

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ  
SONUÇ RAPORU**

CAD/CAM Sistemlerinde Kullanılan Dental Polimerlerin Yüzey Pürüzlülüğünün Lekelenme Üzerine Etkisinin Ve Termal Yaşılandırmanın Esneme Direnci Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.

Prof. Dr. Gülay Kansu

Doktora Öğrencisi Banu YILDIRIM

15L0234001

03.06.2015 - 03.06.2018

25.07.2018

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Ankara - 2018

### I. Projenin Türkçe ve İngilizce Adı ve Özeti

**Türkçe Adı** : CAD/CAM Sistemlerinde Kullanılan Dental Polimerlerin Yüzey Pürüzlüğünün Lekelenme Üzerine Etkisinin Ve Termal Yaşılandırmanın Esneme Direnci Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.

**İngilizce Adı** : Evaluation Of The Effects Of Surface Roughness On Staining And Thermal Aging On Flexural Strength Of The Dental Polymers Used In CAD/CAM Systems.

Günden güne gelişen teknolojiyle beraber restoratif dişhekimliğinde de bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) sistemleri sıkılıkla kullanılmaya başlanmıştır. CAD/CAM teknolojilerinin kullanımının artması ve metallerin kullanımının azaltılması yada tamamen terk edilmesi estetik dişhekimliğindeki son eğilimlerdendir. Bu uygulamalar CAD/CAM teknolojilerinin gelişimine katkı sağlamış ayrıca kompozit ve seramik materyallerin kullanımlarının artmasına olanak sağlamıştır. Yeni mayeryallerin kullanılmasıyla estetiğin önem kazandığı günümüzde bu materyallerden estetik bekłentilerde arnmiştir.

Geleneksel bir yaklaşım olarak, kırılgan dental seramikler genellikle güçlü metal altyapı ile desteklenirler. Günümüzde ise CAD/CAM teknolojilerinin avantajları sayesinde monolitik restorasyonlar dişhekimliğinde kullanılmaktadır.

Estetik CAD/CAM indirekt restorasyonlar için halen iki ana tipte materyal mevcuttur; bunlar cam seramikler / seramikler ve kompozit rezinlerdir.

Estetik restorasyonlardaki en büyük başarısızlık nedenlerinden biri restorasyonların lekelenmesi ve renk stabilitelerini koruyamamalarıdır.

Renk stabilitesi, herhangi bir dental materyalin orjinal rengini kaybetmemesi yada koruması olarak tanımlanır ve dental restorasyonların uzun süreli kullanımlarının ön koşullarından biridir. Oral kavite dinamik bir ortamdır. Tükürük, mikroflora ve renkli besinlerin tüketilmesi, estetik materyallerin renk stabilitelerini etkileyebilir. Renkte sonradan oluşan değişimler lekelenme ve yaşılmaya bağlı olarak ortaya çıkar.

Renk değişimi genellikle iki sebeple oluşur. İlki, plak akümülasyonu ve lekelenmeye bağlı eksternal renklenmelerdir. Diğer ise restoratif materyalin derinlerindeki fiziko-kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan internal renklenmelerdir.

Dental materyallerin eksternal renklenmelerinin en önemli sebeplerinden biri yüzey pürüzlülüğüdür. Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için profilometre kullanılır.

Yüzeyin lekelenmesi genellikle çay, kahve, kola, şarap gibi yiyecek ve içeceklerdeki renklendirici ajanların penetrasyonu sebebiyle olur.

Lekelenme direnci materyalin su emilimine ve hidrofilik yada hidrofobik olmasına bağlıdır.

Kompozit rezin materyallerin lekelenmeye olan hassasiyetleri, rezin matriksin hidrofilik yada hidrofobik doğasına bağlı olarak materyalin sıvı absorbe etme derecesiyle doğrudan ilişkilidir.

Görünür ışık, ultraviyole ışık, ısı ve nem gibi fizikokimyasal etkenler kompozit rezinlerin uzun zaman kullanımları sonucunda internal renk değişimlerine sebep olmaktadır. Bu internal renk değişimlerini kısa sürede ortaya çıkarmak için yapay hızlandırılmış yaşılma (AAA) methodları uzun yıllardır kullanılmaktadır.

Restorasyonların ağız ortamına uzun süre maruz kalmalarının etkileri AAA ile taklit edilebilir. AAA ile test edilecek materyaller yüksek nem, ısı ve ultraviyole ışığa maruz bırakılarak hızlandırılmış bir iklimlendirme işlemine tabi tutulurlar.

CAD/CAM teknolojilerinin gelişmesi, kompozit ve seramik materyallerin kullanımlarının artmasına olanak sağlamıştır, ancak her geçen gün gelişen bu sistemlerin optik özelliklerinin incelenme gereksinimi hızla artmaktadır. Bu sebeple çalışmamızda CAD/CAM sistemlerde kullanılan iki farklı dental polimerin ve bir lityum dislikat cam seramığın yüzey pürüzlülüklerinin lekelenme üzerine etkisi incelenmiştir.

## SUMMARY

Computer aided design / computer aided manufacturing (CAD / CAM) systems have been used frequently in restorative dentistry as well as day-to-day technology. Increasing use of CAD / CAM technology and reduction of the use of metals and total abandonment are the latest trends in aesthetic dentistry. These applications have contributed to the development of CAD / CAM technologies and also increased the use of composite and ceramic materials. Aesthetic expectations from these materials have increased in the present day, when aesthetics are important due to the use of new materials.

As a traditional approach, fragile dental ceramics are often supported by a strong metal infrastructure. Today, thanks to the advantages of CAD / CAM technology, monolithic restorations are used in dentistry.

There are currently two major types of material available for aesthetic CAD / CAM indirect restorations; these are glass ceramics / ceramics and composite resins.

One of the biggest failures in aesthetic restorations is the staining of restorations and their inability to maintain color stability.

Color stability, the loss of original color of any dental material is defined as yada protection and is one of the preconditions for long-term use of dental restorations. The oral cavity is a dynamic environment. The consumption of saliva, microflora and colored foods can affect the color stability of aesthetic materials. Subsequent changes in color occur due to staining and aging.

Color change usually occurs for two reasons. The first is external colorations due to plaque accumulation and staining. The other is the internal colorings resulting from the physico-chemical reactions at the depths of the restorative material. One of the most important causes of external coloring of dental materials is surface roughness. A profilometer is used to measure surface roughness. Surface staining is usually caused by the penetration of coloring agents in foods and beverages such as tea, coffee, cola, wine.

The staining depends on the resistance of the material to water absorption and the hydrophilic side to be hydrophobic.

The susceptibility of composite resin materials to staining is directly related to the degree of liquid absorptivity of the material due to the hydrophobic nature of the resin matrix in the hydrophilic zone.

Physicochemical factors such as visible light, ultraviolet light, heat and humidity cause internal color changes as a result of long time use of composite resins.

Artificially accelerated aging (AAA) methods have been used for a long time to reveal these internal color changes in a short time. The effects of long-term exposure of the restorations to the oral environment can be mimicked by AAA. Materials to be tested with AAA are subjected to an accelerated conditioning process by exposure to high humidity, heat and ultraviolet light.

The development of CAD / CAM technologies has allowed the use of composite and ceramic materials to increase, but the need to examine the optical properties of these systems, which are developing day by day, is rapidly increasing. For this reason, the effect of the surface roughness of two different dental polymers and a lithium disilicate glass ceramic used in the CAD / CAM system on the staining has been investigated.

## **II. Amaç ve Kapsam**

Bu çalışmanın amacı CAD/CAM sisteminde kullanılan dental polimerlerin yüzey pürüzlüğünün, lekelenmeye sebep olabilecek farklı sıvılar karşısında ve AAA işlemi sonrasında oluşabilecek renk değişimlerinin değerlendirilmesidir.

### **III. Materyal ve Yöntem**

Çalışmamız A.Ü Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilimdalı labaratuvarlarında ve TC. Karayolları Genel Müdürlüğü lavaratuvarlarında yapılmıştır.

Çalışmamızda CAD/CAM sistemlerinde kullanılan iki farklı dental polimerin ve bir lityum disilikat cam seramığın yüzey pürüzlülüklerinin lekelenme üzerine etkisi incelenmiştir. CAD/CAM sistemleri için üretilmiş olan A2 renk tonunda Lava Ultimate(3M ESPE, Seefeld, Almanya), Vita Enamic(Vita Zahnfabric, Sackingen, Almanya) kompozit rezin kullanılmıştır. Kontrol grubu olarak yine A2 renk tonunda ve CAD/CAM sistemlerine uygun özelliklere sahip Mark II Vita Blocks( Vita Zahnfabrik, Sackingen, Almanya) seçilmiştir. Çalışmamızda kontrol grubu olarak kullandığımız Mark II (Vita,Zahnfabrik) cam seramik, mükemmel ve tekrarlanabilir optik ve estetik özelliklerinden dolayı seçilmiştir. İndirek

olarak üretilen birçok polimer materyali için üretici firmalar en az 1 mm'lik kalınlık tavsiye etmektedir. Bu sebeple bu çalışmada örnekler 1mm+0.03mm kalınlığında standarize edilerek prepare edilip polisaj yapılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimlerinin değerlendirilmesi için fabrikasyon bloklardan 2 mm kalınlığında 10 mm çapında daire şekilli 132 adet örnek hazırlanmıştır. Boyutların bu şekilde belirlenmesindeki temel sebep üretilen maksimum ingot boyutlarının 10??12??15 mm şeklinde olması ve bu boyuttaki ingotlardan ancak 10 mm çapında örnekler elde edilebilmesidir.

Elde edilen 2mm kalınlığında 10 mm çapındaki disk şeklindeki örneklerin her iki yüzeyine üretici firmalarında tavsiyeleri doğrultusunda mekanik cıralama işlemleri uygulanmıştır.

Örneklerin yüzey pürüzlülüğünün ölçümü için kullanılan profilometre cihazı Perthometer M2 (Mahr, Almanya)'dır.

Çalışmamızda hassas renk ölçümleri elde etmek için spektrofotometre kullanılmıştır.

Eksternal renklenmenin tespit edilmesi için lekelenme solüsyonu olarak kırmızı şarap ve kahve kullanılmıştır. Kontrol grubu olarak da distile su kullanılmıştır. Her gruptan 11 adet örnek ayrı ayrı kırmızı şarap, kahve ve distile suda bekletilmiştir. Ayrıca her bir gruptan 11 adet örnek de internal renklenmelerin belirlenmesi için yapay hızlandırılmış yaşlanması (AAA) işlemine tabi tutulmuştur.

Gruplar içerisinde bazal ile yaşlandırma sonrası arasında yüzey pürüzlülüğü yönünden farkın önemliliyi Wilcoxon işaret testiyle değerlendirildi. Gruplar arasında yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı Kruskal Wallis testiyle incelendi. Kruskal Wallis test istatistiği sonuçlarının önemli bulunması halinde, farka neden olan durumları tespit etmek amacıyla Conover'in çoklu karşılaştırma testi uygulandı. Renk değişimi ile yüzey pürüzlülüğü arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olup olmadığı ise Spearman'ın Korelasyon testi kullanılarak araştırıldı.

Çalışmamızın renk değerlendirmelerinde ISO/TR28642 standartlarına bağlı kalınmıştır. Renk ölçümleri bu standarda uygun şekilde spektrofotometre ile yapılmıştır.

Çalışmamızda renk ölçümleri ISO/TR28642 standartlarına uygun şekilde D65 ışık kaynağı altında yapılmıştır ve çevresel faktörleri elimine edebilmek için renk ölçüm kutusu içinde yapılmıştır.

Geçmişte yapılan dental materyallerin lekelenme dirençleri değerlendirildiği pek çok çalışmada lekelenme solüsyonu olarak, kırmızı şarap, kola, kahve, çeşitli meyva suları, çay ve kontol amaçlı olarak da distile su kullanılmıştır. Bu çalışmaları dikkate alarak çalışmamızda lekelenme solüsyonu olarak kırmızı şarap, kahve, kontrol grubunda da distile su kullanılmıştır.

Örneklerin 24 saat sürevle kahve solusyonuna maruz bırakılmaları 1 avlık kahve tüketimine

eşdeğerdir. Çalışmamızda, materyallerin 24 saat sonunda 1 aylık, 12 gün sonunda 1 yıllık, 60 gün sonunda 5 yıllık lekelenmeye eşdeğer olan materyal lekelenmeleri değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, literatürdeki pek çok çalışmada olduğu gibi profilometre kullanılarak belirlenmiştir.

#### **IV. Analiz ve Bulgular**

Çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde , kırmızı şarapta, distile suda ve kahvede lekelenme testine tabi tutulan Lava Ultimate örneklerin baseline yüzey pürüzlülükleri Vita Enamic ve Vita Mark II'den daha yüksek tespit edilmiştir. Vita Enamic ve Vita Mark II ise birbirlerine benzer yüzey pürüzlülüğü değerleri sergilemiştir.

Örneklerin distile sudaki renk değişimleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kahvede bekletilen örnekler kendi aralarında renk değişimleri açısından değerlendirildiğinde ise 12. gün ve 60. gün sonunda Lava Ultimate, Vita Enamic ve Vita Mark II den daha fazla renklenme gösterirken, Vita Enamic ve Vita Mark II benzer sonuçlar göstermiştir. Kırmızı şarapta bekletilen Lava Ultimate 1.günün sonunda, Vita Enamic ve Vita Mark II den daha fazla renklenmiş, Vita Enamic ve Vita Mark II ise benzer sonuçlar göstermiştir. 12. günün sonunda ; Lava Ultimate, Vita Enamic'den , Vita Enamic de Vita Mark II'den daha fazla renk değişimini göstermiştir. Kırmızı şarapta en fazla renk değişimini Lava Ultimate'de izlenirken en az lekelenme Vita Mark II'de tespit edilmiştir. Ancak 60. günde kırmızı şarapta bekletilen örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Baseline yüzey pürüzlülüğü değerleri ile 1.,12. ve 60. günlerin sonunda elde edilen renk değişim değerleri arasında korelasyon tespit edilememiştir.

60. gün sonunda örneklerin solüsyonlara göre renk değişimlerini değerlendirdiğimizde; Vita Enamic kırmızı şarapta, kahveden ve distile sudan daha fazla renklenmiştir. Vita Mark II ve Lava Ultimate ise 60. gün sonunda kırmızı şarapta kahveden daha fazla renk değişimini gösterirken en az değişim distile suda bekletilen örneklerde gözlemlenmiştir. Bu verilerde geçmişte yapılan çalışmalarada elde edilen solüsyonların renk değişimini potansiyellerini bir kez daha doğrulamaktadır.

Çalışmamızda lekelenme solüsyonunda beklettiğimiz örneklerin renk değişimleri açısından klinik olarak kabul edilebilirlik ve algılanabilirliklerini değerlendirdiğimizde; distile suda bekletilen bütün örneklerin 60. gün sonunda renk değişim değerleri klinik olarak algılanabilir ancak kabul edilebilir, kahve ve şarapta bekletilen tüm örneklerin 60. gün sonunda renk değişim değerleri klinik olarak kabul edilemez şekilde tespit edilmiştir.

Çalışmamızda rezin nano seramik (Lava Ultimate) materyal, hibrit seramik( Vita Enamic) materyalden daha fazla renk değişimini göstermiştir.

Çalışmamızın sonucunda rezin nano seramığın ( Lava Ultimate), hibrit dental seramiklerden ve lityum disilikat cam seramiklerden daha fazla renklenme gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızın sonucunda materyalin yüzey pürüzlülüğü arttıkça örneklerdeki renklenmeninde arttığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca farklı materyaller kahve solüsyonu içinde farklı renklenme davranışları sergilemişlerdir. Bunun yanı sıra örneklerin kahve solüsyonu içinde geçirdikleri süre uzadıkça örneklerin renklenmeleri hızlanmaktadır.

Yapay hızlandırma işlemi ile örnekler ısı, nem ve ultraviyole ışığa maruz bırakılarak ağız içinde yıllar içinde gelişen şartlar, kısa sürede örnekler üzerine uygulanarak restorasyonların estetik performansını etkileyebilecek renklenmeler daha kısa sürelerde gözlemlenip test edilebilir.

Çalışmamızda yapay hızlandırılmış yaşılanma uygulanan örnekler ISO 7491'e uygun şekilde 384 saat süreyle 40 Watt'lık, 280/320 nm'lik ışına yapan 8 adet UV-B ışık kaynağına, 50 mm mesafeden maruz bırakılmıştır ve bir döngü halinde 4 saat süreyle 50 cantigrad derece ısında UV-B ışımı ve ardından 4 saat süreyle 50 cantigrad derece ısında yoğunlaşma uygulanmıştır. Örnekler 384 saat süreyle nem, ısı ve ultraviyole uygulayarak yapay bir yaşılandırma oluşturulup intrinsik lekelenmeleri daha hızlı şekilde izlenebilmesi sağlanmıştır.

Çalışmamızın örneklerde yapay hızlandırılmış yaşılanma uyguladığımız kısmından elde ettiğimiz veriler doğrultusunda, istatistiksel olarak en fazla renk değişimine Lava Ultimate'de rastlanmıştır.

Bunu Vita Enamic takip etmiştir. En az renklenme Vita Mark II'de gözlenmiştir. Yapay hızlandırılmış yaşılanma sonrasında örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmasada en fazla artış Lava Ultimate'de, en az değişim ise Vita Mark II'de izlenmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü ile kahve, şarap ve distile sudaki renk değişimini arasındaki ilişkiyi değerlendirdiğimizde ise daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sahip olan Lava Ultimate örneklerin, birbirine benzer yüzey pürüzlülüğü değerleri olan Vita Enamic ve Vita Mark II'den daha fazla renklendiği tespit edilmiştir. Yapay hızlandırılmış yaşılanma sonrasında da benzer sonuçlar elde edilmiştir.,AAA uygulaması sonrasında Lava Ultimate'nin yüzey pürüzlülüğünde diğer iki grubu göre daha fazla artış tespit edilirken, Vita Enamic ve Vita Mark II 'nin yüzey pürüzlülüğünde anlamlı bir değişim olmamıştır. Yapay hızlandırılmış yaşılanma işlemi sonrasında renk değişim değerleri açısından değerlendirdiğimizde ise en fazla renk değişimini Lava Ultimate'de gözlemlenirken en az değişim Vita Mark II'de izlenmiştir. Vita Enamic bu iki grubun arasında renk değişimini sergilemiştir. Bu veriler ışığında daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip materyallerin lekelenme oluşturabilecek sıvılar karşısında daha fazla renk değiştireceği hipotezimiz doğrulanmıştır. Yüzey pürüzlülüğünün yanında materyalin rezin matriksini oluşturan yapıların hidrofobik yada hidrofilik özellikte olmasına lekelenme üzerinde çok önemlidir.

## V. Sonuç ve Öneriler

Çalışmamızın hipotezi daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerlerine sahip olan CAD/CAM kompozit rezinlerin içinde bırakıldıkları renklendirici solüsyonlara ve AAA ( yapay hızlandırılmış yaşılanma ) işlemine bağlı olarak zaman içerisinde artan bir şekilde daha fazla renklenme gösterecektir.

Çalışmamız sonucu elde edilen veriler ışığında daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip materyallerin lekelenme oluşturabilecek sıvılar karşısında daha fazla renk değiştireceği hipotezimiz doğrulanmıştır. Yüzey pürüzlülüğünün yanında materyalin rezin matriksini oluşturan yapıların hidrofobik yada hidrofilik özellikte olmasına lekelenme üzerinde çok önemlidir.

## VI. Geleceğe İlişkin Öngörülen Katkılar

-

## VII. Sağlanan Altyapı Olanakları ile Varsa Gerçekleştirilen Projeler

-

## VIII. Sağlanan Altyapı Olanaklarının Varsa Bilim/Hizmet ve Eğitim Alanlarındaki Katkıları

-

## IX. Kaynaklar

### KAYNAKLAR

- AGUILAR, F. G., GARCIA, L. F. R., CRUVINEL, D. R., SOUSA, A. B. S., SOUZA, F. C. P. P. (2012). Color and Opacity of Composites Protected with Surface Sealants and Submitted to Artificial Accelerated Aging. *Eur. J. Dent.*, 6:24-33.
- AROCHA, M. A., BASILIO, J., LLOPIS, J., BELLA, E. D., ROIG, M., ARDU, S., MAYORAL, J. R. (2014). Colour stainability of indirect CAD/CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. *Journal of Dentistry*, 42:831-838.
- AROCHA, M. A., MAYORAL, J. R., LEFEVER, D., MERCADE, M., BASILIO, J., ROING, M. (2013). Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clin. Oral Invest.*, 17:1481-1487.
- BARUTCİGİL, Ç., YILDIZ, M. (2012). Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and sirolane based composites. *Journal of Dentistry*, 40:57-63.
- BEUER, F., SCHWEIGER, J., EDELHOFF, D. (2008). Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, 204:505-511.
- BILKHAIR, V., A. (2013). Fatigue Behaviour and Failure Modes of Monolithic CAD/CAM Hybrid-ceramic and All-ceramic Posterior Crown Restorations. Doktora Tezi, Der Medizinischen Fakultat der Albert-Ludwigs-Universitat Freiburg, Vorgelegt.
- BONA, A. D., CORAZZA, P. H., ZHANG, Y. (2014). Characterization of polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dental Materials*, 30:564-569.
- CHEN, C. (2013). Zirconia-Reinforced Dental Restorations. Doktora Tezi, Academic Center of Dentistry Amsterdam, Amsterdam.
- CHU, S. J., TRUSHKOWSKY, R. D., PARAVINA, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38:2-16.
- COLDEA, A., SWAIN, M. V., THIEL, N. (2013). Mechanichal properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dental Materials*, 29:419-426.
- DRUBI-FILHO, B., GARCIA, L. F. R., CRUVINEL, D. R., SOUSA, A. B. S., PIRES-DE-SOUZA, F. C. P. (2012). Color Stability of Modern Composites Subjected to Different Periods of Accelerated Artificial Aging. *Braz. Dent. J.*, 23:575-580.
- ERTAŞ, E., GÜLER, A. U., YÜCEL, A. Ç., KÖPRÜLÜ, H., GÜLER, E. (2006). Color Stability of Rezin Composites after Immersion in Different Drinks. *Dental Materials Journal*, 25: 371-376.
- FERRACANE, J. L. (2011). Resin composite-state of the art. *Dental Materials*, 27:29-38.
- GHINEA, R., UGARTE-ALVAN, L., YEBRA, A., PECHO, O. E., PARAVINA, R. D., PEREZ, M. M. (2011). Influence of surface roughness on the color of dental-resin composites. *Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine & Biotechnology)*, 12:552-562.
- GULER, A. U., YILMAZ, F., KULUNK, T., GULER, E., KURT, S. (2005). Effects of different drinks on stainability of rezin composite provisional restorative materials. *J. Prosthet. Dent.*, 94: 118-124.

GÜTH, J. F., ZUCH, T., ZWINGE, S., ENGELS, J., STIMMELMAYR, M., EDELHOFF, D. (2013). Optical properties of manually and CAD/CAM-fabricated polymers. *Dental Materials Journal*, 32:865-871.

HE, L., SWAIN, M. (2011). A novel polymer infiltrated ceramic dental material. *Dental Materials*, 27:527-534.

JOHNSON, A. C., VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., AHUJA, S. (2014). Fracture Strength of CAD/CAM Composite and Composite – Ceramic Occlusal Veneers. *Journal of Prosthodontic Research*, 58:107-114.

KAWANO, F., OHGURI, T., ICHIKAWA, T., MATSUMOTO, N. (2001). Influence of Thermal Cycles in Water on Flexural Strength of Laboratory Processed Composite Resin. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28:703-707.

KURSOGLU, P., MOTRO, P. F. M., KAZAZOGLU, E. (2014). Correlation of surface texture with the stainability of ceramics. *J. Prosthet. Dent.*, 122:306-313.

LIN, Y., SONG, X., CHEN, Y., ZHU, Q., ZHANG, W. (2013). Effect of Er:YAG Laser Irradiation on Bonding Property of Zirconia Ceramics to Resin Cement. *Photomedicine and Laser Surgery*, 31:619-625.

LU, H., ROEDER, L. B., LEI, L., POWERS, J. M. (2005). Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J. Esthet. Restor. Dent.*, 17:102-109.

MELO, M. A. V., MOYES, M. R., SANTOS, S. G., ALCANTARA, C. E. P., RIBERIA, J. C. R. (2011). Effects of Different Surface Treatments and Accelerated Artificial Aging on the Bond Strength of Composite Resin Repairs. *Braz. Oral Res.*, 25:485-491.

NARENDRA, P., KAURANI, P. (2010). Colour stability: An important physical property of esthetic restorative materials. *International Journal of Clinical Dental Science*, 1:81-84.

NGUYEN, J. F., MIGONNEY, V., RUSE, N. D., SADOUN, M. (2013). Properties of Experimental Urethane Dimethacrylate-based Dental Resin Composite Blocks Obtained Via Thermo-polymerization Under High Pressure. *Dental Materials*, 29:535-541.

NGUYEN, J. F., RUSE, D., PHAN, A. C., SADOUN, M. J. (2014). High-temprature Polymerized Resin-infiltrated Ceramic Networks. *J. Dent. Res.*, 93:62-67.

PIRES-DE-SOUZA, F. C. P., CASEMIRO, L. A., GARCIA, F. R., RODRIGUES, C. (2009). Color Stability of Dental Ceramics Submitted to Artificial Accelerated Aging After Repeated Firings. *J. Prosthet. Dent.*, 101:13-18.

ROMAN, C. C. A., CRUVINEL, D. R., SOUSA, A. B. S., SOUZA, F. C. P. P., PANZERI, H. (2013). Effect of cigarette on color stability and surface roughness of dental composites. *Journal of Dentistry*, 41:73-79.

RUSE, N. D., SADOUN, M. J. (2014). Resin-composite Blocks for Dental CAD/CAM Applications. *J. Dent. Res.*, 93:1232-1234.

STEYERN, P. V. V., EBESSON, S., HOLMGREN, J., HAAG, P., NILNER, K. (2006). Fracture Strength of Two Oxide Ceramic Crown System After Cyclic Pre-loading and Thermocycling. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33:682-689.

TRAKYALI, G. (2013). Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Eü. Dişhek. Fak. Derg., 34:1-10.

VICHI, A., LOUCA, C., CORCIOLANI, G., FERRARI, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. *Dental Materials*, 27:97-108.

VICHI, A., SEDDA, M., SIENA, F. D., LOUCA, C., FERRARI, M. (2013). Flexural Resistance of Cerec CAD/CAM System Ceramic Blocks. Part 1: Chairside Materials. *Am. J. Dent.*, 26:255-259.

YONDEM, I., SECILMIS, A., INAN, O. (2011). Effect of finishng methods on surface roughness and color stabilitiy in all-ceramic systems. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 357:1499-1503.

STRUB, J.R., REKOW, E.D. WITKOWSKI, S. (2006). Computer-aided design and fabrication of dental restoration: Current systems and future possibilities. *Journal of American Dental Association*, 137: 1289-1296.

NOORT, R.V. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental Materials*, 28: 3-12.

ERSU, B., YÜZÜGÜLLÜ, B., CANAY, \$. (2008). Sabit restorasyonlarda CAD/CAM uygulamaları. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32: 58-72.

KHASHAYAR, G. (2013). Color science in dentistry. Thesis, Department of Dental Materials Science Academic Centre of Dentistry Amsterdam (ACTA) Vrije Universiteit Amsterdam, Netherlands.

HABEKOST, M. (2013). Which color differencing equation should be used? *International Circular of Graphic Education and Research*, 6: 20-33.

Vita Zahnfabrik, (2010). Vitablocks Mark II Working Instructions, <http://www.vita-zahnfabrik.com>

GHINEA, R. I. (2013). Evaluation of the CIEDE2000 (KL:KC:KH) color difference metrics and development of color prediction algorithims: Application to dental materials. Thesis, Department of Optics, Faculty of Sciences, University of Granada, Granada.

PARAVINA, R. D., POWERS, J. M. (2004). Esthetic color training in dentistry. St. Louis: Elseiver Mosby.

SHARMA, G., WU, W., DALAL, E. N. (2005). The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color research and application*, 30: 21-30.

STAWARCZYK, B., SENER, B., TROTTMANN, A., ROSS, M., ÖZCAN, M., HAMMERLE, C. H. F. (2012). Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: Effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dental Materials Journal*, 31: 377-383.

O'BRIEN, W. J. (2002). Dental materials and their selection. (3rd ed.) Illinois: Quintessence Publishing.

KHOO, T. S. J. (2015). A comparison between a photographic shade analysis system and conventional visual shade matching method. Thesis, Oral Science, University of Iowa, Iowa.

HAMDAN, M. A. (2009). Effect of various staining solutions on the color of different dental

ceramic systems. Thesis, King Saud University, Saudi Arabia.

FISHER, H., MARX, R. (2002). Fracture toughness of dental ceramics: Comparison of bending and indentation method. *Dental Materials*, 18: 12-19.

MORMANN, W. H. (2006). The evaluation of the CEREC system. *JADA*, 137: 7-13.

MORMANN, W. H., BINDL, A. (2002). All ceramic, chairside computer aided design / computer aided machining restorations. *Dental Clinics of North America*, 46: 405-426.

OKUBO, S. R., KANAWATI, A., RICHARDS, M. W., CHILDRESS, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 80: 642-648.

ACAR, O., YILMAZ, B., ALTINTAS, S. H., CHANDRASEKARAN, I., JOHNSTON, W. M. (2016). Color Stainability of CAD/CAM and Nanocomposite Resin Materials. *J. Prosthet. Dent.*, 115: 71-75.

GAJEWSKI, V. E., PFEIFER, C. S., FROES-SALSADO, N. R., BOARO, L. C., BRAGA, R. R. (2012). Monomers Used in Resin Composites: Degree of Conversion, Mechanical Properties and Water Sorption/Solubility. *Braz. Dent. J.*, 23: 508-514.

STAWARCZYK, B., SENER, B., TROTTMANN, A., ROOS, M., OZCAN, M., HAMMERLE, C. H. (2012). Discoloration of Manually Fabricated Resin and Industrially Fabricated CAD/CAM Blocks versus Glass Ceramic: Effect of Storage Media, Duration and Subsequent Polishing. *Dent. Mater. J.*, 31: 377-383.

KHOKHAR, Z. A., RAZZOOG, M. E., YAMAN, P. (1991). Color Stability of Restorative Resins. *Quintessence Int.*, 22: 733-737.

STAWARCZYK, B., LIEBERMANN, A., EICHLER, M., GÜTH, J. F. (2015). Evaluation of Mechanical and Optical Behavior of Current Esthetic Dental Restorative CAD/CAM Composites. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 55: 1-11.

STAWARCZYK, B., SCHMID, P., ROOS, M., EICHLER, M., SCHMIDLIN, P. R. (2016). Spectrophotometric Evaluation of Polyetheretherketone (PEEK) as a Core Material and a Comparison with Gold Standard Core Materials. *Materials*, 9: 491-501.

GHINEA, R., PEREZ, M. M., HERRERA, L. J., RIVAS, M. J., YEBRA, A., PARAVINA, R. D. (2010). Color Difference Thresholds in Dental Ceramics. *Journal of Dentistry*, 38: 57-64.

DUARTE, S., SARTORI, N., PHARK, J. H. (2016). Ceramic Reinforced Polymers: CAD/CAM Hybrid Restorative Materials. *Curr. Oral Health Rep.*, 3: 198-202.

MAINJOT, A. K., DUPONT, M. N., OUDKERK, J. C., DEWAEL, T. Y., SADOUN, M. J. (2016). From Artisanal to CAD/CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. *Journal of Dental Research*, 5: 487-495.

ALHARBI, A., ARDU, S., BORTOLOTTO, T., KREJCI, I. (2016). Stain Susceptibility of Composite and Ceramic CAD/CAM Blocks versus Direct Resin Composites with Different Resinous Matrices. *Odontology*, 10.1007/s10266-016-0258-1

ISO-Standarts (2000) ISO 7491 Dental Materials: Determination of Color Stability of Dental Polymers. 1-2. Geneve: International Organisation for Standardization.

ISO-Stadarts (2011) ISO/TR 28642 Dentistry: Guidance on Colour Measurements. Geneve: International Organisation for Standardization.

GHAVAM, M., TEHRAN, M. A., SAFFARPOUR, M. (2010). Effect of Accelerated Aging on the Color and Opacity of Resin Cements. Operative dentistry, 35:605-609.

LEHMANN, K. M., IGIEL, C., SCHMIDTMANN, I., SCHELLER, H. (2010). Four Color Measuring Devices Compared with a Spectrophotometric Reference System. Journal of Dentistry, 38: 65-70.

RASHID, H. (2014). The Effect of Surface Roughness on Ceramics Used in Dentistry. European Journal of Dentistry, 8: 571-579.

## X. Ekler

a) Mali Bilanço ve Açıklamaları:

Tüketime yönelik gerekli harcamalar yapılmıştır.

b) Makine ve Teçhizatın Konumu ve İllerideki Kullanımına Dair Açıklamalar:

-

c) Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar (varsayı Kesim III'de yer almayan analiz ayrıntıları):

-

d) Sunumlar (bildiriler ve teknik raporlar) (**Altyapı Projeler için uygulanmaz**):

-

e) Yayınlar (hakemli bilimsel dergiler) ve tezler (**Altyapı Projeler için uygulanmaz**):

-



Çalışmada özellikle sonuç raporunda Türkçe olmayan ifadeler mevcuttur. Bütün raporda bunların düzeltilmesi, yapılan noktalama ve dilbilgisi hatlarının yeniden yazılarak düzeltilmesi (Örnek: 10??12??15 mm şeklinde...). Ayrıca Analiz ve Bulgular kısmının okucuyucular tarafından takip edilmesi güçtür. Bu kısmın Tablolar Şekil ve Resim ile zenginleştirilmesi uygundur. Bu kısmın yeniden ele alınarak düzeltilmesi gereklidir. Korelasyonların olan ve olmayan grupların grafikler halinde sonuç raporuna konulması uygundur. Ayrıca raporda Geleceğe İlişkin Öngörülen Katkılar kısmının eklenmesi gereklidir.