ± SS)	p
Distile su	3.12 ± 1.76	3.45 ± 2.70	4.39 ± 2.74	0.250
Çay	2.70 ± 2.51	4.12 ± 2.85	3.41 ± 2.32	
Kahve	2.97 ± 1.80	4.38 ± 3.69	4.03 ± 2.13	
Şarap	3.75 ± 2.15	4.03 ± 2.41	1.97 ± 1.41	

Tüm solüsyonların her bir blok grubu üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde blok gruplarının parlaklık değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı (p=0.221) (Tablo 4.24). Ortalama ΔGU IPS grubunda 3.13 olarak elde edilirken, Celtra grubunda 3.99, Suprinity grubunda ise 3.45 olarak elde edilmiştir.

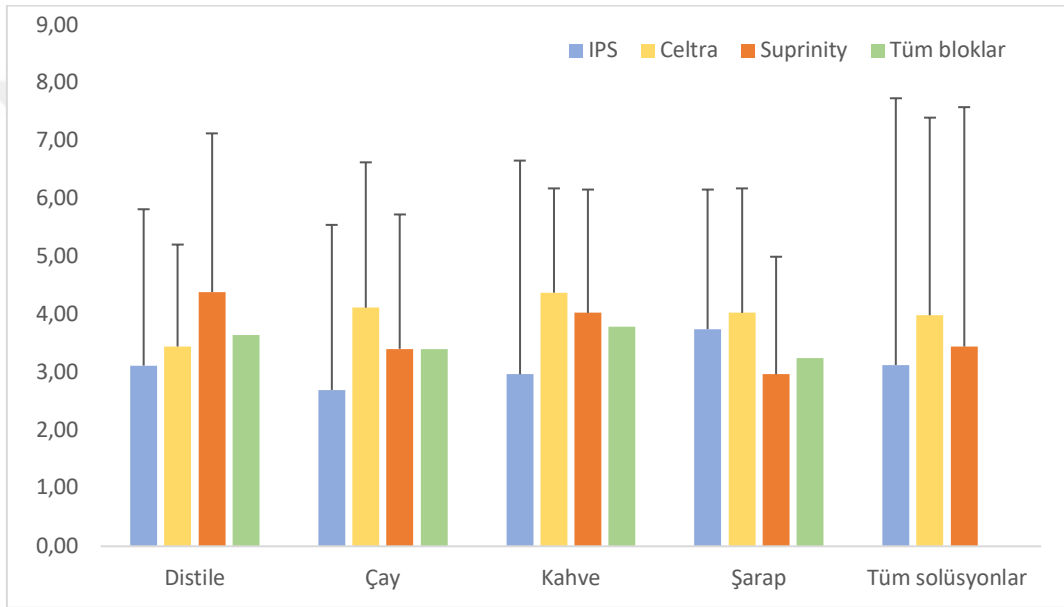
Tablo 4.24. Tüm solüsyonların tek bir blok grubu üzerindeki etkisi üzerinden ΔGU değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	ΔGU Ort ± SS	p
IPS	3,13 ± 2,05	0,221
Celtra	3,99 ± 2,88	
Suprinity	3,45 ± 2,33	

Benzer şekilde her bir solüsyonun tüm bloklar üzerinde oluşturduğu etki değerlendirildiğinde, solüsyonların meydana getirdiği parlaklık değişimleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı (p=0.786) (Tablo 4.25). Ortalama ΔGU değerleri distile suda 3.65 iken, çayda 3.41, kahvede 3.79 ve şarapta ise 3.25 olarak elde edilmiştir. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔGU değerine ait veriler grafik halinde gösterilmiştir (Şekil 4.7).

Tablo 4.25. Renklendirici solüsyonların tüm bloklar üzerindeki etkisi üzerinden ΔGU değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

	Ort $\pm$ sd	p
Distile su	3.65 $\pm$ 2.44	0.786
Çay	3.41 $\pm$ 2.56	
Kahve	3.79 $\pm$ 2.66	
Şarap	3.25 $\pm$ 2.18	



Şekil 4.7. Blok ve solüsyon gruplarına göre ΔGU değerlerin ait ortalama ve standart sapma grafiği

5. TARTIŞMA

Laminate veneerler; geleneksel tabakalama, seramik ingotlar ile presleme veya CAD-CAM ile frezeleme gibi farklı tekniklerle üretilerek uygulanabilen restorasyonlardır (15, 16). Konvansiyonel olarak üretilen restorasyonların el işçiliği ile üretimi, mekanik ve estetik anlamda güvenilirliği etkilemektedir (43).

CAD-CAM seramik bloklar; ince partiküllü ve yoğun mikro yapıları sayesinde, frezeleme esnasındaki hasara karşı dayanıklı, yüksek mekanik özelliklere sahip, kısa sürede cilalanabilen ve aşınma miktarları düşük materyallerdir. Blok materyallerinin dezavantajı olarak, monokromatik bir yapıya sahip olmaları gösterilebilir; ancak diğer seramik materyallerde olduğu gibi, seramik bloklara da renklendirme ve glazeleme işlemleri uygulanabilmektedir (43).

Al-Dwairi ve arkadaşlarının (44) 2018 yılında; preslenerek üretilen ve CAD-CAM ile üretilen laminate veneerlerin, marjinal ve internal uyumlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, veneer ve day materyali arasındaki uyumun, preslenerek üretilen veneerlerde daha yüksek olduğu; ancak iki üretim tekniğinde de, marjinal ve internal uyumsuzlukların kabul edilebilir limitler dahilinde olduğu belirtilmiştir.

Özellikle anterior bölgedeki tek diş restorasyonlarda, komşu dişin yapı ve yüzey özelliklerini veya hue, value ve chroma gibi renk özelliklerini teknisyene aktarabilmek hem zaman alıcı olmakta, hem de birkaç randevuyu kapsayan bir sürece dönüşebilmektedir. Restorasyonların tasarım ve üretiminde CAD-CAM teknolojisinden faydalanmak, bir yandan zamandan tasarruf sağlarken, diğer yandan da öngörülebilir sonuçlar sağlamaktadır (42, 45).

Günümüzde ağız-ıçi tarayıcılar, daha sezgisel bir tasarım sağlayan ara yüzleri ile giderek daha da hızlanıp küçülerek, önemli ölçüde daha iyi bir hale gelmiştir. Frezeleme ve 3 boyutlu model yazdırma gibi görsel ortamda ekran üzerinden tasarım ve bilgisayar destekli üretim olanaklarının gelişmesi sayesinde, fiziksel bir model olmaksızın, tamamen dijital bir iş akışı çerçevesinde restorasyon üretimi mümkün hale gelmiştir. Dijital iş akışının en büyük avantajları; hastalar tarafından konvansiyonel ölçü yöntemlerine göre daha fazla tercih edilen bir seçenek olmasının yanı sıra marjinal ve internal uyumu oldukça iyi olan restorasyonların üretimine de olanak sağlamasıdır (46, 47).

Bu çalışmada, laminate veneer üretiminde kullanılan farklı CAD-CAM bloklarının in-vitro olarak karşılaştırılması amaçlandı.

CAD-CAM ile üretilen birçok materyal bulunmaktadır. Bu nedenle doğru endikasyonla, uygun materyal seçimini yapabilmek oldukça önemlidir. Materyal seçimi yapılırken; okluzal aşınma, diş yüzeyine bağlanma, restorasyonun retansiyonu ve materyalin estetik ve optik özellikleri gibi çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Lityum disilikat cam seramikler (IPS e.max CAD), feldspatik porselenlere kıyasla, tüm restorasyon tiplerinde daha yüksek kırılma dayanımına sahip materyallerdir. Ayrıca, uzun dönem çalışmalar, IPS e.max CAD'in mine ile bağlantısının diğer materyallere oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir (48).

Materyallerin mekanik özelliklerinin her geçen gün daha fazla gelişmesi, dikkatlerin daha çok renk ve diş yapısının taklidi gibi optik özellikler üzerine yoğunlaşmasına neden olmuştur (49). IPS e.max CAD'in yüksek translusent (HT) ve düşük translusent (LT) gibi farklı translusensi özelliklerine sahip blok seçenekleri sunması sayesinde, gerektiği durumlarda restorasyonun etkin bir şekilde maskelenmesi mümkün olmaktadır (50).

Lityum disilikat cam seramik ve zirkonyanın pozitif özelliklerini bir araya getirmek amacıyla ilk kez 2013 yılında, zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramik CAD-CAM blok materyali olan Vita Suprinity geliştirilmiştir. Üretici firma lityum silikat cam matriks içerisinde ağırlıkça %10 oranında yer alan zirkonya partiküllerinin, seramik yapıyı güçlendirerek daha dayanıklı hale getirdiğini bildirmiştir (51).

Bir diğer zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat blok olan Celtra Duo, 2015 yılının başlarında Dentsply firması tarafından piyasaya sürülmüştür.

D'Arcangelo ve arkadaşları (52) yaptıkları bir çalışmada; insan minesini, altın alaşım ve Celtra Duo'nun da aralarında olduğu 5 farklı CAD-CAM bloğunun aşınma dayanımlarını değerlendirmiş ve glaze fırınlaması uygulanmamış Celtra Duo'nun aşınma direncinin düşük olmasından dolayı, glaze fırınlamasının gerekli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Lawson ve arkadaşları (5), çeşitli CAD-CAM blokların aşınma direnci, fleksural dayanımı, elastik modulus ve sertliğini karşılaştırdıkları bir çalışmada, glaze fırınlaması yapılmamış (300.1 MPa) ve glaze fırınlaması yapılmış (451.4 MPa) Celtra Duo blokların fleksural dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluştuğunu tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada, glaze fırınlaması uygulanmış ve

uygulanmamış Celtra Duo numunelerinin sertliği arasında anlamlı bir farklılık görülmüş, glaze fırınlaması yapılmış olan numunelerin sertliğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Glaze fırınlaması yapılmamış olan Celtra Duo'nun fleksural dayanımı (300.1 MPa), IPS e.max CAD'den (376.9 MPa) daha düşükken, glaze fırınlaması yapılmış olan Celtra Duo'nun (451.4) IPS e.max CAD'e oranla daha yüksek fleksural dayanım gösterdiği görülmüştür (5).

Yapılan bir mikro yapı ve faz karakterizasyonu çalışmasında, Vita Suprinity ve Celtra Duo'nun birbirine çok benzeyen ve temel olarak 2 kristal fazdan oluşan bir mikro yapıya sahip oldukları belirtilmiştir. Ancak, Celtra Duo'nun lityum metasilikat (Li_2SiO_3) fazının ($1\ \mu\text{m}$), Vita Suprinity'e ($0.5\ \mu\text{m}$) oranla önemli anlamda daha geniş olduğu tespit edilmiştir (53).

Wendler ve arkadaşlarının (54) yaptıkları bir başka çalışmada ise, Celtra ve Suprinity'nin, silikat seramik ve zirkonya ile karşılaştırıldığında, orta düzeyde biaksiyal fleksural dayanıma (Celtra Duo, 565.87 MPa; Suprinity, 537.03 MPa) sahip olduğu bildirilmiştir. Vita Suprinity için, Celtra Duo'ya kıyasla ölçülen daha düşük fleksural dayanım değerlerine rağmen, her iki materyal arasında, dayanım açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramiklerin (Celtra Duo ve Vita Suprinity) dayanımları, lityum disilikat cam seramikler (IPS e.max CAD) ile karşılaştırılabilir değerlerde bulunmuştur. Diğer taraftan, Vita Suprinity ve Celtra Duo için oldukça düşük bir Weibull modülü (~ 5.5) tespit edilmiş ve bu durumun, iki materyalde de oluşan defektlerin kuvvet sınırlayıcı faktör olarak rol oynamasına bağlı meydana geldiği yorumu yapılmıştır (54).

Monolitik CAD-CAM restoratif materyallerin mekanik ve optik özelliklerini değerlendiren bir çalışmada; Vita Suprinity'nin (510 MPa) biaksiyal fleksural dayanımının IPS e.max CAD'den (415 MPa) daha yüksek, Weibull modülünün (8.8) ise IPS e.max CAD'den (10.7) daha düşük olduğu belirtilmiş, aynı zamanda Vita Suprinity'nin IPS e.max CAD'den daha fazla translusensiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır (55).

Yapılan bir diğer çalışmada ise, Vita Suprinity'nin fleksural dayanım, kırılma dayanımı, elastik modül ve sertliğinin IPS e.max CAD'den daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada, IPS e.max CAD'in kırılma indeksi Vita Suprinity'den daha düşük olduğu, bu nedenle de işlenebilirliğinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (56).

CAD-CAM materyallerinin kırılma dayanımlarını inceleyen bir çalışmada, Celtra Duo'nun kırılma dayanımı ($2.65 \text{ MPa m}^{1/2}$), IPS e.max CAD'e ($1.88 \text{ MPa m}^{1/2}$) kıyasla önemli oranda yüksek bulunmuştur (51).

Bu çalışmada, laminate veneer üretiminde kullanılan farklı CAD-CAM bloklarının in-vitro olarak karşılaştırılması amaçlandı. Bu doğrultuda; piyasaya sürüldüğü günden bu yana rutin bir şekilde kullanılan ve çoğu hekimin güvenini kazanmış bir materyal olan, lityum disilikat içerikli cam seramik IPS e.max CAD ile, nispeten daha yeni olan, zirkonya ve lityum disilikatın pozitif özelliklerini harmanlayarak daha üstün bir materyal sunmak amacıyla geliştirilmiş, kısmi kristalize formda sunulan Vita Suprinity ve tam kristalize formda sunulan Celtra Duo'nun renklenme miktarları ve yüzey parlaklıklarının kıyaslanması amaçlandı.

Laminate veneerlerin uzun dönem klinik başarısında, rezin simanlar çok büyük bir rol oynamaktadır. Klinik çalışmalarda, tam seramik restorasyonların simantasyonu için *light-cure* (ışıkla sertleşen) veya *dual-cure* rezin simanlar kullanılabilir. Light-cure rezin simanlar; uzun çalışma zamanı, artık simanın kolay bir şekilde temizlenebilmesi gibi avantajlarının yanı sıra, kullanılan materyallerin translusentliği ve restorasyonun kalınlığı gibi faktörlere bağlı olarak, yeterli polimerizasyon miktarına ulaşamama gibi dezavantajlara da sahiptir (57, 58).

Yapılan bir çalışmada, laminate veneerlerin uzun dönem renklenmelerinin çoğunlukla rezin simandan kaynaklandığı, seramik materyalin daha minimal bir etkisinin olduğu bildirilmiştir (59).

Amin başlatıcıların oksidasyonları, dual-cure rezin simanlardaki renk değişikliğinin en önemli nedenlerindendir. Dual-cure rezin bazlı simanlar, genellikle biri benzoil peroksit, diğeri ise kamforokinon ile reaksiyona giren aminlerin kombinasyonundan meydana gelmektedir. Redoks sistemindeki amin, genellikle aromatik ve bozulmaya daha meyillidir, ancak ışıkla polimerizasyon sistemindeki yardımcı başlatıcılar genellikle alifatiktir ve daha az renk değişikliği gösterme eğilimindedir (60, 61).

Aralarında Vita Suprinity ve IPS e.max CAD'in de yer aldığı, farklı CAD-CAM bloklarının translusentliğinin, dual ve light-cure rezin simanların polimerizasyonunu etkileyip etkilemediği üzerine yapılan bir in-vitro çalışmada, dual-cure polimerizasyona sahip simanların Vickers sertlik değerinin, light-cure simanlara kıyasla, tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek olduğu belirtilmiştir (62).

Seramik veneer simantasyonunda kullanılan akışkan kompozit ve rezin simanların yaşlandırma sonrası, renk stabilitesi ve opasite değişimleri üzerine yapılan başka bir çalışmada ise, dual-cure rezin simanlar arasında en yüksek renk stabilitesine sahip olan simanın Variolink II olduğu ve bu değerlerin light-cure simanlarınkine oldukça yakın olduğu bildirilmiştir (63).

Amin içermeyen başlatıcı sisteme sahip simanların ve bu simanların polimerizasyon sisteminin, renk stabilitesi üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise, aralarında dual-cure rezin siman olan Variolink II'nin de yer aldığı, dual ve light-cure polimerizasyon sistemine sahip rezin simanlar değerlendirilmiş ve dual-cure rezin simanlar arasında en düşük ΔE değerinin, amin içermeyen başlatıcı sistemine sahip olan NX3 dual-cure (Kerrdental, Canada) rezin siman olduğu bildirilmiştir (64).

Ultraviyole yaşlandırmanın dual ve light-cure rezin simanların translusentliği üzerine olan etkisinin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise, opak rezin simanların yaşlandırma sonrası translusentliklerinin azaldığı, ancak; translusent simanlarda önemli bir değişikliğin meydana gelmediği bildirilmiştir (65).

Tüm bu çalışmaların ışığında, polimerizasyon derinliği, renk stabilitesi faktörleri ve translusensi özelliğinde meydana gelen değişiklikler de göz önünde bulundurularak, bu çalışmada, translusent NX3 dual-cure rezin siman kullanılmasına karar verildi.

Çeşitli dental restoratif materyallerin, estetik ve mekanik özelliklerini değerlendirmek amacıyla yapılan in-vitro çalışmalarda, materyallerin ağız içerisinde bulunduğu süre boyunca geçirdiği mekanik ve estetik değişimleri tespit edebilmek amacıyla, bu süreci taklit eden termal siklus işlemi uygulanmaktadır.

ISO TR 11405 standardına göre termal siklusun 5°C-55°C sıcaklık aralığındaki su içerisinde gerçekleştirilen 500 döngü, yapay yaşlandırma için yeterli görülmektedir (66). Ancak Gale ve Darvell (67), 1999 yılında yayınladıkları çalışmalarında, ISO standartlarında önerilen bu sürenin bağlanma dayanımını ölçebilmek için yetersiz olduğunu öne sürmüş ve 10.000 termal siklusun ortalama 1 yıla denk geldiğini doğru varsaymışlardır. Moresi ve arkadaşları (68) ise yaptıkları başka bir çalışmada, Gale ve Darvell'ın (67) günde ortalama 20-50 döngü gerçekleştiği hipotezine dayanan bu varsayımının birçok yazar tarafından kabul edildiğini bildirmişlerdir (69-73).

Bunun yanı sıra termal siklus uygulamasını ISO TR 11450 standartlarını baz alarak yapan da birçok çalışma bulunmaktadır (74, 75). Ancak, bu çalışmada da olduğu gibi, yaşlandırma amacıyla 5000 termal siklus uygulaması yapmış olan başka birçok çalışma da mevcuttur (76-80).

Yukarıda bahsedilen çalışmalar doğrultusunda kullanılan referansların ISO standartlarıyla farklılık göstermesi ve bu konuyla ilgili henüz kesin olarak kanıtlanmış bir altın standart olmaması nedeniyle; bu çalışmada, renklendirme işlemi öncesinde, herhangi bir zaman dilimine tekabül etmeksizin, ağız ortamındaki yaşlanmayı temsil etmesi amacıyla, 5.000 döngülük termal siklus işlemi uygulandı.

Dental restorasyonlarda renklenme, sadece ağız içerisinde materyalin geçirdiği süreye bağlı olarak yaşlanmasından dolayı değil, iç ve dış faktörlere bağlı olarak da meydana gelebilir. Dış faktörler; yiyecekler, sigara veya içeceklerle ilişkiliyken; iç faktörler ise genellikle materyalin kimyasal kompozisyonu, doldurucu tipi, polimerizasyon tipi ve karbon-karbon çifte bağlarının oranı gibi materyal bağımlı durumlarla ilişkilidir (81, 82).

Yapılan in-vitro çalışmalarda, dental restorasyonların ağız içerisinde geçirdiği süreçte maruz kaldığı renklendirici ajanların etkisini değerlendirmek amacıyla farklı renklendirme prosedürleri uygulanmıştır. Bu çalışmalardan birinde; bir kişinin günlük olarak ortalama 3.2 fincan kahve tükettiği ve ağız ortamının bir fincan tüketimi esnasında 15 dk boyunca kahveye maruz kaldığı kabul edilerek, bunun da günlük ortalama 48 dk'ya denk geldiği düşünülmüş ve 1 aylık süreci taklit etmek amacıyla, numuneler 1440 dk boyunca kahve içerisinde bekletilmiştir (83).

Diğer çalışmalarda ise, bir bireyin günde ortalama 3 kahve içtiği, her bardakta 1 dakikalık maruziyet olduğu, yılda 1095 dakikadan 18 saate tekabül ettiği düşünülmüş, 10 yıllık renklendirme, 180 saat olarak hesaplanmıştır (84, 85).

Bu çalışmada ise; Palla ve arkadaşlarının (85) çalışması referans alınarak, numuneler, 180 saatin 10 yıla denk geldiği kabul edilerek, bu süre boyunca renklendirici solüsyonlar içerisinde bekletildi

Farklı renklendirici yiyecek ve içeceklerin tüketilmesi ve restorasyonun ağız içerisinde geçirdiği zamanının artmasıyla beraber; başlangıçta doğal dentisyonla uyumlu bir renkte olan restorasyonun renk uyumu zamanla bozulabilmektedir. Renk uyumu, estetik diş hekimliğinde oldukça önemli ve özellikle sosyal açıdan üzerinde durulan bir konudur. Renk değerlendirmesi, radyant enerji stimülasyonuna verilen psikolojik ve fizyolojik tepkilerin sonucunda meydana gelmektedir (86).

İnsan gözü, aldığı veriyi beyinde işleyerek, rengi algılama ve iki nesne arasındaki renk farklılıklarını tespit etmede oldukça başarılıdır. Ancak bellekte yer alan renk değerlendirmesi ölçülemeyen, karşılaştırılamayan ve doğru bir şekilde tarif edilemeyen bir kavramdır (86, 87). Bu amaçla, rengi ölçen ve renk iletişimini sağlayan çeşitli araçlar

geliştirilmiştir. CIELAB sistemi ise bu cihazlar tarafından yapılan ölçümün nicel temsilini sağlamaktadır. Endüstriyel uygulamalarda, cihazlarla ölçülen ve görsel olarak ölçülen renk değerlendirmeleri arasındaki doğruluğu arttırmak için son zamanlarda, CIE tarafından yeni bir CIELAB bazlı renk farkı formülü (CIEDE2000) önerilmiştir (35). Resmi anlamda, renk farklılığı hesaplamasında kullanılan son formül olarak kabul gören bu formülün; deneysel anlamda minimal renk farklılıklarının saptanmasında, CIELAB formülüne göre daha kesin sonuçlar verdiği bildirilmiştir (36, 88).

Bu nedenle bu çalışmada renk farklılığını (ΔE_{∞}) hesaplamada, CIEDE2000 formülü kullanıldı. Renk farklılıklarının hesaplanması daha çok renk mühendisliği alanına girdiğinden, CIEDE2000 formülünün doğru bir şekilde uygulanabilmesi için bilim insanlarına yardımcı olmak amacıyla Sharma ve arkadaşlarının (89) yayınladığı makale ve bu makale beraberinde sunulan program, ΔE_{∞} değerlerinin hesaplanmasında kullanıldı.

Yapılan bazı çalışmalarda; rutin CIEDE2000 formülünde önerilen parametrik faktörler ($K_L=1$, $K_C=1$ ve $K_H=1$) yerine, CIEDE2000 (2:1:1) formülizasyonundaki ($K_L=2$, $K_C=1$ ve $K_H=1$) parametrik faktörlerin kullanılması sonucu; görsel algıyla daha uyumlu sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (90-92). Ancak bu konunun tam anlamıyla kabul görebilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerektiğinden dolayı bu çalışmada, CIE tarafından önerilen (35) ve kabul gören parametrik faktörler ($K_L=1$, $K_C=1$ ve $K_H=1$) kullanılmıştır.

Görsel olarak algılanabilen renk değişimi eşiği, renk araştırmalarındaki, geleneksel tanımlayıcı ve analitik istatistikleri büyük ölçüde desteklemektedir. Algılanabilir renk farklılığı ve bu renk farklılığının kabul edilebilir olması oldukça önemlidir. Görsel renk değişimi eşikleri; ağartma etkinliğini yorumlamak, görsel olarak veya cihazlarla renk eşleşmesi, renk skalaları ve renk uyumluluğu, renk dengesi ve renk etkileşimi ile ilgili diğer alanlar arasında karşılaştırma yapmak için dental araştırmalarda kullanılmaktadır (93, 94).

Doğal dişlerin, dental restorasyonların, dişeti ve ten renginin, algılanabilir ve kabul edilebilir renk değişimi ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (95-100).

Bir çalışmada CIEDE2000 (1:1:1) için %50:50 kabul edilebilir renk değişimi, 1.87 olarak tespit edilmiştir (92).

Bu çalışmada ise algılanabilir ve kabul edilebilir renk değişimleri (%50:50) , bu konuyla ilgili yayımlanmış son çalışma olması ile algılanabilir ve kabul edilebilir renk değişimlerinin daha minimal bir aralığı kapsaması nedeniyle; Paravina ve arkadaşlarının

(100) 2015 yılında yaptıkları çalışma referans alınarak, CIEDE2000 için sırasıyla, 0.81 ve 1.77 olarak kabul edildi.

Diş hekimliğinde rengi aktarılabilir ve paylaşılabılır bir veriye çevirmek, teknisyenle iletişimi sağlamak ve ideal renk uyumunu yakalayabilmek amacıyla renk skalaları veya spektrofotometre, kolorimetre ve dental tarayıcılar gibi cihazlar da kullanılabilir (101-103).

Chu ve arkadaşları (41), dental renk ölçüm cihazları ile ilgili yaptıkları bir derlemede, spektrofotometre, kolorimetre ve görüntüleme sistemlerinin; rengin ölçümü, analizi ve doğrulanmasında oldukça kullanışlı olduklarını bildirmişlerdir.

Bununla birlikte, çalışmalar, spektrofotometrelerin, çoğunlukla görsel renk belirleme işleminden daha güvenilir cihazlar olduğunu göstermiştir (104-106).

Gehrke ve arkadaşlarının (107) in-vivo olarak, kolorimetre ve spektrofotometre cihazlarının renk ölçüm kabiliyetlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; spektrofotometrenin ilk ve ikinci okumada %81.7 oranında, kolorimetrenin ise %70 oranında eşleşme gösterdiği tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada kolorimetrenin ölçüm sonuçlarının, spektrofotometreye oranla daha açık renkte sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

31 adet çekilmiş insan dişi üzerinde yapılan bir çalışmada, Vita Easyshade (spektrofotometre) ve ShadeEye (kolorimetre) cihazları karşılaştırılmış ve CIE $L^*a^*b^*$ renk değerlerinin ölçümünde, Vita Easyshade cihazının ShadeEye'a göre daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmiştir (39).

Birkaç cihazın karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise, Vita Easyshade Advance 4.0' in en doğru sonuçları verdiği bildirilmiştir (103).

Vita Easyshade Compact (ES-C) ve Advance'in (ES-A) in-vitro ve in-vivo olarak karşılaştırıldığı bir çalışmada, iki cihazın da güvenilir ve doğru ölçümler verdiği; ancak ES-A'nın klinik ölçüm modunun ES-C'ye oranla daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmiştir (108).

Bir başka çalışmada, Vita Easyshade Advance (ES-A) ve Easyshade V (ES-V) karşılaştırılmış ve iki cihazın da klinik ve laboratuvar koşullarında güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir (109).

Farklı seri numaralarına sahip iki Vita Easyshade V'nin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise, iki cihazın da yüksek oranda tekrarlanabilir CIE $L^*a^*b^*$ değerleri verdiği görülmüştür (110).

Yapılan çalışmalar, spektrofotometrelerin, rengin sübjektif etkisinden bağımsız olarak tekrarlanabilir ölçümler yapabildiğini göstermektedir (111-114).

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada CIE $L^* a^* b^*$ değerlerinin ölçümünde, dental spektrofotometre olan Vita Easyshade'in güvenilir sonuçlar vermesi de göz önünde bulundurularak, Vita Easyshade V cihazından yararlanıldı

ISO 7491 – Dental materyallerde renk stabilitesinin ölçüm standartlarına göre, dental materyallerdeki renk değişiminin ölçümünde kullanılacak olan arka planın stabil ve beyaz renkte olması gerekmektedir (115). Farklı CAD-CAM bloklarının renk değişimlerini tespit edebilmek adına, arka plan olarak kullanılacak materyalin renklenme açısından stabil bir materyal olması gerekmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, daha önceki çalışmalar da (116, 117) referans alınarak, simantasyon yüzeyi olarak, beyaz asetal rezin (Delrin®, DuPont, USA) kullanılmasına karar verildi.

Dental materyallerin rengi kadar parlaklığı da final restorasyonun estetik görünümünde oldukça etkili faktörlerden biridir (118).

Parlaklık, bir yüzeyden yansıyan spekül (ayna benzeri) ışık miktarını temsil eder. Çok parlak, siyah bir referans camı 100 GU değeriyle belirtilirken, hiç yansıtıcı özelliği olmayan yüzeyler 0 GU olarak belirtilmektedir (119). Parlaklık, belirli bir açıda (bu çalışmada 60°) bir yüzeye doğru hareket eden ışığın büyüklüğü ile yüzeyden eşit ve zıt açıyla uzaklaşan ışığın büyüklüğünün karşılaştırılmasıyla belirlenir. Bu nedenle parlaklık, bir malzemenin kırılma indisinden ve yüzeyinin topografyasından etkilenir. Kırılma indisi, bir malzemenin yüzeyiyle temas ettiğinde, gelen ışığın hızını ve yönünü değiştirme yeteneğinin bir ölçüsüdür (120).

Bir çalışmada, parlaklık miktarının, maddenin içindeki atomların elektriksel uyarılabilirliğine bağlı olduğu ve bu nedenle de parlaklığın seramik materyallerde karbon bazlı polimerlere oranla daha yüksek olduğu belirtilmiştir (121).

Bu çalışmada da farklı kompozisyonlara sahip seramik materyallerin renklenme miktarlarının yanı sıra, yüzey parlaklıklarının da karşılaştırılması hedeflendi.

Bu çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda, başlangıç hipotezi kabul edildi. Blokların renklendirici ajanlar sonrasındaki renklenme ve parlaklık değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi.

Tüm bloklar (IPS, Celtra ve Suprinity) renklendirici solüsyonlara (distile su, çay, kahve ve şarap) maruz kaldıktan sonra renk değiştirdi. Tüm blokların renk değişiminin (ΔE_{∞}) algılanabilir (0.81) renk değişimi eşiğinin üzerinde olduğu, distile suda bekletilen IPS hariç tüm blokların ise kabul edilebilir (1.77) renk değişimi eşiğinin üzerinde olduğu tespit edildi. Blokların renk değişimi miktarları arasında, istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunamadı.

L^* koordinatı value değerini (lightness) temsil etmekte iken; ΔL^* ise value değişimini göstermektedir. İnsan gözünde; siyah ve beyaz görmeden sorumlu hücrelerin (çubuk) miktarının, renkli görmeden sorumlu hücrelerin (koniler) miktarından daha yüksek olması nedeniyle bu değişiklik çok daha net algılanır. Bu nedenle, value değerindeki değişimler renk stabilitesi ve klinik başarı için oldukça kritik bir öneme sahiptir (122).

Perez ve arkadaşlarının (92) 2011 yılında yaptıkları bir çalışmaya göre; CIEDE2000 formülasyonu için kabul edilebilir ΔL^* değerinin 2.92 olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma için de kabul edilebilir ΔL^* değeri (ΔL_a^*) 2.92 olarak referans alındığında; IPS grubunun şarap solüsyonu hariç hiçbir solüsyonda ΔL_a^* değeri üzerine çıkmadığı görüldü. Tüm solüsyonların tek bir blok üzerindeki toplam ortalama değerlerine bakıldığında; IPS (2.32 ± 1.72) ve Celtra (2.74 ± 1.67) gruplarının, ΔL_a^* değerinin altında kaldığı; Suprinity'nin (3.02 ± 1.54) ise bu değerin üzerine çıktığı görüldü. IPS'in sadece şarap ile (3.29 ± 1.94) renklendirildiğinde ΔL_a^* değeri üzerinde bir değişim gösterdiği görüldü. Suprinity'nin, distile su (1.62 ± 1.30) hariç diğer tüm solüsyonlar ile renklendirme sonrası, ΔE_L^a değerinin üzerinde kaldığı görüldü. Celtra grubunda ise çay (3.74 ± 1.69) ve şarapta (3.17 ± 0.91) bekletilen numunelerde ΔL_a^* üzerinde bir değişim olduğu; ancak kahve (2.55 ± 1.70) ve distile suda (1.49 ± 1.50) bekletilen numunelerdeki değişimin bu değerin altında kaldığı görüldü. Solüsyonların her bir blok üzerindeki ayrı ayrı etkileri değerlendirildiğinde ise, blok gruplarının her birinde ΔL_a^* değerinin üzerinde bir değişim meydana getiren solüsyonların çay ve şarap olduğu görüldü.

Tüm numuneler değerlendirildiğinde; gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmasa da kahve (2.71 ± 1.69) ve çaya (3.29 ± 1.65) oranla en yüksek ΔL^* değerinin şarapta ($3,34 \pm 1,30$) bekletilen numunelerde olduğu görüldü. Çay, kahve ve şarapla renklendirilen numunelerin ΔL^* değerlerinin, distile suda (1.42 ± 1.25) bekletilen numunelere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturduğu görüldü ($p < 0.001$).

Lauvahutanon ve arkadaşları (123), çeşitli CAD-CAM bloklarının kahve ile renklendirilme sonrası renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, L^* değerinde belirgin bir azalma ve a^* ve b^* değerlerinde ise artış olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, bu çalışmada da L^* değerinde azalma meydana gelirken, a^* ve b^* değerlerinde artış meydana geldiği görüldü. Bu durum, renklendirilen numunelerin renklerinin daha çok kırmızıya (a^* değerindeki artış) ve sarıya (b^* değerindeki artış) yöneldiğini ve koyulaştığını (L^* değerindeki azalma) göstermektedir. Δa^* ($p=0.58$) ve Δb^* ($p=0.41$)

değerleri incelendiğinde, bloklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülürken, renklendirici solüsyonların Δa^* ve Δb^* değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p < 0.001$). Palla ve arkadaşları (85), lityum disilikat seramiklerin çay, kahve ve şarap ile renklendirilmesi sonrası renk stabilitelerini inceledikleri çalışmalarında, en yüksek Δb^* değerinin glazelenmemiş IPS e.max Press ile çay kombinasyonunda olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da, çay ile renklendirilen numunelerden elde edilen ortalama Δa^* (1.15 ± 0.62) ve Δb^* (2.69 ± 1.76) değerlerinin, diğer solüsyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edildi. En yüksek Δb^* değerinin ise Suprinity ile çay kombinasyonunda (3.21 ± 2.08) ortaya çıktığı görüldü.

CIEDE2000 renk değişimi değerleri kabul edilebilir ve algılanabilir olmak üzere iki farklı şekilde yorumlanır. Paravina ve arkadaşları (100), CIEDE2000 için %50:50 algılanabilirlik sınırını 0.81, %50:50 kabul edilebilirlik sınırını ise 1.77 olarak rapor etmişlerdir. Bu değerler, bu çalışmada da, algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik sınırları olarak alındı. Alp ve arkadaşları (124), 1.5 mm kalınlıkta hazırlanan CAD-CAM cam seramik numunelerin renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, tüm numunelere kahve içerisinde 5000 termal siklus uygulamış ve bunun sonucunda IPS ve Suprinity blokların renk değişimlerinin (ΔE_{∞}), kabul edilebilir sınırın (1.8) altında kaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise tüm blokların toplam renk değişimleri göz önüne alındığında, ΔE_{∞} değerlerinin kabul edilebilir değişim sınırının üzerinde olduğu; ancak bu değerler arasında gruplar arası istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ($p = 0.18$). Pires ve arkadaşları (125), preslenebilir lityum disilikat seramiklerin kalınlıklarının, renk değişimlerini etkilediğini bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada, 1.5 mm kalınlığındaki numunelerin renk değişiminin, 2 mm kalınlıkta olanlara oranla önemli derecede daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise, üretici firmalar tarafından laminate veneer restorasyonlarda 0.7 mm materyal kalınlığı önerildiğinden dolayı, numuneler 0.7 mm kalınlıkta hazırlandı. Alp ve arkadaşlarının (124) yaptığı çalışma ve bu çalışma arasındaki renklenme farklılığının, materyal kalınlıklarındaki farklılıklardan dolayı meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Yine aynı şekilde, Alp ve arkadaşlarının çalışmasının aksine bu çalışmada elde edilen ΔE_{∞} değerlerinin kabul edilebilir sınırın üzerine çıkmasının, ağız içi restorasyonun taklidi amacıyla simantasyon işlemi uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Alp ve arkadaşları (124), çalışmalarında, Suprinity'nin IPS'ten daha az renklendiğini ve bu durumun Suprinity'nin

daha homojen yapıda olmasına ve daha küçük partikül boyutuna sahip olmasına bağlı meydana geldiğini düşündüklerini bildirmişlerdir. Ancak Sarıkaya ve arkadaşları (126) ile Kanat ve arkadaşlarının (127) yaptıkları çalışmalarda da, Suprinity blokların renklenmesinin IPS bloklara oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Arif ve arkadaşlarının (128), kahve içerisinde termal siklus işlemi uygulanmasından sonra, iki farklı kalınlıkta (lamine veneer için 0.7 mm, tam kron için 1.5 mm) hazırlanan, aralarında Celtra Duo ve Vita Suprinity'nin de yer aldığı, farklı CAD-CAM materyallerinin renklenme miktarlarını ve translusentliklerini inceledikleri çalışmada, IPS'in diğer tüm bloklardan daha az renklenme gösterdiği ve lamine veneer uygulaması için uygun bir materyal olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise, renklendirici ajanların toplam etkileri ΔE_{∞} değerleri üzerinden incelendiğinde, Sarıkaya ve arkadaşları ile Kanat ve arkadaşlarının çalışmaları ile korele bir şekilde, en yüksek değerin Suprinity (2.76 ± 1.28) grubunda görüldüğü, en düşük değerin ise IPS (2.26 ± 1.38) grubunda görüldüğü tespit edildi. Wendler ve arkadaşlarının (54) farklı CAD-CAM materyallerinin fleksural dayanımlarını inceledikleri bir çalışmada, numunelerin hazırlanması esnasında, tüm numunelerde, kenar kısımlardan merkeze doğru uzanan makroskopik çatlaklar meydana geldiği ve bu çatlakların IPS ve Celtra'da, Suprinity'e oranla daha az oluştuğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada, kısmi kristalize formda bulunan Suprinity'nin, makineyle işlenebilme kolaylığı sağlamasının yanı sıra; frezeleme işlemi esnasında kullanılan elmas kaplı frezlerin etkisiyle kırılğan cam blokta meydana gelebilecek hasarın da göz önünde bulundurulması gereken bir konu olduğu bildirilmiştir. Wendler ve arkadaşlarının (54) çalışmasında elde ettiği bulgulardan yola çıkılarak, Alp ve arkadaşlarının (124) çalışmasıyla bu çalışma arasındaki farklılığın (Suprinity'nin IPS'e oranla daha fazla renk değişimi göstermesi), bu çalışmada daha ince (0.7 mm) ve dayanıksız hale gelen Suprinity materyalinde meydana gelen mikro ve makro çatlaklar sonucunda ortaya çıktığı düşünülmektedir. ΔE_{∞} değerleri renklendirici solüsyonların tüm bloklara olan etkileri üzerinden incelendiğinde; çay solüsyonunun, şarap hariç diğer tüm solüsyonlara göre anlamlı bir farklılık oluşturduğu tespit edildi. Çay ve şarapla renklendirilen numuneler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamış olsa da çayla renklendirilen numunelerin renk değişiminin (3.35 ± 1.37) şarapla renklendirilen numunelerin renk değişiminden (2.63 ± 0.78) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Palla ve arkadaşları (85) yaptıkları çalışmada, en fazla renk değişiminin çay ile renklendirilen IPS e.max Press grubunda olduğunu belirtmişlerdir. Quek ve

arkadaşları, Filtek, Shofu Ceramage, Shofu HC block, Lava Ultimate ve Vita Enamic'in renk değişimlerini; kahve, çay, şarap ve distile su ile renklendirme sonrası karşılaştırdıkları bir çalışmada; Shofu HC block ve Vita Enamic'i en çok renklendiren solüsyonun çay olduğunu, diğer bloklarda ise en fazla renk değişiminin kahve ve kırmızı şarap ile renklendirilen bloklarda olduğunu bildirmişlerdir (129). Bu çalışmada da, genel olarak bakıldığında en yüksek ΔE_{∞} değerinin çay ile renklendirilen numunelerde ortaya çıktığı gözlemlendi. Blok ve renklendirici ajan kombinasyonlarına bakıldığında ise, en yüksek ΔE_{∞} değerinin Suprinity ve çay kombinasyonunda (3.52 ± 1.28) ortaya çıktığı tespit edildi. Distile suda bekletilen numuneler incelendiğinde, IPS'in (1.18 ± 0.73) algılanabilir ΔE_{∞} değerinin üzerinde, ancak kabul edilebilir ΔE_{∞} değerinin altında kaldığı; Celtra (2.07 ± 2.02) ve Suprinity'nin (1.82 ± 1.52) ise kabul edilebilir değerin üzerine çıktığı görüldü. Sadece distile suda bekletilen IPS numuneler kabul edilebilir renk değişimi eşiğinin altında kalırken, diğer tüm ΔE_{∞} değerleri kabul edilebilir renk değişiminin üzerinde bulundu.

Parlaklık değerleri iki yönlü varyans analizi ile incelendiğinde, blok grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p=0.004$). Renklendirme işleminin blokların parlaklık değişimi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edildi. Mörmann ve arkadaşlarının (130), estetik CAD-CAM materyallerinin yüzey parlaklıklarını değerlendirdikleri bir çalışmada, 4000 grenlik silikon karbit kağıtlar ile zımparalanan, cilalanmamış IPS'in parlaklık değerlerinin 51-54 GU aralığında olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada, cilalanmış minenin parlaklık değerlerinin ise 53 GU olduğu bildirilmiştir. Lawson ve arkadaşlarının (120) yaptığı bir diğer çalışmada ise, cilalanan IPS grubunun parlaklık değeri 95.8 ± 1 , cilalanmayan IPS grubunun parlaklık değeri ise 57.2 ± 7.5 olarak bildirilmiştir. Sugiyama ve arkadaşlarının (131), dental profilaksinin CAD-CAM blokların yüzey parlaklığına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, Celtra'nın parlaklık değeri 91 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada ise, termal siklus işlemi sonrasındaki parlaklık ölçümleri değerlendirildiğinde, en yüksek GU değerinin IPS grubunda (86.97 ± 53.4) daha sonra sırasıyla Celtra (84.92 ± 5.34) ve Suprinity (83.82 ± 4.42) gruplarında olduğu tespit edildi. Renklendirme işlemi sonrasındaki ölçümler değerlendirildiğinde ise ortalama GU değerleri, IPS için 86.18, Celtra için 84.01 ve Suprinity için ise 83.47 olarak tespit edildi. Mörmann ve arkadaşlarının (130) çalışmasına göre bu çalışmada daha yüksek GU değerlerinin elde edilmesinin, ağız içindeki laminate restorasyonun birebir taklidini sağlayabilmek

amacıyla glaze işlemi uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Lawson ve arkadaşlarının çalışması (120) ile kıyaslandığında, bu çalışmada, IPS'in ve Celtra'nın daha düşük parlaklık değeri vermesinin, ağız içindeki yaşlanmayı taklit etmek amacıyla termal siklus prosedürü uygulanması ve glaze fırınlamasına bağlı olarak materyallerin optik özelliklerinde meydana gelen değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın limitasyonları:

1. Parlaklık değerinin sadece tek bir açı ile ölçülmesidir (60°). Ölçüm açısının azaltılması çok daha parlak olan materyallerin ayırt edilmesinde yardımcı olabilir.
2. Tek bir kalınlık ve tek bir rezin siman ile, düz yüzeyler üzerinde çalışılmış olmasıdır. Materyallerin optik özelliklerini daha iyi bir şekilde analiz edebilmek amacıyla, ileri dönem çalışmalarda, farklı kalınlıklarda ve farklı siman kombinasyonlarıyla ve aynen ağız içerisinde olduğu gibi konveks yüzeyler üzerinde, in-vivo veya in-vitro çalışmaların da yapılması gerekmektedir.
3. Renklendirme işleminden önce ve sonra yüzey yapıları *Fouirer dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR)* veya *X ışını kristallografisi (XRD)* analizleri ile değerlendirilmemiştir. Seramik kompozisyonunun ve yüzey yapısının materyallerin optik özellikleri üzerindeki etkisinin tam olarak anlaşılabilmesi için ileri dönemlerde bu konuyla ilgili çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda:

1. Tüm blok gruplarındaki renk değişimlerinin klinik anlamda kabul edilebilir değerlerin üzerine çıktığı görülmüştür.
2. Kullanılan renklendirici içecekler arasında en çok renk değişimine neden olan içeceğin çay olduğu tespit edilmiştir.
3. Kullanılan renklendirici içecekler arasında en fazla value değişimine neden olan içeceğin şarap olduğu tespit edilmiştir.
4. IPS, Celtra ve Suprinity arasında, renk değişim miktarları açısından, anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.
5. En yüksek parlaklık değerleri gösteren blok grubunun IPS olduğu tespit edilmiştir.
6. IPS, Celtra ve Suprinity blokların parlaklık değişim miktarları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.
7. Renklendirici içeceklerin tüketiminin renk değişimine neden olduğu, ancak yüzey parlaklığını etkilemediği görülmüştür.
8. Optik özellikler değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmasa da, 3 blok grubu arasında; en iyi değerlerin IPS, en kötü değerlerin ise Suprinity grubunda elde edildiği görülmüştür.

Bu çalışmada, tüm bloklar üzerinden değerlendirme yapıldığında, en fazla renk değişiminin çay ile renklendirme sonrası ortaya çıktığı görülmüştür. Bu nedenle hastalara çay tüketiminin renklenmeyi daha fazla arttırdığı bilgisi verilmelidir. Tüm blok ve renklendirici solüsyon kombinasyonları değerlendirildiğinde ise en çok renk değişiminin çay ile renklendirilen Suprinity bloklarda ortaya çıktığı görülmüştür. Yine çalışmanın sonuçları göz önünde bulundurularak ön bölge estetik restorasyonlarda IPS materyali, diğer iki materyal olan Suprinity ve Celtra'ya göre daha çok tercih edilebilir bir restorasyon seçeneği olarak göze çarpmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006,137:14-21.
2. Hari M, Poovani S. Porcelain laminate veneers: A review. *Journal of Advanced Clinical and Research Insights.* 2017,4:187-90.
3. Rosenstiel SF, Land MF. *Contemporary Fixed Prosthodontics.* 5th ed, Elsevier Health Sciences, 2015: 271.
4. Culp L, McLaren EA. Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. *Compendium of Continuing Education in Dentistry.* 2010,31:716-20, 22, 24-5.
5. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dental Materials.* 2016,32:e275-e83.
6. Sanohkan CPS. All-ceramic systems in Esthetic Dentistry: A review. *Mahidol Dental Journal.* 2014,34:82.
7. Lawson NC, Burgess JO. Dental ceramics: a current review. *Compend Contin Educ Dent.* 2014,35:161-6.
8. Yavuzylmaz H. *Metal Destekli Estetik (veneer-kaplama) Kronlar.* 3 ed. Ankara, Gazi Kitabevi, 2013: 399.
9. Fraunhofer JA. *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi.* In: Özyemişçi Cebeci N, (ed). *Dental Materials at a Glance.* 2. Baskı, Ankara, Atlas Kitapçılık, 2015: 80.
10. Bonfante EA, Gracis S. Individual ceramic crowns for teeth. In: Ferencz JL, R. SN, Navarro JM, (eds). *High-Strength Ceramics: Interdisciplinary Perspectives.* Illinois, Quintessence Publishing Co, Inc, 2014: 63-98.
11. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' Science of Dental Materials.* 12 ed. Missouri, Elsevier Health Sciences, 2013: 8.
12. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015,28:227-35.
13. Freedman GA, McLaughlin GL. *Color Atlas of Porcelain Laminate Veneers.* Missouri, Ishiyaku EuroAmerica, 1990: 37-42.
14. Sulikowski A, Yoshida A. Clinical and laboratory protocol for porcelain laminate restorations on anterior teeth. *Quintessence of Dental Technology.* 2001,24:8-22.
15. Edelhoff D, Prandtner O, Pour RS, Liebermann A, Stimmelmayer M, Güth J-F. Anterior restorations: The performance of ceramic veneers. *Quintessence International.* 2018,49:89-100.
16. Aschheim KW. Porcelain Laminate Veneers Restorations. In: Aschheim KW, (ed). *Esthetic Dentistry E-Book: A Clinical Approach to Techniques and Materials.* 3rd ed. Missouri, Elsevier Health Sciences, 2014: 125.
17. Harsono M, Kugel G. Esthetics and Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Systems. In: Aschheim KW, (ed). *Esthetic Dentistry-E-Book: A Clinical Approach to Techniques and Materials.* 3rd ed. Missouri 2014: 479.
18. Liu P-R, Essig ME. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995).* 2008,29:482, 4, 6-8 passim.
19. Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Influence of hot pressing on the microstructure and fracture toughness of two pressable dental glass-ceramics. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials.* 2004,71:99-107.
20. Noort RV. *Introduction to Dental Materials.* 2nd ed. New York, Mosby, 2002: 231-46.

21. Vita Zahnfabrik. Vita Suprinity PC -Technical and scientific documentation. 2019.
22. Sirona D. Celtra® Duo Developed to make a difference - Brochure for the dental laboratory. 2017.
23. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in Color Matching. *Dent Clin North Am.* 2004;48:341-58.
24. Pan Q, Westland S. Tooth color and whitening - digital technologies. *J Dent.* 2018;74:42-6.
25. Paravina RD. Understanding Color. In: Ronald E. Goldstein D, (ed). *Esthetics in Dentistry*. 3rd ed, John Wiley & Sons, Inc., 2018: 271-94.
26. Aschheim KW, Singer BA. Fundamentals of esthetics and smile analysis. *Esthetic Dentistry*. 3rd ed, Elsevier, 2015: 38-54.
27. Wee AG. Description of color, color replication process and esthetics. In: Rosenstiel SF LM, Fujimoto J, (ed). *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4. 4 ed. Missouri, Mosby, 2006: 712.
28. Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent.* 1970;24:166-73.
29. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent.* 2000;83:418-23.
30. Millar BJ. Patient examination and assessment. In: Millar BJ WN, (ed). *Essentials of Esthetic Dentistry Principles and Practice of Esthetic Dentistry*. 1, Elsevier Health Sciences, 2015: 48-89.
31. Chu SJ, Paravina RD, Sailer I, Mieleszko AJ. *Color in Dentistry: A Clinical Guide to Predictable Esthetics*. Illinois, Quintessence Publishing, 2017: 56-66.
32. Munsell A, Birren F. *A Grammar of Color*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1969: 23-5.
33. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23:467-79.
34. Everding H. CIELAB color space from above <http://www.wikipedia.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRmlsZTpDSUVMQUJfY29sb3Jfc3BhY2VfdG9wX3ZpZXcucG5n> 2015 [Available from: <http://www.wikipedia.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRmlsZTpDSUVMQUJfY29sb3Jfc3BhY2VfdG9wX3ZpZXcucG5n>.
35. Commission Internationale de l'Eclairage. CIE 15: CIE Technical Report: Colorimetry. 3rd ed 2004: 20-2.
36. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Research & Application*. 2001;26:340-50.
37. Schmeling M. Shade selection and reproduction in ceramic veneers. In: Paula de Carvalho Cardoso RD, (ed). *Ceramic Veneer: Contact Lenses and Fragments*, Editora Ponto, 2018: 72-87.
38. Berns RS. *Billmeyer and Saltzman's principles of color technology*, Wiley New York, 2000.
39. Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;101:40-5.
40. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81:578-82.
41. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010;38:2-16.

42. Willer J, Rossbach A, Weber H-P. Computer-assisted milling of dental restorations using a new CAD/CAM data acquisition system. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998,80:346-53.
43. Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *The Journal of the American Dental Association*. 2006,137:14-21.
44. Al-Dwairi ZN, Alkhatatbeh RM, Baba NZ, Goodacre CJ. A comparison of the marginal and internal fit of porcelain laminate veneers fabricated by pressing and CAD-CAM milling and cemented with 2 different resin cements. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2018,121:470-6.
45. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *The Journal of the American Dental Association*. 2006,137:22-31.
46. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen C-J, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2016,116:184-90.
47. Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo MN, Lagana DC, Sesma N. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2018,119:214-9.
48. Weinstein G, Howard WS, Fox R. Restorations with CAD/CAM technology. *Clinical Dentistry Reviewed*. 2018,2:8.
49. Willard A, Chu T-MG. The science and application of IPS e.max dental ceramic. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2018,34:238-42.
50. Culp L, McLaren EA. Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*. 2010,31:716-20, 22, 24-5.
51. Badawy R, El-Mowafy O, Tam LE. Fracture toughness of chairside CAD/CAM materials—Alternative loading approach for compact tension test. *Dental Materials*. 2016,32:847-52.
52. D'arcangelo C, Vanini L, Rondoni GD, De Angelis F. Wear properties of dental ceramics and porcelains compared with human enamel. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2016,115:350-5.
53. Belli R, Wendler M, de Ligny D, Cicconi MR, Petschelt A, Peterlik H, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: Measurement of elastic constants and microstructural characterization. *Dental Materials*. 2017,33:84-98.
54. Wendler M, Belli R, Petschelt A, Mevec D, Harrer W, Lube T, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 2: flexural strength testing. *Dental Materials*. 2017,33:99-109.
55. Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2018,119:593-9.
56. Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dental Materials*. 2016,32:908-14.
57. Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent*. 2001,86:101-6.
58. Jung H, Friedl K-H, Hiller K-A, Furch H, Bernhart S, Schmalz G. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. *Operative dentistry*. 2006,31:68-77.
59. Turgut S, Bagis B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *Journal of dentistry*. 2011,39:e57-e64.
60. Salgado VE, Albuquerque PPA, Cavalcante LM, Pfeifer CS, Moraes RR, Schneider LFJ. Influence of photoinitiator system and nanofiller size on the optical properties and cure efficiency of model composites. *Dental Materials*. 2014,30:e264-e71.

61. Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2015,114:272-7.
62. Caprak YO, Turkoglu P, Akgungor G. Does the Translucency of Novel Monolithic CAD/CAM Materials Affect Resin Cement Polymerization with Different Curing Modes? *Journal of Prosthodontics*. 2019,28:e572-e9.
63. Archegas LRP, Freire A, Vieira S, de Menezes Caldas DB, Souza EM. Colour stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. *Journal of dentistry*. 2011,39:804-10.
64. Ural Ç, Duran İ, Tatar N, Öztürk Ö, Kaya İ, Kavut İ. The effect of amine-free initiator system and the polymerization type on color stability of resin cements. *Journal of oral science*. 2016,58:157-61.
65. Turgut S, Bagis B, Turkaslan SS, Bagis YH. Effect of ultraviolet aging on translucency of resin-cemented ceramic veneers: an in vitro study. *Journal of Prosthodontics*. 2014,23:39-44.
66. ISO/TS 11405 - Dentistry — Testing of adhesion to tooth structure, (2015).
67. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999,27:89-99.
68. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2014,29:295-308.
69. De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P, et al. Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to Class-I cavity-bottom dentin after thermo-cycling. *Dent Mater*. 2005,21:999-1007.
70. Ulker M, Ozcan M, Sengun A, Ozer F, Belli S. Effect of artificial aging regimens on the performance of self-etching adhesives. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010,93:175-84.
71. Xie C, Han Y, Zhao XY, Wang ZY, He HM. Microtensile bond strength of one- and two-step self-etching adhesives on sclerotic dentin: the effects of thermocycling. *Oper Dent*. 2010,35:547-55.
72. Ozel Bektas O, Eren D, Herguner Siso S, Akin GE. Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. *Lasers Med Sci*. 2012,27:723-8.
73. Amaral FL, Colucci V, PALMA-DIBB RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2007,19:340-53.
74. Fabris D, Souza JC, Silva FS, Fredel M, Gasik M, Henriques B. Influence of specimens' geometry and materials on the thermal stresses in dental restorative materials during thermal cycling. *Journal of dentistry*. 2018,69:41-8.
75. Sellers K, Powers JM, Kiat-amnuay S. Retentive strength of implant-supported CAD-CAM lithium disilicate crowns on zirconia custom abutments using 6 different cements. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2017,117:247-52.
76. Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Matsumoto N. Influence of thermal cycles in water on flexural strength of laboratory-processed composite resin. *Journal of oral rehabilitation*. 2001,28:703-7.
77. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling. *American journal of dentistry*. 2001,14:163-9.
78. Kubo S, Yokota H, Hayashi Y. Effect of low-viscosity resin-based composite on the microleakage of cervical restorations. *American journal of dentistry*. 2003,16:244-8.

79. Yoshida K, Tanagawa M, Atsuta M. Effects of filler composition and surface treatment on the characteristics of opaque resin composites. *Journal of Biomedical Materials Research*. 2001,58:525-30.
80. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2016,115:71-5.
81. Imamura S, Takahashi H, Hayakawa I, Loyaga-Rendon PG, Minakuchi S. Effect of filler type and polishing on the discoloration of composite resin artificial teeth. *Dental materials journal*. 2008,27:802-8.
82. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Freudenthaler J. Color stability of different composite resin materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2013,109:378-83.
83. Alberton Da Silva V, Alberton Da Silva S, Pecho OE, Bacchi A. Influence of composite type and light irradiance on color stability after immersion in different beverages. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2018,30:390-6.
84. Gawriolek M, Sikorska E, Ferreira LF, Costa AI, Khmelinskii I, Krawczyk A, et al. Color and luminescence stability of selected dental materials in vitro. *J Prosthodont*. 2012,21:112-22.
85. Palla ES, Kontonasaki E, Kantiranis N, Papadopoulou L, Zorba T, Paraskevopoulos KM, et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *J Prosthet Dent*. 2018,119:632-42.
86. Hugo B, Witzel T, Klaiber B. Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clinical Oral Investigations*. 2005,9:244-50.
87. Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1970,24:166-73.
88. Cui G, Luo M, Rigg B, Roesler G, Witt K. Uniform colour spaces based on the DIN99 colour-difference formula. *Color Research & Application*. 2002,27:282-90.
89. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application*. 2005,30:21-30.
90. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dental Materials*. 2016,32:82-92.
91. Pecho OE, Pérez MM, Ghinea R, Della Bona A. Lightness, chroma and hue differences on visual shade matching. *Dental Materials*. 2016,32:1362-73.
92. del Mar Perez M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of dentistry*. 2011,39:e37-e44.
93. Paravina RD, Swift Jr EJ. Color in dentistry: improving the odds of correct shade selection. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2009,21:202-8.
94. Moon A, Powers JM, Kiat-amnuay S. Color stability of denture teeth and acrylic base resin subjected daily to various consumer cleansers. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2014,26:247-55.
95. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of dentistry*. 2010,38:e57-e64.
96. Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *Journal of dentistry*. 2007,35:593-9.
97. Alghazali N, Burnside G, Moallem M, Smith P, Preston A, Jarad FD. Assessment of perceptibility and acceptability of color difference of denture teeth. *Journal of dentistry*. 2012,40:e10-e7.

98. Sailer I, Fehmer V, Ioannidis A, Hämmerle C, Thoma DS. Threshold value for the perception of color changes of human gingiva. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014;34:757-62.
99. Leow ME, Ow RK, Lee MH, Huak CY, Pho RW. Assessment of colour differences in silicone hand and digit prostheses: perceptible and acceptable thresholds for fair and dark skin shades. *Prosthetics and orthotics international*. 2006;30:5-16.
100. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2015;27:S1-S9.
101. Yoon HI, Bae JW, Park JM, Chun YS, Kim MA, Kim M. A study on possibility of clinical application for color measurements of shade guides using an intraoral digital scanner. *Journal of Prosthodontics*. 2018;27:670-5.
102. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, et al. Reliability of visual and instrumental color matching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2017;29:303-8.
103. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;101:193-9.
104. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tiossi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2019;121:271-5.
105. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 2009;40:e69-79.
106. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of dental research*. 2002;81:578-82.
107. Gehrke P, Riekeberg U, Fackler O, Dhom G. Comparison of in vivo visual, spectrophotometric and colorimetric shade determination of teeth and implant-supported crowns. *Int J Comput Dent*. 2009;12:247-63.
108. Zenthöfer A, Cabrera T, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel AJ. Comparison of the Easyshade Compact and Advance in vitro and in vivo. *Clinical Oral Investigations*. 2014;18:1473-9.
109. Klotz AL, Habibi Y, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel AJ, Zenthöfer A. Laboratory and clinical reliability of two spectrophotometers. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2018:1-5.
110. Kim H-K. Evaluation of the repeatability and matching accuracy between two identical intraoral spectrophotometers: an in vivo and in vitro study. *The journal of advanced prosthodontics*. 2018;10:252-8.
111. Al-Wahadni A, Martin D. An in vitro investigation into the wear effects of glazed, unglazed and refinished dental porcelain on an opposing material. *Journal of oral rehabilitation*. 1999;26:538-46.
112. Macentee M, Lakowski R. Instrumental colour measurement of vital and extracted human teeth. *Journal of oral rehabilitation*. 1981;8:203-8.
113. Um CM, Ruyter I. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence International*. 1991;22:377-86.
114. Ishikawa-Nagai S, Sato R, Shiraishi A, Ishibashi K. Using a computer color matching system. A newly developed spectrophotometer designed for clinical application. *Int J Prosthodont*. 1994;7:50-5.
115. ISO 7491 - Dental materials — Determination of colour stability, (2000).

116. Lee SM, Choi YS. Effect of ceramic material and resin cement systems on the color stability of laminate veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent*. 2018;120:99-106.
117. 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 Suppl 1:e30-6.
118. Heintze S, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dental Materials*. 2010;26:306-19.
119. ASME B46.1-2009 Surface texture (surface roughness, waviness, and lay): an American National Standard, (2002).
120. Lawson NC, Burgess JO. Gloss and stain resistance of ceramic-polymer CAD/CAM restorative blocks. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2016;28:S40-S5.
121. Callister WD, Rethwisch DG. *Materials science and engineering: an introduction*, John Wiley & Sons New York, 2007.
122. Samra APB, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian oral research*. 2008;22:205-10.
123. Lauvahutanon S, Shiozawa M, Takahashi H, Iwasaki N, Oki M, Finger WJ, et al. Discoloration of various CAD/CAM blocks after immersion in coffee. *Restorative dentistry & endodontics*. 2017;42:9-18.
124. Alp G, Subasi MG, Johnston WM, Yilmaz B. Effect of surface treatments and coffee thermocycling on the color and translucency of CAD-CAM monolithic glass-ceramic. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2018;120:263-8.
125. Pires LA, Novais PM, Araújo VD, Pegoraro LF. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2017;117:144-9.
126. Sarikaya I, Hayran Y. Effects of Polishing on Color Stability and Surface Roughness of CAD-CAM Ceramics. *Meandros Medical and Dental Journal*. 2018;19:153.
127. Kanat-Erturk B. Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. *J Prosthodont*. 2019.
128. Arif R, Yilmaz B, Johnston WM. In vitro color stainability and relative translucency of CAD-CAM restorative materials used for laminate veneers and complete crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2019.
129. Quek S, Yap A, Rosa V, Tan K, Teoh K. Effect of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2018;30:E9-E17.
130. Mörmann WH, Stawarczyk B, Ender A, Sener B, Attin T, Mehl A. Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2013;20:113-25.
131. Sugiyama T, Kameyama A, Enokuchi T, Haruyama A, Chiba A, Sugiyama S, et al. Effect of professional dental prophylaxis on the surface gloss and roughness of CAD/CAM restorative materials. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2017;9:e772.

EKLER

EK.1. Özgeçmiş

9 Kasım 1990 yılında Kayseri’de doğdum. İlköğretimimi Gebze Osmangazi İlköğretim Okulu’nda, liseyi Gebze Anadolu Lisesi’nde tamamladım. 2014 yılında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldum. 2016 yılı Ocak ayında İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimine başladım. Hala İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.

dtozgeerarslan@gmail.com

EK.2. Etik Kurul Onayına Gerek Olmadığına Dair Belge

9 Mart 2019 tarih ve 30709 sayılı T.C. Resmi Gazete’de yayımlanan ‘Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamalarının Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik’in 1. Bölüm, 2. Madde, 1.Fıkrası (Bu Yönetmelik insanlar üzerinde yapılacak olan 27/10/2014 tarihli ve 29158 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliğinde yer alan geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarının klinik araştırmalarını, klinik araştırma yerlerini ve bu araştırmaları gerçekleştirecek gerçek veya tüzel kişileri kapsar.) gereğince, bu çalışmanın bir klinik araştırma değil, sadece laboratuvar çalışması olması nedeniyle etik kurul kararı alınmamıştır.

