

e-ISNN:2822-6615



**İSTANBUL KENT
UNIVERSITY**

İSTANBUL KENT UNIVERSITY
**Journal
of
Health
Sciences**
(IKUJHS)

Volume/Cilt: 3
Issue/Sayı: 1
March/Mart 2024

ISTANBUL KENT UNIVERSITY JOURNAL OF HEALTH SCIENCES

İSTANBUL KENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ DERGİSİ

Volume / Cilt: 3

Issue / Sayı:1



Owner/Sahibi:

Prof. M. Necmettin ATSÜ, MD on behalf of Istanbul Kent University

İstanbul Kent Üniversitesi adına Prof. Dr. M. Necmettin ATSÜ

Editor/Editör:

Prof. Acar AREN, MD, MSc

Prof. Dr. Acar AREN

Managing Editors/ Yönetici Editörler:

Dr. Öğr. Üyesi Özlem Erçin

Journal Secretary/ Dergi Sekreteri:

Dr. Öğr. Üyesi Dilan Kopuz

Boards/ Kurullar

Editor in Chief / Editör:

Prof. Acar AREN, MD, MSc

*Istanbul Kent University Department of Operating Room Services, İstanbul /
Prof. Dr. Acar Aren, İstanbul Kent Üniversitesi Ameliyathane Hizmetleri Programı*

Managing Editors / Yönetici Editörler:

Lecturer Dr. Özlem Erçin PhD

*Istanbul Kent University Faculty of Dentistry Department of Dentistry Restorative Dental
Treatment, İstanbul / Dr. Öğr. Gör. , İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı*

Statistics Editor / İstatistik Editörü:

Assoc. Prof. Bülent Demir, PhD

*Istanbul Kent University Graduate Education Institute Director, İstanbul / Doç. Dr.
Bülent Demir, İstanbul Kent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü*

Language Editors / Dil Editörleri:

Lecturer Martin Duncan, MSc

*Istanbul Kent University the School of Foreign Languages, Member of English Preparatory
Program, İstanbul / Öğr. Gör. Martin Duncan, İstanbul Kent Üniversitesi Yabancı Diller
Hazırlık Programı*

Lecturer Deniz Karaca, MSc

*Istanbul Kent University Director of the School of Foreign Languages, İstanbul / Öğr. Gör.
Deniz Karaca, İstanbul Kent Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokul Müdürü*

Secretariat / Sekreter:

Lecturer Dr. Dilan Kopuz PhD

*Istanbul Kent University Faculty of Dentistry Department of Dentistry Restorative
Dental Treatment, İstanbul / Dr. Öğr. Gör. , İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı*

Editorial Board / Yayın Kurulu:

Prof. Acar Aren, MD

Istanbul Kent University Department of Operating Room Services, İstanbul / Prof. Dr. Acar Aren, İstanbul Kent Üniversitesi Ameliyathane Hizmetleri Programı

Prof. Gamze Aren, DDS

Istanbul Atlas University Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, İstanbul / Prof. Dr. Gamze Aren, İstanbul Atlas Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Prof. Aslı Gül Akgül, MD

University of Health Science Hamidiye Medical School, Department of Thorax Surgery, İstanbul / Prof. Dr. Aslı Gül Akgül, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamideye Tıp Fakültesi

Prof. Mehmet Necmettin Atsü, MD

Rector, Istanbul Kent University, İstanbul / Prof. Dr. Mehmet Necmettin Atsü, İstanbul Kent Üniversitesi Rektörü

Prof. João Paulo Cunha, PhD

University of Porto, Department of Bioengineering and Electrical & Computer Engineering, Porto, Portugal / Prof. João Paulo Cunha, Porto Üniversitesi Biyomühendislik ve Elektrik & Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Portekiz

Prof. Özlem Korkmaz Dilmen, MD

Istanbul University Cerrahpaşa- Cerrahpaşa Medical School Department of Anesthesiology and Reanimation, ICU, İstanbul / Prof. Dr. Özlem Korkmaz Dilmen, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Anestezi ve Reanimasyon Bölümü, İstanbul

Prof. Güliz Erdem, MD

Istanbul Kent University Director of R&D and Project Management Office, İstanbul / Prof. Dr. Güliz Erdem, İstanbul Kent Üniversitesi Ar-Ge ve Proje Yönetim Ofisi Direktörü, İstanbul

Prof. Funda Eren, MD

Istanbul Kent University, Dean, Faculty of Health Sciences, İstanbul / Prof. Dr. Funda Eren, İstanbul Kent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı, İstanbul

Prof. Emel Erge Gönüllü, MD

Sakarya University Medical School, Department of Internal Medicine, Rheumatology, Sakarya / Prof. Dr. Emel Erge Gönüllü, Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahiliye, Romatoloji Bölümü, Sakarya

Prof. Tunç Alp Kalyon, MD

Istanbul Kent University Department of Physiotherapy and Rehabilitation, İstanbul / Prof. Dr. Tunç Alp Kalyon, İstanbul Kent Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul

Prof. Dilara Fatoş Özer, PhD

Istanbul Bilgi University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, İstanbul / Prof. Dr. Dilara Fatoş Özer, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü, İstanbul

Prof. Olcay Özveren, MD

Yeditepe University, Department of Cardiology, İstanbul / Prof. Dr. Olcay Özveren, Yeditepe Üniversitesi, Kardiyoloji Bölümü, İstanbul

Prof. Ender Pehlivanoğlu, MD

Istanbul Kent University Department of Nutrition and Dietetics, İstanbul / Prof. Dr. Ender Pehlivanoğlu, İstanbul Kent Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul

Prof. Bülent Saka, MD

Istanbul University Medical School, Department of Internal Medicine, Geriatrics, İstanbul / Prof. Dr. Bülent Saka, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dahiliye, Geriatri Bölümü, İstanbul

Prof. Cenk Selçuki, PhD

Ege University, Faculty of Science, Department of Biochemistry, İzmir / Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyokimya Bölümü, İzmir

Prof. Oya Yücel, MD

Istanbul Kent University Department of Child Development, İstanbul / Prof. Dr. Cenk Selçuki, İstanbul Kent Üniversitesi Çocuk Gelişimi Bölümü, İstanbul

Assoc. Prof. Pınar Yılmaz Atalı, DDS

Marmara University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dental Medicine, İstanbul / Doç. Dr. Pınar Yılmaz Atalı, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Hekimliği Bölümü, İstanbul

Assoc. Prof. Betül Özdilek, MD

Istanbul Medeniyet University Medical School Department of Neurology, İstanbul / Doç. Dr. Betül Özdilek, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Bölümü, İstanbul

Assoc. Prof. Seher Yurt, PhD

Istanbul Kent University Department of Nursing, İstanbul / Doç. Dr. Seher Yurt, İstanbul Kent Üniversitesi Hemşirelik Bölümü, İstanbul

Assist. Prof. Ayşe Nilhan Atsü, MD

Istanbul Kent University Department of Hair Care And Beauty Services İstanbul / Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Nilhan Atsü, İstanbul Kent Üniversitesi Saç Bakımı ve Güzellik Hizmetleri Programı, İstanbul

Assist. Prof. Gözde Başbuğ, PhD

Istanbul Kent University Department of Physiotherapy and Rehabilitation, İstanbul / Dr. Öğr. Üyesi Gözde Başbuğ, İstanbul Kent Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul

Assist. Prof. Ezgi Gizem Berkay, MD, PhD

Istanbul Kent University Faculty of Dentistry, Department of Basic Sciences, İstanbul / Dr. Öğr. Üyesi Ezgi Gizem Berkay, İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, İstanbul

Assist. Prof. Hasan Onur Çağlar, PhD

Erzurum Technical University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum /

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Onur Çağlar, Erzurum Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Erzurum

Assist. Prof. Yusuf Eren, MD

Istanbul Kent University, Director of Vocational School of Health Services, İstanbul / Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Eren, İstanbul Kent Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokul Müdürü

Assist. Prof. Burcu Özkan, PhD

Istanbul Kent University Department of Nursing, İstanbul / Dr. Öğr. Üyesi Burcu Özkan, İstanbul Kent Üniversitesi Hemşirelik Bölümü, İstanbul

Assist. Prof. Hüseyin Sarı, MD

Istanbul Kent University Department of Electroneurophysiology, İstanbul / Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Sarı, İstanbul Kent Üniversitesi Elektronörofizyoloji Programı, İstanbul

Lecturer Handan Akın, MSc

Istanbul Kent University Director of Turkish And Foreign Language Teaching Application And Research Center, İstanbul / Öğr. Gör. Handan Akın, İstanbul Kent Üniversitesi Türkçe ve Yabancı Dil Öğretimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü, İstanbul

Lecturer Gökçe Çiçek, MSc

Istanbul Kent University Department of Nursing, İstanbul / Öğr. Gör. Gökçe Çiçek, İstanbul Kent Üniversitesi Hemşirelik Bölümü, İstanbul

Lecturer Martin Duncan, MSc

Istanbul Kent University the School of Foreign Languages, Department of English Preparatory Program, İstanbul / Öğr. Gör. Martin Duncan, İstanbul Kent Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokulu, İngilizce Hazırlık Programı, İstanbul

Lecturer Gülden Şahin Hatipoğlu, MSc

Istanbul Kent University Department of Social Services, İstanbul / Öğr. Gör. Gülden Şahin Hatipoğlu, İstanbul Kent Üniversitesi Sosyal Hizmetler Bölümü, İstanbul

Lecturer Deniz Karaca, MSc

Istanbul Kent University Director of the School of Foreign Languages, İstanbul / Öğr. Gör. Deniz Karaca, İstanbul Kent Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokul Müdürü, İstanbul

Lecturer Nur Korkmaz, MSc

Istanbul Kent University Department of Electroneurophysiology, İstanbul / Öğr. Gör. Nur Korkmaz, İstanbul Kent Üniversitesi Elektronörofizyoloji Programı, İstanbul

Lecturer Duygu Ece Zeytin, MSc

Istanbul Kent University Department of Child Development, İstanbul / Öğr. Gör. Duygu Ece Zeytin, İstanbul Kent Üniversitesi Çocuk Gelişimi Programı, İstanbul

Lecturer Axel Würz, MD

Marmara University Medical School, Department of Psychiatry, İstanbul / Öğr. Gör. Axel Würz, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Psikiyatri Bölümü, İstanbul

Lecturer Hasip Çirkin

Istanbul Kent University Department of Medical Laboratory Techniques , İstanbul / Öğr. Gör. Hasip çirkin, İstanbul Kent Üniversitesi Laboratuvar Teknikerliği Bölümü, İstanbul,

Lecturer İrem Malatyalı

Istanbul Kent University Department of Medical Documentation and Secretariat, İstanbul Laboratory Techniques , İstanbul / Öğr. Gör. İrem Malatyalı İstanbul Kent Üniversitesi TıbbiDokümantasyon ve Sekreterlik i Bölümü, İstanbul,

Advisory Board / Danışma Kurulu:

Prof. Fatih Bayraklı, MD

Marmara University, Department of Neurosurgery,
İstanbul / Prof. Dr. Fatih Bayraklı, Marmara Üniversitesi,
Beyin Cerrahisi Bölümü, İstanbul

Prof. Sertaç Çiçek, MD

Liv Vadi Hospital, Department of Cardiovascular Surgery,
İstanbul / Prof. Dr. Sertaç Çiçek, Liv Vadi Hastanesi, Kalp
Damar Cerrahisi Bölümü, İstanbul

Prof. Müzeyyen Doğan, MD

Yeditepe University Medical School, Department of Ear,
Nose, Throat, İstanbul / Prof. Dr. Müzeyyen Doğan,
Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak, Burun, Boğaz
Bölümü, İstanbul

Prof. Gazanfer Ekinci, MD

Yeditepe University Medical School Department of
Radiology, İstanbul / Prof. Dr. Gazanfer Ekinci, Yeditepe
Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümü, İstanbul

Prof. Hikmet Fırat, MD

University of Health Sciences, Gülhane Medical School,
Department of Chest Diseases, Ankara / Prof. Dr. Hikmet
Fırat, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi,
Göğüs Hastalıkları Bölümü, Ankara

Prof. Sarper Gürsu, MD

University of Health Sciences, Hamidiye Medical School,
Department of Orthopedics and Traumatology, İstanbul /
Prof. Dr. Sarper Gürsu, Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Hamidiye Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü,
İstanbul

Prof. Ayşe Kaypmaz, MD

Beykent University, Department of Pathology Techniques,
İstanbul / Prof. Dr. Ayşe Kaypmaz, Beykent Üniversitesi,
Patoloji Teknikleri Bölümü, İstanbul

Prof. Hüseyin Yetik, MD

İstanbul University Cerrahpaşa- Cerrahpaşa Medical
School Department of Ophthalmology, İstanbul / Prof. Dr.
Hüseyin Yetik, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa-
Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Oftalmoloji Bölümü, İstanbul

Prof. Arzu Velioglu, MD

Marmara University School of Medicine, Department of
Internal Medicine, Nephrology, İstanbul / Prof. Dr. Arzu
Velioglu, Marmara Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu,
Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, İstanbul

Assoc.Prof.Mehmet Sabri Balık, MD

Recep Tayyip Erdoğan University Medical School,
Department of Orthopedics and Traumatology, Rize / Doç.
Dr. Mehmet Sabri Balık, Recep Tayyip Erdoğan
Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji
Bölümü, Rize

Assoc.Prof. Ayşegül Selcen Güler, MD

Beykoz University, Department of Psychology, İstanbul /
Doç. Dr. Ayşegül Selcen Güler, Beykoz Üniversitesi,
Psikoloji Bölümü, İstanbul

Assoc. Prof. Gülçin Benbir Şenel, MD

İstanbul University Cerrahpaşa- Cerrahpaşa Medical
School, Department of Neurology, İstanbul / Doç. Dr.
Gülçin Benbir Şenel, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa-
Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroloji Bölümü, İstanbul

Assoc. Prof. Emine Taşkiran, MD, MSc

İstanbul University Cerrahpaşa- Cerrahpaşa Medical
School, Department of Neurology, İstanbul / Doç. Dr.
Emine Taşkiran, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa-
Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroloji Bölümü, İstanbul

Assist. Prof. Ece Yazla Asafov, MD

Çorum Hitit University Medical School, Department of
Psychiatry, Çorum / Dr. Öğr. Üyesi Ece Yazla Asafov,
Çorum Hitit Üniversitesi Tıp Fakültesi Psikiyatri Bölümü,
Çorum

Rahşan Erdem, MD

Senior Medical Officer, PATH, Washington, DC, USA / Dr.
Rahşan Erdem, Kıdemli Tıbbi Müdür , Washington, DC,
USA

Lecturer Menşure Canpolat, MSc

Şişli Vocational School, Department of
Electroneurophysiology, İstanbul / Öğr. Gör. Menşure
Canpolat, Şişli Meslek Yüksekokulu Elektronöfiziyojoloji
Programı, İstanbul

Bakiye Goker Bagca, PhD

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Medicine,
Aydın / Bakiye Göker Bağca, Aydın Adnan Menderes
Üniversitesi, Sağlık Fakültesi, Aydın

Fulya Çağlar Çirkin, MSc

Ege University, Institute of Health Sciences, Department of
Health Bioinformatics, İzmir / Fulya Çağlar Çirkin, Ege
Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık
Biyoinformatiği Bölümü, İzmir

Table of Contents / İçindekiler

İŞIKLA SERTLEŞEN KOMPOZİT REZİNLERİN FARKLI KALINLIKLARDAKİ TRANSLÜSENSİ PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION of the TRANSLUCENCY PARAMETERS of the LIGHT-CURED RESIN COMPOSITES with DIFFERENT THICKNESSES

Özlem Erçin ve Ark.

1-8

BULK FILL KOMPOZİTLERİN SON KULLANMA TARİHİNİN RENK STABİLİTESİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION of the EFFECT of EXPIRATION DATE on COLOR STABILITY in BULK FILL COMPOSITES

Özlem Erçin ve Ark.

9-17

HİPERKOLESTEROLEMİ VE ANTİKOAGÜLAN İLAÇ KULLANIMININ FARKLI YÜZEY ÖZELLİKLERİNE SAHİP TİTANYUM YÜZEYLERİN İSLANABİLİRLİĞİNE ETKİSİ: HAYVAN DENEYİ

EFFECT of HYPERCHOLESTEROLEMIA and ANTICOAGULANT DRUG USE on the WETTABILITY of TITANIUM SURFACES with DIFFERENT SURFACE PROPERTIES: ANIMAL EXPERIMENT

Deniz Çağlar ve Ark.

18-29

DETERMINATION of the ANTI-INFLAMMATORY CYTOKINES in SMOKING INDIVIDUALS with PERIODONTITIS

SİGARA İÇEN PERİODONTİTİSLİ BİREYLERDE ANTI-INFLAMMATUVAR SİTOKİNLERİN BELİRLENMESİ

Gökhan Kasnak ve Ark.

30-38

DETOKS İÇECEKLERİNİN KOMPOZİT REZİNLERİN RENK DEĞİŞİMİNE VE BEYAZLIK İNDEKSİNE ETKİSİ

EFFECT of DETOX DRINKS on COLOR CHANGE and WHITENESS INDEX of COMPOSITE RESINS

Hasibe Sevilay Bahadır ve Ark.

39-46

IŞIKLA SERTLEŞEN KOMPOZİT REZİNLERİN FARKLI KALINLIKLARDAKİ TRANSLUSENSİ PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE TRANSLUCENCY PARAMETERS OF THE LIGHT-CURED RESIN COMPOSITES WITH DIFFERENT THICKNESSES

Özlem Erçin¹, Dilan Kopuz¹

¹ Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Hastaların estetik taleplerinin artmasıyla doğal diş rengiyle uyumlu restorasyonlar önem taşımaya başlamıştır. Klinik başarı için kullanılan restoratif materyallerin sadece dişin rengini değil, aynı zamanda dişin translusensini taklit etmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı 11 farklı tek renkli ve çok renkli kompozit rezinlerin translusensi değerlerini, spektrofotometre renk ölçer cihazı kullanarak karşılaştırmaktır. Çalışmada beş adet tek renkli (Charisma Topaz One, Omnichroma, Clearfil Majesty ES-2 Universal, Vittra APS Unique ve ZenChroma) ve altı adet çok renkli (G-ænial A'CHORD, Essentia Universal, OptiShade, Estelite Asteria, Filtek Universal ve Filtek Z250) kompozit rezinler çalışmada kullanılmıştır. Her grup için 7x1-2 mm kalınlığında beş adet numune hazırlanmıştır. L*, a* ve b* değerlerini belirlemek için Konica spektrofotometresi kullanılmıştır. Tüm ölçümler standart bir ışık kaynağı ve siyah-beyaz arka plan kullanılarak aynı odada gerçekleştirilmiştir. Veriler One-way ANOVA ve t testleri kullanılarak analiz edilmiştir. p<0,05 için istatistiksel anlamlılık kabul edilmiştir. Grupların translusensi parametreleri (TP) karşılaştırıldığında, tek renkli kompozitlerin değerleri, çok renkli kompozit rezinlere göre daha yüksek çıkmıştır. Malzemelerin TP değerlerindeki farklılıklar kalınlık açısından istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). 1 mm numunelerin TP değerleri, 2 mm numunelerden daha yüksektir. Translusensi değeri materyallerin kalınlığı ve rengi, matriksinin ve dolgu maddelerinin bileşimi ve dolgu maddelerinin boyutu ve şekli gibi birçok faktörden etkilenebilir. Tek renkli kompozitler, 1 mm ve 2 mm

restorasyonlarda yüksek translusent özellik göstermesi sebebiyle, çok renkli kompozitlere göre daha estetik sonuçlara ulaşabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Resin, Renk, Renk algısı, Translusensi

ABSTRACT

With the increasing esthetic demands of patients, restorations compatible with natural tooth color have become more important. For clinical success, restorative materials used must mimic not only the color of the tooth but also the translucency of the tooth. This study aims to compare the translucency of resin composites. Five single-shade (Charisma Topaz One, Omnichroma, Clearfil Majesty ES-2 Universal, Vittra APS Unique, and ZenChroma) and six simplishade (G-ænial A'CHORD, Essentia Universal, OptiShade, Estelite Asteria, Filtek Universal, and Filtek Z250) composites were used in the study. For each group, five samples were prepared (7x1-2 mm thickness). Konica spectrophotometer was used to determine the L*, a*, and b* values. All measurements were taken in the same room using a standardized light source and black-and-white backgrounds. Data were analyzed with One-way ANOVA and t tests. When the groups' TP values were compared, the values of the single-shade composites were higher than the simplishade composites. The differences in the materials' TP values were statistically significant in terms of thickness (p<0,05). The TP values of the 1-mm samples were higher than those of the 2-mm samples. Translucency can be

affected by many factors, including its thickness and color, the composition of its matrix and fillers, and the size and shape of its fillers. Single-shade composites will be able to achieve higher aesthetic results in 1- and 2 mm restorations, indicating higher translucency, than simplishade composites.

Keywords: Resin composite; color; color perception; translucency

GİRİŞ

Estetik restoratif materyallerin kullanımının yaygınlaşması ve hastaların beklentilerinin artmasıyla, kompozit rezinler ile doğal dişler arasındaki renk uyumu klinisyenler için önemli bir faktör haline gelmiştir. Doğal diş rengi, kişiden kişiye hatta dişten dişe farklılık gösterirken, klinik başarı için kullanılan restoratif materyallerin sadece dişin rengini değil, aynı zamanda dişin translusensini de taklit etmesi gerekmektedir (Yu, 2009; Pérez, 2010).

Bir materyalin translusensi: kontrast oranı (KO) ve translusensi parametresi (TP) ile ölçülebilir. Translusensi parametresi, materyalin siyah ve beyaz arka planlardaki yansımalarının oranıdır. Materyalin translusensi “0” ise o materyal opak, “100” ise o materyal maksimum derecede translusent demektir (Pérez, 2010).

Dentin, zengin bir renk ve kromaya sahip olup, oldukça translusent olan mine ile kaplanmıştır. Bu nedenle, çevresel dişlerle uyumlu, doğal görünümlü estetik restorasyon yapmak kolay değildir. Doğal dişlerin karmaşık anatomisini ve optik özelliklerini taklit ederek, optimum görünümü elde etmek için farklı tonlarda ve opaklıklarda kompozitlerin tabakalama yöntemiyle tek bir restorasyonda kullanılması gerekir (Vichi, 2007).

İyi renk uyumu sağlamak amacıyla farklı ışık geçirgenliği derecelerine sahip kompozit rezinler üretici firmalar tarafından piyasaya sürülerek, (Vichi, 2007) farklı translusenslere ve opasitelere sahip mine ve dentin renkleri geliştirilmiştir. Ancak renk seçeneği fazlalığı, yalnızca renk seçim işlemi karmaşıklaştırmakla kalmamış, aynı zamanda maliyeti ve işlem süresini arttırmıştır. Üreticiler, çok renkli kompozit rezinlerin renk özelliklerini iyileştirerek, daha az renk seçeneğiyle, hatta bazı durumlarda tek renk seçeneğiyle yeterli estetik sonuçların elde edilebileceğini iddia etmişlerdir. Bu kompozit rezinler, klinik prosedürleri

basitleştiren restoratif tekniklerle birleştiğinde, renk seçimi adımını ortadan kaldırarak diş hekimlerinin hasta başında harcadığı zamanı da azaltmıştır (Pereira Sanchez, 2019; Iyer, 2021).

Diş hekimliğinde iki örnek arasındaki renk ve translusensi farklılıkları, CIELAB renk uzayında temsil edilen renk koordinatları arasındaki Öklid mesafesi kullanılarak hesaplanmaktayken, (Bona, 2020) günümüzde görsel algı ile daha iyi bir korelasyon elde etmek için, ISO (Uluslararası Standart Organizasyonu) ve CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu), toplam renk/translusensi farkı hesaplaması için yine CIELAB renk uzayını temel alan CIEDE2000 renk farkı formülünün kullanılmasını önermektedir (Durand, 2021). Literatür gözden geçirildiğinde, translusensi parametresini inceleyen çoğu çalışmanın CIELAB formülünü kullandığı tespit edilmiştir (Salas, 2018). Bu çalışmada 11 farklı kompozit rezin, CIEDE2000 formülü kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı tek renkli ve çok renkli kompozit rezinlerin translusensi değerlerini, iki farklı spektrofotometre renk ölçer cihazları kullanarak karşılaştırmaktır. Çalışmanın hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H0: Translusensi açısından; tek renkli, çok renkli ve farklı kalınlıklardaki kompozit rezinler arasında fark yoktur.

H1: Translusensi açısından; tek renkli, çok renkli ve farklı kalınlıklardaki kompozit rezinler arasında fark vardır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma insanlar veya insan örnekleri üzerinde yapılmamıştır; bu nedenle Etik Onayı gerekli değildir.

Çalışmada 11 kompozit rezin (5 adet tek renkli, 6 adet çok renkli) kullanılmıştır (Tablo 1).

TABLO 1: Test Edilen Materyaller ve İçerikleri

MARKA	Tip	Matrks	Dolgu	Doldurucu	Üretici Firma	Renk
CHARISMA	Nano-hibrit	UDMA, TCD-	0,02- 2µm baryum	81/64	Kulzer, Hanau, Almanya	Tek renkli
TOPAZ ONE		DI-HEA, TEGDMA	alüminyum florür cam doldurucu, 0,02-0,07µm hacimce %5 pirojenik silikon dioksit doldurucu			
OMNICHROMA	Supra-nano doldurucu	UDMA, TEGDMA	uniform supra-nano sferik doldurucu (260 nm sferik SiO ₂ -ZrO ₂)	79/68	Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japonya	Tek renkli
CLEARFIL MAJESTY ES-2	Nano-hibrit	BIS-GMA, hidroforobik	Silanlanmış baryum cam (partikül)	78/66	Kuraray Noritake Dental, Osaka, Japonya	Tek renkli
UNIVERSAL		DMA ve hidroforobik alifatik DMA, di-	büyüküğü 0,37-1,5 µm, PPF			
VITTRA APS	Nano-hibrit	UDMA, TEGDMA	Zirkonyum doldurucu, silika (200 nm)	82/72	FGM Joinville, SC, Brezilya	Tek renkli
UNIQUE						
ZENCHROMA	Mikro-hibrit	UDMA, BIS-GMA, TEMDMA	Cam-doldurucu, silikon dioksit, inorganik doldurucu (0,005-3,0µm)	75/53	President Dental GmbH, Allershausen, Almanya	Tek renkli
G-AENIAL A'CHORD	Nano-hibrit	BIS-MEPP	Cam-doldurucu (300 nm baryum cam) 16 nm (fumed silika), organik doldurucu (300 nm baryum cam, 16 nm fumed silika)	82/md	GC Leuven, Belçika	A1 renk
ESSENTIA UNIVERSAL	Mikro-hibrit	UDMA, BIS-MEPP, BIS-EMA, BIS-GMA, TEGDMA	PPF (17 µm), stronsiyum camı (400 nm), lantanit florür (100 nm), fumed silika (16 nm) FAISI cam (850 nm)	81/md	GC Leuven, Belçika	Universal
OPTISHADE	Nano-hibrit	BIS-EMA, BIS-GMA, TEGDMA	BaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ silika, F ₃ Yb	81/64,5	Kerr Kaliforniya, Amerika	LT renk
ESTELITE ASTERIA	Nano-hibrit	BIS-GMA, BIS-MPEPP, TEGDMA	uniform supra-nano sferik silika ve zirkonya doldurucu (200 nm)	82/71	Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japonya	A1 renk
FILTEK UNIVERSAL	Nano-hibrit	AUDMA, AFM, diüretan DMA	silika doldurucu, zirkonya doldurucu, iterbiyum triflorür	76,5/58,4	3M Oral Care, St. Paul, Amerika	A1 renk
FILTEK Z250	Nano-hibrit	TEGDMA, BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA	zirkonya/silika	82/60	3M ESPE, St. Paul, Amerika	A1 renk

UDMA: üretan dimetakrilat, TCD-DI-HEA: bis-(akriloloisimetil)trisiklo[5.2.1.0 sup.2,6] dekan, TEGDMA trietilenglikol dimetakrilat, SiO₂: silikon oksit, ZrO₂: zirkonyum oksit, Bis-GMA: bisfenol-A-diglis metakrilat, DMA: dimetakrilat, PPF: prepolimerize doldurucu, TEMDMA: tetra-etilen dimetakrilat, Bis-ME: Bisfenol-A etoksilat di metakrilat, Bis-EMA: etoksile bisfenol-A di metakrilat, FAISI: florealüminosilikat, B: Al₂O₃-SiO₂: baryum alüminosilikat camı, F₃Yb: iterbiyum triflorür, Bis-MPEPP: bisfenol A poliet

5.ZenChroma (President Dental GmbH, Allershausen, Almanya)

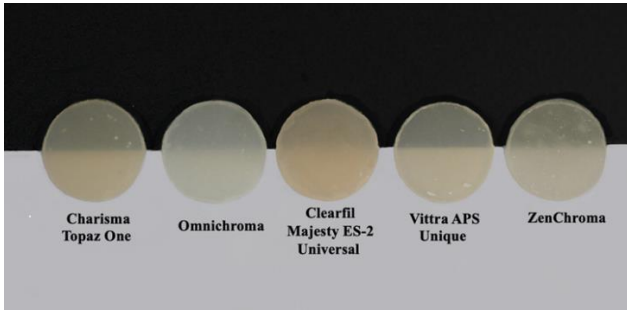
Çok renkli kompozit rezinler:

- 1.G-aenial A'CHORD (GC Europe, Leuven, Belçika)
- 2.Essentia Universal (GC Europe, Leuven, Belçika)
- 3.OptiShade (Kerr Dental, Kaliforniya, Amerika)
- 4.Estelite Asteria (Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japonya)
- 5.Filtek Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, Amerika)
- 6.Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, Amerika)

Kompozit rezinler 7x1-2 mm kalınlığında teflon kalıplara yerleştirilmiştir ve oksijen inhibisyon tabakası oluşumunu önlemek için mylar strip bantlarla kaplanmıştır. Ardından 1 mm kalınlığındaki cam plaka ile preslenmiş ve Bluephase PowerCure ışık cihazıyla (Ivoclar Vivadent, Ltd., São Paulo, Brezilya) 20 saniye High Power modunda polimerize edilmişlerdir. Örnek kalınlıkları dijital kumpas (Dasqua, Corneghiano Laudense, İtalya) yardımıyla ölçülerek standardize edilmiştir. Polimerizasyonun tamamlanması amacıyla, tüm örnekler 37°C distile suda 24 saat bekletilmiştir. Bu çalışma için Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE, *Commission internationale de l'éclairage*) tarafından tanıtılan CIEDE2000 L* a* b* tekniği kullanılmıştır. L*, a* ve b* değerlerini belirlemek için Konica Minolta CM-3600A (Konica Minolta, Osaka, Japonya) spektrofotometresi kullanılmıştır. Üretici firmanın talimatlarına göre CM-3600A ölçümlerin başlangıcında kalibre edilmiştir. CM-3600A 8° açıyla SCI ve SCE ölçümleri aynı anda gerçekleştirilerek kullanılmıştır. Tüm ölçümler standart bir ışık kaynağı (Aydınlatıcı D65) altında aynı odada gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Tek renkli kompozit rezinler:

- 1.Charisma Topaz One (Kulzer, Hanau, Almanya)
- 2.Omnichroma (Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japonya)
- 3.Clearfil Majesty ES-2 Universal (Kuraray Noritake Dental, Osaka, Japonya)
- 4.Vittra APS Unique (FGM Dental, Joinville, SC, Brezilya)



ŞEKİL 1: Siyah-beyaz arka plan üzerindeki 1 mm kalınlığındaki tek renkli kompozit rezinlerden hazırlanan örneklerin temsili görüntüleri

Ölçümlerden sonra farklı kalınlıktaki örneklerin translusensi değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\Delta TP_{00} = \sqrt{\left(\frac{L_B - L_W}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{C_B - C_W}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{H_B - H_W}{K_H S_H}\right)^2} + R_f \left(\frac{C_B - C_W}{K_C S_C}\right) + \left(\frac{H_B - H_W}{K_H S_H}\right)$$

B: Siyah arka plandaki değerler

W: Beyaz arka plandaki değerler

L: Rengin parlaklığı, *C:* Renk doygunluğu, *H:* Renk tonu

K_L, K_C, K_H: Parametrik faktörler, deneydeki düzeltme koşulları

S_L, S_C, S_H: Renk çifti farklılıklarının lokasyonun, toplam renk farklılığına uyumlandıran ağırlık fonksiyonları

R_f: Rotasyon fonksiyonu

İstatiksel Analiz:

Verilerin analizinde SPSS® Statistics Versiyon 22.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY: Amerika) yazılımı kullanılmıştır. Kolmogorov-Smirnov ve Levene testleri ile örneklerin normallik ve homojenlik dağılımına bakılmıştır. Veriler One-way ANOVA ve t testleri kullanılarak analiz edilmiştir. $p < 0,05$ için istatistiksel anlamlılık kabul edilmiştir.

BULGULAR

Kalınlıklara göre TP değerleri 2,65 ile 11,81 arasında değişmektedir (Tablo 2).

1 mm kalınlığındaki örneklerin TP değerleri en yüksekten en düşüğe doğru şu şekildedir: Omnichroma (11,81±0,60), ZenChroma (11,52±1,25), Charisma Topaz One (10,28±0,62), Vittra APS Unique (9,18±1,28), Clearfil Majesty ES-2 Universal (8,62±0,84), Essentia Universal (7,58±0,70), Filtek Z250 (7,50±0,78), G-aenial A'CHORD (7,22±0,76), Optishade (7,20±0,62), Estelite Asteria (5,70±0,50) ve Filtek Universal (5,10±0,37)

(Tablo 2). En yüksek TP değerini Omnichroma gösterirken, test edilen diğer tek renk kompozit

TABLO 2: CM-3600A ile TP değerleri ölçülen farklı kalınlıktaki materyallerin ortalama ve standart sapma (ss) değerleri

Materyal	Kalınlık (1 mm)	Kalınlık (2 mm)
	ortalama±ss	ortalama±ss
Charisma Topaz One (CT)	10,28±0,60	5,35±0,75
Omnichroma (OM)	11,81±0,60	6,19±0,66
Clearfil Majesty ES-2 Universal (MU)	8,62±0,84	4,61±0,71
Vittra APS Unique (VU)	9,18±1,28	5,85±0,45
ZenChroma (ZC)	11,52±1,25	5,89±0,78
G-aenial A'CHORD (GA)	7,22±0,76	3,71±0,63
Essentia Universal (EU)	7,58±0,70	4,29±0,43
Optishade (OP)	7,20±0,62	3,63±1,21
Estelite Asteria (EA)	5,70±0,50	3,04±0,46
Filtek Universal (FU)	5,10±0,37	2,65±0,36
Filtek Z 250 (FZ)	7,50±0,78	3,40±0,25

örneklerle arasında Charisma Topaz One ve ZenChroma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Tek renkli kompozit örneklerinin hepsi, çok renkli kompozit örneklerinden istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek TP değerlerine sahiptir ($p < 0,05$). Çok renkli kompozit örnekler arasında en düşük TP değerini Filtek Universal göstermiş olup, bu değer G-aenial A'CHORD, Optishade ve Charisma Topaz One grupları ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

2 mm kalınlığındaki örneklerin TP değerleri en yüksekten en düşüğe doğru şu şekildedir: Omnichroma (6,19±0,66), ZenChroma (5,89±0,78), Vittra APS Unique (5,85±0,45), Charisma Topaz One (5,35±0,75), Clearfil Majesty ES-2 Universal (4,61±0,71), Essentia Universal (4,29±0,43), G-aenial A'CHORD (3,71±0,63), Optishade (3,63±1,21), Filtek Z250 (3,40±0,25), Estelite Asteria (3,04±0,46) ve Filtek Universal (2,65±0,36) (Tablo 2). 2 mm kalınlığındaki örnekler arasında en düşük TP değerini, 1 mm kalınlığındaki örneklerdeki TP değerine benzer şekilde Filtek Universal gösterirken, en yüksek TP değerini ise Omnichroma grubu göstermiştir. CM-3600A ile ölçülen TP değerlerinin tek renkli kompozit rezinlerde, çok renkli kompozit rezinlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 2).

Tablo 3 ve 4 'te kompozit rezinlerin ikili karşılaştırmanın p değerleri verilmiştir.

TABLO 3: 1 mm kalınlığındaki kompozit örneklerin ikili P değerleri karşılaştırılması

	CT	OM	MU	VU	ZC	GA	EU	OP	EA	FU
OM	0,251									
MU	0,125	0,000								
VU	1,000	0,000	1,000							
ZC	1,000	1,000	0,000	0,002						
GA	0,000	0,000	0,429	0,020	0,000					
EU	0,000	0,000	1,000	0,164	0,000	1,000				
OP	0,000	0,000	0,387	0,017	0,000	1,000	1,000			
EA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,255	0,032	0,284		
FU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	0,001	0,009	1,000	
FZ	0,000	0,000	1,000	0,105	0,000	1,000	1,000	1,000	0,052	0,001

P<0.05 için istatistiksel anlamlılık kabul edilmiştir.

TABLO 4: 2 mm kalınlığındaki kompozit örneklerin ikili P değerleri karşılaştırılması

	CT	OM	MU	VU	ZC	GA	EU	OP	EA	FU
OM	1,000									
MU	1,000	0,028								
VU	1,000	1,000	0,281							
ZC	1,000	1,000	0,210	1,000						
GA	0,017	0,000	1,000	0,000	0,000					
EU	0,000	0,003	1,000	0,031	0,023	1,000				
OP	0,010	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000			
EA	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	1,000	0,253	1,000		
FU	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,842	0,017	1,000	1,000	
FZ	0,002	0,000	0,327	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

P<0.05 için istatistiksel anlamlılık kabul edilmiştir.

TARTIŞMA

Doğal dişlerin renk, opaklık, translusensi ve floresans gibi farklı optik özellikleri vardır. Bu özelliklerin klinik koşullarda taklit edilmesi zordur. Hastaların artan estetik talepleri doğrultusunda üretici firmalar tarafından özellikle anterior restorasyonlara yönelik birçok kompozit rezin piyasaya sürülmüştür. Üretilen bu kompozit rezinler doğal diş rengini taklit edebilmek amacıyla, renk adaptasyon kapasitesi, translusentlik gibi çeşitli özelliklere sahiptirler (Yu, 2008).

Doğal dişlerde, mine kalınlığı oldukça değişken olup; insizal kenarda daha kalın iken, servikal bölgeye doğru giderek kalınlığı azalmaktadır. Bu durum, servikal bölgede insizal bölgeye göre daha translusens bir alan oluşumuna ve dentinin daha belirgin olarak görünmesine neden olur. Aynı prensip diş yaşı için de geçerlidir, daha genç dişler, yaşlı dişlere göre daha fazla mineye sahiptir. Yaşlı dişlerin mine

tabakası zamanla daha ince ve daha translusent hale gelir, hatta bazen transparan bir görünüm de sergileyebilir. Bu nedenle eksik doğal diş minesini onarmak için kullanılan kompozit rezinin kalınlığı önemlidir. Kalınlıktaki küçük bir artış, restorasyonun renk değerini önemli ölçüde değiştirebilir, böylece alttaki rengin algısı da değişebilir (Dietschi, 2001; Villarreal, 2011).

En basit tanımıyla translusensi, koyu renkli nesnelere maskelenmek, açık renkli nesnelere yansıtılmaktır. Doğal dişlerde estetik sonuçlara ulaşmada translusensi ve renk parametreleri (L*, a* ve b*) önemli faktörlerdir. Kullanılan materyalin renginin yanı sıra tedavi gören bireyin cinsiyeti, yaşı ve etnik kökeni de TP değerlerini etkilemektedir (Yu, 2008). Bu çalışmada TP'yi değerlendirmek için tek renkli ve çok renkli kompozit rezinler kullanılmış ve kompozit materyalleri arasında farklılıklar bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarının etkilenmemesi için, kullanılan çok renkli kompozitler A1 veya skaladaki A1 rengine eşdeğer olan light (açık ton) renginde seçilmiştir.

TP; L*, a* ve b* değerlerini optik alan CIELAB veya CIEDE2000 formülleri ile ölçülebilir. Literatürde TP'yi belirlemek için CIELAB formülü kullanılmış ancak az sayıda çalışmada CIEDE2000 kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda (Durand, 2021; Salas, 2018), CIEDE2000 formülünün daha doğru ve güvenilir olduğu bulunmuştur. Bu nedenle çalışmada CIEDE2000 formülü kullanarak, malzemelerin TP'si CM-3600A ile değerlendirilmiştir.

Bir materyalin ışığı absorbe etmesi, yansıtması veya iletmesi, materyalin kimyasal içeriğine ve içerdiği doldurucu partiküllerin boyutuna bağlıdır. Materyaller küçük partiküller içeriyorsa daha az opaktır ve ışığı daha iyi geçirir. Tersine, büyük partiküllere sahip ise ışığı daha az iletir ve daha opak görünür (Heffernan, 2002; Azer, 2006).

Işık, maddeden her zaman aynı oranda ve yönde geçmez. Çoğu zaman, büyük bir kısmı, nesne içindeki parçacıkların veya anormalliklerin etkisiyle saptırılır. Translusensi doğrudan ışığın yayılmasıyla ilgilidir ve malzemenin kırılma indeksine bağlıdır. Bu indeks ne kadar büyük olursa, ışık dağılım derecesi de o kadar büyük olur ve dolayısıyla translusens derecesi de o kadar düşük olur (Villarreal, 2011). Materyalin translusensini etkileyen bir diğer faktör de kırılma indeksidir (KI). Resin bileşiğin ve optik kırılma indekslerinin benzer olması materyalin yüksek translusensiye sahip

olmasına neden olmaktadır ve daha iyi translusensi elde etmek için doldurucu miktarı çok önemlidir. Diğer bir taraftan, rezin bileşen ve doldurucu arasındaki farklı KI, matriks-doldurucu ara yüzeyinden ışığın kırılması ve yansımaları ile daha düşük translusensiye sebep olmaktadır (Ota, 2012; Lee, 2007). BIS-GMA, UDMA ve TEGDMA monomerlerinin KI'ları sırasıyla 1,55, 1,48 ve 1,46'dır (Khatri, 2003). Konvansiyonel ve akışkan kompozitlerde silika (KI:1,47) ve zirkonyum (KI:2,15) gibi benzer doldurucu monomerler bulunmaktadır (Khatri, 2003; Finsel, 2019). Kompozit rezinlerde bulunan BIS-GMA miktarı translusensi büyük oranda etkilemektedir. Çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin doldurucu büyüklüğü, şekli ve miktarı birbirinden farklılık göstermektedir. BIS-GMA içerikli kompozitlerin, UDMA ve TEGDMA içeriklilere göre önemli derecede daha fazla ışık geçirme kapasitesinin olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (Azzopardi, 2009; Pereira, 2021). Bu translusensi farklılığı, BIS-GMA'nın KI'sının, TEGDMA ve UDMA'ya göre silika doldurucunun kırılma indeksine daha yakın olmasından kaynaklanmaktadır. BIS-GMA, TEGDMA ve UDMA'nın farklı kimyasal yapıları, materyalin viskozitesi, polimerizasyon büzülmesi, optik ve mekanik özellikleri gibi önemli özelliklerini etkilemektedir (Khatri, 2003). Mevcut çalışmada en düşük TP değerlerini, her iki kalınlıkta da Filtek Universal grubundaki örnekler göstermiştir. Bunun sebebinin Filtek Universal'in, TEGDMA ve BIS-GMA içermemesi ve aynı zamanda diüretan DMA içeriğinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Materyallerin TP farklılığı, partikül boyutu farklılığından olabileceği gibi, partikül miktarından da etkilenebilmektedir. Test edilen materyallerden en yüksek TP değeri 1 mm ve 2 mm kalınlığındaki Omnichroma örneklerinde gözlemlenmiştir. Omnichroma supra-nano doldurucu bir kompozit iken, ZenChroma mikro-hibrit doldurucu kompozit materyaldir. Omnichroma'nın ZenChroma'dan daha yüksek sonuç göstermesi kalınlık artışının partikül miktarından çok partikül boyutu değişiminin, TP değerleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Çalışmada kullanılan tek renkli kompozit rezinler, çok renkli kompozit rezinlere göre daha yüksek TP değerleri göstermiştir. Bu sonuçların, üretici firmaların renk adaptasyonu için eklediği çeşitli dolduruculardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kompozit rezin ile yapılan estetik restorasyonlarda arka plan rengini maskelemek için gereken minimum translusent kompozit rezin kalınlığının bilinmesi önemlidir. Arka plan rengi ve kompozit rezin kalınlığındaki değişiklik, son restorasyon rengini etkileyebilir. Çalışmada kullanılan disk şeklindeki materyaller dijital kumpas ile ölçülerek standardize edilmiştir. Önceki çalışmaları (Kamishima, 2005; Kamishima, 2006; Kim, 2009), destekler şekilde 1 mm kalınlığındaki örneklerin TP'si 2 mm kalınlığındakilerden daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla materyalin kalınlığı ile TP değeri arasında pozitif bir korelasyon vardır. Böylece çalışmanın sıfır hipotezi olan "Translusensi açısından; tek renkli, çok renkli ve farklı kalınlıklardaki kompozit rezinler arasında fark yoktur." reddedilmiştir.

Restoratif materyaller klinik çalışmalarla desteklenmelidir. Bu çalışmanın limitasyonları ağız ortamındaki sıvılar, pH ve sıcaklık değişiklikleridir. Bu durum uzun vadede kompozit rezinlerin translusensi parametrelerini etkileyebilir. Bu nedenle klinik koşulların yansıtıldığı ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Kompozit rezinlerin translusensi özellikleri kalınlık, renk, matriksin kompozisyonu, doldurucu oranı, doldurucuların şekli ve büyüklüğü gibi birçok faktörden etkilenebilir. Optimum estetik sonuçlara ulaşmak için doğru kompozit materyalin seçilmesinde farklı kompozitlerin göreceli translusentliğinin bilinmesi gereklidir. Çalışmanın sonuçlarına göre, tek renkli kompozitler, 1 mm ve 2 mm restorasyonlarda yüksek translusent özellik göstermesi sebebiyle, çok renkli kompozitlere göre daha estetik sonuçlara ulaşabilecektir. Test edilen materyallerin translusentliği dışındaki diğer özelliklerinin ileri çalışmalar ile değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Azer, SS, Ayash, GM, Johnston, WM, Khalil, MF & Rosenstiel, SF (2006). "Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns". The Journal of prosthetic dentistry, 96/6, 397-401.

Azzopardi, N, Moharamzadeh, K, Wood, DJ, Martin, N & Van Noort, R (2009). "Effect of resin

matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins". *Dental Materials*, 25/12, 1564-1568.

Bona, D (2020). "Color and appearance in dentistry", Springer International Publishing.

Dietschi, D (2001). "Layering concepts in anterior composite restorations". *Journal of Adhesive Dentistry*, 3/1.

Durand, LB, Ruiz-López, J, Perez, BG, Ionescu, AM, Carrillo-Pérez, F, Ghinea, R & Perez, MM (2021). "Color, lightness, chroma, hue, and translucency adjustment potential of resin composites using CIEDE2000 color difference formula". *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33/6, 836-843.

Finsel, M, Hemme, M, Döring, S, Rüter, JS, Dahl, GT, Krekeler, T, Kornowski, A, Ritter, M, Weller, H & Vossmeier, T (2019). "Synthesis and thermal stability of ZrO₂@SiO₂ core-shell submicron particles". *RSC advances*, 9/46, 26902-26914.

Heffernan, MJ, Aquilino, SA, Diaz-Arnold, AM, Haselton, DR, Stanford, CM & Vargas, MA (2002). "Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials". *The Journal of prosthetic dentistry*, 88/1, 10-15.

Iyer, RS, Babani, VR, Yaman, P & Dennison, J (2021). "Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins". *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33/2, 394-400.

Kamishima, N, Ikeda, T & Sano, H (2005). "Color and translucency of resin composites for layering techniques". *Dental materials journal*, 24/3, 428-432.

Kamishima, N, Ikeda, T & Sano, H (2006). "Effect of enamel shades on color of layered resin composites". *Dental materials journal*, 25/1, 26-31.

Khatri, CA, Stansbury, JW, Schultheisz, CR & Antonucci, JM (2003). "Synthesis, characterization and evaluation of urethane derivatives of Bis-GMA". *Dental Materials*, 19/7, 584-588.

Kim, SJ, Son, HH, Cho, BH, Lee, IB & Um, CM (2009). "Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins". *Journal of dentistry*, 37/2, 102-107.

Lee, Y-K (2007). "Influence of scattering/absorption characteristics on the color of resin composites". *Dental Materials*, 23/1, 124-131.

Ota, M, Ando, S, Endo, H, Ogura, Y, Miyazaki, M & Hosoya, Y (2012). "Influence of refractive index on optical parameters of experimental resin composites". *Acta Odontologica Scandinavica*, 70/5, 362-367.

Pereira, LDE, Neto, MPC, Pereira, RG & Schneider, LFJ (2021). "Influence of resin matrix on the rheology, translucency, and curing potential of experimental flowable composites for bulk-fill applications". *Dental Materials*, 37/6, 1046-1053.

Pereira Sanchez, N, Powers, JM & Paravina, RD (2019). "Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites". *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31/5, 465-470.

Pérez, MM, Ghinea, R, Ugarte-Alván, LI, Pulgar, R & Paravina, RD (2010). "Color and translucency in silorane-based resin composite compared to universal and nanofilled composites". *Journal of Dentistry*, 38, e110-e116.

Salas, M, Lucena, C, Herrera, LJ, Yebra, A, Della Bona, A & Pérez, MM (2018). "Translucency thresholds for dental materials". *Dental Materials*, 34/8, 1168-1174.

Vichi, A, Fraioli, A, Davidson, CL & Ferrari, M (2007). "Influence of thickness on color in multi-layering technique". *Dental Materials*, 23/12, 1584-1589.

Villarreal, M, Fahl, N, De Sousa, AM & De Oliveira, OB (2011). "Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins". *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23/2, 73-87.

Yu, B, Ahn, J-S & Lee, Y-K (2009). "Measurement of translucency of tooth enamel and dentin". *Acta Odontologica Scandinavica*, 67/1, 57-64.

Yu, B & Lee, Y-K (2008). "Influence of color parameters of resin composites on their translucency". *Dental Materials*, 24/9, 1236-1242.

BULK FILL KOMPOZİTLERİN SON KULLANMA TARİHİNİN RENK STABİLİTESİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE EFFECT OF EXPIRATION DATE ON COLOR STABILITY IN BULK FILL COMPOSITES

Özlem Erçin¹, Dilan Kopuz¹, Bora Korkut², Dilek Tağtekin³, Funda Yanıkoğlu⁴

¹ Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

² Doçent Doktor, Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

³ Profesör Doktor, Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

⁴ Profesör Doktor, İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Diş hekimliğinde kullanılan birçok materyalin optimum özelliklerini sürdürmek ve raf ömrünü maksimize etmek amacıyla uygun şekilde depolanması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı kalınlıklardaki tarihi geçmiş ve geçmemiş bulk fill kompozitlerin renk stabilitesini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Çalışmada iki farklı renkte mikrohibrit bulk fill kompozit kullanılmıştır: SDR-Plus bulk fill, A2 renk (n=150) ve SDR-Plus bulk fill, Universal renk (n=150). Tarihi geçmiş SDR Plus A2, SDR Plus Universal ve tarihi geçmemiş SDR Plus A2, SDR Plus Universal bulk fill kompozitlerden, 1, 2, 3 mm kalınlığında olacak şekilde kompozit diskler hazırlanmıştır (n=25). Hazırlanan örnekler dört farklı renklendirici solüsyondan (kahve, siyah çay, kırmızı şarap ve moringa çayı) ve bir kontrol grubundan (distile su) oluşan 5 alt gruba ayrılmıştır (n=5). İlk ve son renk değerlendirmeleri çapraz polarize filtreyle çekilmiş makro fotoğraflar üzerinden CIEDE2000 formülü kullanılarak yapılmıştır. Veriler istatistiksel olarak 3 yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD çoklu karşılaştırmalar testleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tarihi geçmiş kompozitlerin, tarihi geçmemişlere göre renk değişimi anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0,05). 3 mm kalınlığındaki örneklerde, 1 ve 2 mm kalınlığındaki örneklerle göre anlamlı düzeyde daha yüksek ΔE_{00} skorları elde edilmiştir (p<0,05). 1 ve 2 mm kalınlığındaki örneklerin

ΔE_{00} değerleri arasında anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir (p≥0,05). A2 renkteki örnekler, universal renktekilerden anlamlı düzeyde daha yüksek ΔE_{00} değerleri göstermiştir (p<0,05). Renklendirici solüsyonlar açısından, istatistiksel olarak en yüksek ΔE_{00} değerleri kırmızı şarap için bulunmuş ve bunu sırasıyla kahve, siyah çay ve moringa çayı takip etmiştir. Siyah çay ve moringa çayı arasında 1,2 ve 3 mm'lik örneklerde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (p≥0,05). Kırmızı şarap kompozit renklenmesi açısından en etkili solüsyon olarak tespit edilmiş ve bunu sırasıyla kahve ve çay takip etmiştir. Bu çalışmada kullanılan bulk fill kompozitlerde kalınlık arttıkça renklenme düzeyinde artış görülmüştür. İçeriğinde fazla miktarda renk pigmenti bulunan koyu renkli kompozitler, açık renklilere kıyasla daha düşük renk stabilitesi gösterebilirler.

Anahtar Kelimeler: Bulk fill, Kompozit, Renk, Son kullanma tarihi.

ABSTRACT

The proper storage of many restorative materials is vital to maintain their optimal properties and maximize shelf life in dentistry. This study evaluated the color stability of expired- and nonexpired-bulk fill composites in different thicknesses. Two microhybrid bulk fill composites in different shades were used in this study: SDR-Plus bulk fill (A2) and SDR-Plus

bulk fill (Universal). Composite discs of 1, 2, 3 mm thicknesses were prepared from expired and nonexpired bulk fill composites. The prepared samples were divided into 5 subgroups (n = 5) consisting of four different coloring solutions (coffee, black tea, red wine and moringa tea) and a control group (distilled water). Initial and final color assessments were conducted using macro photographs with a cross-polarization filter. The data were statistically analyzed using three-way ANOVA and Tukey's HSD multiple comparisons tests. According to the results, expired-composites presented significant color changes compared to nonexpired-composites ($p < 0.05$). 3 mm samples presented significantly higher ΔE_{00} values than the samples in 1-and 2 mm thicknesses ($p < 0.05$). No statistical differences were observed between samples in 1-and 2 mm thicknesses ($p \geq 0.05$). A2 shade group showed significantly higher ΔE_{00} values compared to universal shade group ($p < 0.05$). In terms of coloring solutions, significantly the highest ΔE_{00} values were detected for red wine, and it was followed respectively by coffee, black tea, and moringa tea. No statistical difference was found between black tea and moringa tea for the samples in all thicknesses ($p \geq 0.05$). The expiration date of the restorative material is an extremely important factor in terms of color stability of composites. Red wine was determined to be the most effective solution, followed by coffee and tea, respectively. In this study, an increase in the level of discoloration has been observed as the thickness increases in the bulk-fill composites used. Dark colored composites with large amounts of color pigments may have less color stability than light colored ones.

Keywords: Bulk fill, Composite, Color, Expiration date

GİRİŞ

Esas olarak monomer esaslı malzemeler olan kompozit rezinlerin in vitro ve in vivo performansları, kimyasal yapı konfigürasyonu ile onun bozunma hızı ve zamanıyla ilişkilidir (Drummond, 2008). Bozunma süreci karmaşıktır ve iki temel formda gözlemlenir: mekanik, fiziksel veya kimyasal etkenlerle meydana gelen intraoral bozunma veya malzemenin depolanması ve raf ömrü nedeniyle meydana gelen ekstraoral bozunma (Sabbagh, 2018). Dış hekimliğinde kullanılan birçok materyal bozulabilir.

Materyallerin optimum özelliklerini sürdürmek, raf ömrünü maksimize etmek amacıyla farklı kullanımları doğrultusunda raflarda veya buzdolabında uzun süre depolanabilmesi gereklidir. Kullanım dışı dönemde ise malzemenin bileşenleri ayrılmamalı, buharlaşmamalı, birbirleriyle reaksiyona girmemeli ve bozulmamalıdır (Albers, 2002).

Yapılan çalışmalarda kontrolsüz dış ortam depolanmasının değişken koşulları altındaki etkisi araştırılmıştır (Albers, 2002). Işık ile sertleşen kompozit rezinlere kıyasla, kimyasal olarak sertleşen kompozit rezinlerin depolama koşullarından daha fazla etkilendiği bildirilmiştir (D'Alpino, 2015). Resin esaslı malzemelerin maksimum etkinliğini korumak için uygun şekilde depolanması gerekir ve genellikle, 4°C ile 20°C arasında bir sıcaklıkta saklanması önerilir. Ancak, depolama koşulları ülkenin coğrafi ve iklimsel koşullarına (güneş maruziyeti ve nem) göre değişebilir, bu nedenle çoğu üretici firma kompozit rezinlerin buzdolabında saklanmasını önermektedir (Sabbagh, 2018). ANSI (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)'ya göre bir materyalin raf ömrü, belirlenen amacı gerçekleştirmek için gereken sürede (imalat tarihinden itibaren), malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini koruması olarak tanımlanır (Anusavice, 2012). Kompozit resin materyallerin sınırlı bir raf ömrü vardır. Üretici firmalar tarafından materyalin kutusuna yazılan son kullanma tarihine kadar kompozit rezinlerin kullanılması önerilmektedir (Nagaoka, 2020). Teorik olarak, belirtilen son kullanma tarihinden sonra kullanılırsa, malzemenin özellikleri etkilenebilir. Klinik açıdan bakıldığında, bu durum kırılma, aşırı aşınma ve renk değişimi gibi başarısızlıklara yol açabilmektedir (Sabbagh, 2018).

Literatürde dental restoratif materyallerin renk stabilitesini inceleyen çalışmalar mevcuttur (Chaves, 2014; Rohr, 2017; Blumer, 2015). Ancak son kullanma tarihi geçmiş kompozit rezinler ile ilgili mevcut veriler sınırlı sayıdadır. Renklendirici ajanlar açısından ise literatürde farklı sonuçlar olmakla birlikte, en renklendirici ajanın nikotin ve kırmızı şarap olduğu ve bunları sırasıyla kahve, çay ve kolanın takip ettiği bildirilmiştir (Korkut and Hacıali, 2020). Moringa bitkisi yüksek düzeyde A ve C vitaminler, protein, potasyum, kalsiyum ve demir içeren antibakteriyel, antifungal ve antitümör özellikli bir doğal doğal bitki türü olup bu bitkiden üretilen çayın renklenmeye olan etkisi de henüz çok

incelenmemiştir (Alkan et al., 2022). Olası klinik başarıya dair bilgi sağlamak için daha fazla laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı farklı kalınlıklardaki son kullanma tarihi geçmiş ve geçmemiş bulk fill kompozit rezinlerin renk stabiliteilerinin değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır (h_0) hipotezleri; (1) Renk değişimi düzeyi, son kullanma tarihi geçmiş kompozitlerde ve tarihi geçmemiş kompozitlerde aynı düzeydedir, (2) renk değişimi düzeyi renklendirici solüsyon tipine bağlı olarak farklılık göstermez, (3) renk değişimi düzeyi kompozit rezinin rengine ve kalınlığına göre farklılık göstermez.

MATERYAL ve METOT

Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada iki farklı renkte mikrohibrit bulk fill kompozit rezin kullanılmıştır; (1) SDR-Plus bulk fill, A2 renk (n=150), (2) SDR-Plus bulk fill, Universal renk (n=150; Dentsply Sirona, ABD) (Tablo 1).

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyallerin içerikleri

Kompozit	Organik Matris	Doldurucu	Doldurucu Oran	Üretici Firma
SDR-Plus Bulk fill Kompozit Rezin	SDR patenti UDMA, TEGDMA, EBPDMA	Ba-Al-F-B silikat cam, Sr-A-F silikat cam	%68 ağırlıkça, %45 hacimce	Dentsply Sirona, Amerika

UDMA: Üretan dimetakrilat, TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat, EBPDMA: Etoksilat Bisfenol A dimetakrilat

Bulk fill kompozit rezin örnekleri, mylar strip bant kullanılarak alt yüzeyi kapatılmış 1, 2 ve 3 mm kalınlığında ve 4 mm çapında teflon kalıplara yerleştirilerek hazırlanmıştır. Kalıpların üst kısmı siman camı ile tamamen kapatılmış ve sonrasında polimerizasyon 1470 mW/cm² dalga boyunda bir LED ışık cihazı (Elipar Deepcure-S, St. Paul, MN, Amerika) kullanılarak yapılmıştır. Tüm örnekler tek yüzeyden (camla kaplı yüzey) polimerize edilmiştir. Cihazın standında bulunan LED radyometre ile numune hazırlama sırasında ışık yoğunluğu düzenli olarak kalibre edilmiştir. Hazırlanan örnekler polimerizasyonun tamamlanması için bir gün boyunca bir inkubatörde, 37°C distile suda saklanmıştır. Yüzey standardizasyonu için orta, ince ve ultra ince cila diskleri (Bisco Bitirme Diskleri, Bisco Inc., Schaumburg, IL, ABD) kullanılarak her iki yüzeyinde cilalama yapılmıştır. Cilalama işlemi tek bir operatör tarafından 15.000 RPM'de

su soğutması altında gerçekleştirilmiş ve her bir örnek için diskler yenilenmiştir.

Tarihi geçmiş SDR Plus A2 (n=75), SDR Plus Universal (n=75) ve tarihi geçmemiş SDR Plus A2 (n=75), SDR Plus Universal (n=75) bulk fill kompozit rezinlerden 1, 2, 3 mm kalınlığında olacak şekilde kompozit diskler hazırlanmıştır (her bir kalınlık için n=25). Hazırlanan örnekler dört farklı renklendirici solüsyondan (kahve, siyah çay, kırmızı şarap ve moringa çayı) ve bir kontrol grubundan (distile su) oluşan 5 alt gruba ayrılmıştır (her biri için n=5).

Renklendirme ve Termal Yaşlandırma Protokolü

Renklendirici solüsyon olarak, kahve (Nescafe Classic; Nestle, İsviçre), siyah çay (Yellow Label, Lipton, Rize, İstanbul, Türkiye) kırmızı şarap (Doluca, Öküzgözü, İstanbul, Türkiye), moringa çayı (MorinGANTEP, Gaziantep, Türkiye) ve distile su (kontrol grubu) kullanılmıştır. Kahve solüsyonu, 3 gr kahve 50 ml kaynamış suya eklenerek hazırlanmıştır. Siyah çay solüsyonu için bir adet poşet çay 50 ml kaynamış suda 5 dk süresince demlendirilmiştir. Moringa çayı solüsyonu için bir tatlı kaşığı çay 80 derece suda 10 dakika boyunca kaynatılmıştır.

Solüsyonlara daldırılan tüm örnekler 72 saat boyunca 37°C'de inkubatörde bekletilmiştir. Bu süre literatürde günlük 2-3 fincan kahveyi 15 dk'da tüketen bir bireyin, yaklaşık olarak 3 aylık kahve tüketim süresine denk gelmektedir (Korkut, 2021).

Solüsyonlar, yosun oluşumu ve bakteri birikimi olmaması için günlük olarak değiştirilmiştir. Renklenme işlemi sonrası örnekler su altında yıkanmıştır. Daha sonra tüm numuneler, 5-55°C'deki su banyolarında ve her banyoda 30 saniye bekleme süresiyle 5000 döngü olacak şekilde termal sıklusa tabi tutulmuştur.

Renk Stabilesinin Değerlendirilmesi

Renk ölçümleri her örnek için iki farklı zaman diliminde yapılmıştır (renklendirme öncesi T1 ve renklendirme sonrası T2). T1 ölçümleri, cilalama prosedürlerinden sonra örneklerin ilk renk kaydı olarak gerçekleştirilmiştir. T2 ölçümleri, renklendirme prosedürlerinden sonra örneklerin nihai rengi olarak kaydedilmiştir. İlk ve son renk değerlendirmeleri Samsung Note 22 Plus akıllı telefon ve çapraz polarizasyon filtreli mobil dental fotoğraf cihazı (Smile Lite MDP, Smile

Line, İsviçre) kiti kullanılarak çekilen makro fotoğraflar üzerinden yapılmıştır. Bütün fotoğraf çekimleri 25 cm uzaklıktan, X2 büyütme ile standart ışık altında ve aynı odada gerçekleştirilmiştir. L*, a* ve b* renk parametreleri, Digital Color Meter v5.22 (Macbook, Apple Inc., Kaliforniya, ABD) yazılımı kullanılarak fotoğraflar üzerindeki 3 farklı noktadan elde edilmiş ve sonrasında bu verilerin ortalaması alınmıştır. Renk değişim (ΔE_{00}) değerlerini elde etmek için CIEDE2000 formülü kullanılmıştır:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2} + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right) + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)$$

Elde edilen veriler Minitab 17 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Kompozitlere, kompozit kalınlıklarına ve renklendirici solüsyonlara göre her ölçüm periyodundaki ΔE_{00} değerleri 3 yönlü varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Anlamlı farklılıklar, Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiş ve $p < 0,05$ anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

ΔE_{00} skorları açısından değerlendirilen tüm parametreler için son kullanma tarihi, kompozit kalınlığı, kompozit rengi ve renklendirici solüsyon faktörleri bireysel olarak anlamlı faktördür. Renklendirici solüsyon istatistiksel olarak en etkili faktör olarak öne çıkmıştır ($p < 0,001$; F 530,690) (Tablo 2 ve 4).

TABLO 2: Kompozit rengi önemsenmeksizin son kullanma tarihi, kalınlık ve renklendirici solüsyonun ΔE_{00} üzerine etki düzeyleri

	F	P	Kısmi Eta Kare
Son kullanma tarihi	109,505	<0,001	0,289
Renklendirici Solüsyonlar	530,690	<0,001	0,887
Kalınlık	125,048	<0,001	0,481
Son kullanma tarihi *Renklendirici Solüsyon	5,034	0,001	0,069
Son kullanma tarihi *Kalınlık	26,822	<0,001	0,166
Renklendirici Solüsyon *Kalınlık	8,818	<0,001	0,207
Son kullanma tarihi *Renklendirici Solüsyon *Kalınlık	4,119	<0,001	0,109

F: Varyans Analizi Test istatistiği; $R^2 = 0,90,78$; Düzeltilmiş $R^2 = 0,89,79$

Son kullanma tarihi geçmiş ve son kullanma tarihi geçmemiş örnekler karşılaştırıldığında, tarihi geçmiş örneklerin ΔE_{00} değeri ($2,07 \pm 0,74^a$), tarihi geçmemiş örneklerden ($1,80 \pm 0,61^b$) anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur

($p < 0,05$) (Tablo 3). Tarihi geçmiş kompozitlerde, 1 mm, 2 mm ve 3 mm kalınlıkların her birinde tarihi geçmemiş olanlara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek renk değişimleri saptanmıştır ($p < 0,05$) (Tablo 3). 3 mm kalınlığındaki örnekler son kullanma tarihi geçmiş olan ($2,47 \pm 0,88^A$) ve geçmemiş olan ($1,94 \pm 0,70^B$) gruplarda 1 mm ve 2 mm kalınlıktaki örneklerle kıyasla anlamlı düzeyde fazla renk değişimi göstermişlerdir ($p < 0,05$) (Tablo3).

TABLO 3: Kompozit rengi önemsenmeksizin son kullanma tarihi, kalınlık ve renklendirici solüsyonların ΔE_{00} değerlerine ait tanımlayıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırmaları

Renklendirici Solüsyon	Kalınlık	Son Kullanma Tarihi		ΔE_{00}
		Tarihi Geçmiş	Tarihi Geçmemiş	
Kahve	1mm	2,01 \pm 0,21 ^{FGH}	1,90 \pm 0,12 ^{FGHJK}	1,95 \pm 0,17
	2mm	2,14 \pm 0,20 ^{EF}	1,98 \pm 0,16 ^{FGHI}	2,06 \pm 0,19
	3mm	3,11 \pm 0,16 ^B	2,40 \pm 0,20 ^{DE}	2,75 \pm 0,41
	Toplam	2,42 \pm 0,53 ^C	2,09 \pm 0,27 ^D	2,26 \pm 0,45 ^b
Kırmızı Şarap	1mm	2,68 \pm 0,19 ^{CD}	2,51 \pm 0,18 ^{CD}	2,60 \pm 0,20
	2mm	2,80 \pm 0,19 ^{BC}	2,66 \pm 0,26 ^{CD}	2,73 \pm 0,23
	3mm	3,80 \pm 0,13 ^A	2,77 \pm 0,92 ^{BC}	3,29 \pm 0,83
	Toplam	3,09 \pm 0,54 ^A	2,65 \pm 0,55 ^B	2,87 \pm 0,59 ^a
Çay	1mm	1,60 \pm 0,08 ^{JKLM}	1,48 \pm 0,07 ^{LMN}	1,54 \pm 0,10
	2mm	1,70 \pm 0,14 ^{HUKL}	1,57 \pm 0,12 ^{KLM}	1,64 \pm 0,14
	3mm	1,97 \pm 0,07 ^{FGHIJ}	1,68 \pm 0,12 ^{HUKL}	1,83 \pm 0,18
	Toplam	1,76 \pm 0,19 ^{EF}	1,58 \pm 0,13 ^G	1,67 \pm 0,18 ^c
Moringa Çayı	1mm	1,65 \pm 0,05 ^{HUKL}	1,48 \pm 0,12 ^{LMN}	1,56 \pm 0,12
	2mm	1,76 \pm 0,17 ^{GHUKL}	1,65 \pm 0,09 ^{HUKL}	1,70 \pm 0,14
	3mm	2,09 \pm 0,07 ^{FG}	1,62 \pm 0,26 ^{UKL}	1,85 \pm 0,30
	Toplam	1,83 \pm 0,22 ^E	1,58 \pm 0,18 ^{FG}	1,71 \pm 0,23 ^c
Distile Su	1mm	1,10 \pm 0,04 ^{OP}	0,99 \pm 0,10 ^P	1,04 \pm 0,09
	2mm	1,18 \pm 0,05 ^{NOP}	1,07 \pm 0,06 ^{OP}	1,12 \pm 0,08
	3mm	1,39 \pm 0,08 ^{LMNO}	1,25 \pm 0,07 ^{LMNOP}	1,32 \pm 0,10
	Toplam	1,22 \pm 0,14 ^H	1,10 \pm 0,14 ^H	1,16 \pm 0,15 ^d
Toplam	1mm	1,81 \pm 0,54 ^{CD}	1,67 \pm 0,53 ^E	1,74 \pm 0,54 ^c
	2mm	1,91 \pm 0,56 ^{BC}	1,79 \pm 0,55 ^{DE}	1,85 \pm 0,56 ^b
	3mm	2,47 \pm 0,88 ^A	1,94 \pm 0,70 ^B	2,21 \pm 0,84 ^a
	Toplam	2,07 \pm 0,74 ^a	1,80 \pm 0,61 ^b	1,93 \pm 0,69

*Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur.

TABLO 4: Son kullanma tarihi önemsenmeksizin kompozit rengi, kalınlık ve renklendirici solüsyonun ΔE_{00} üzerine etki düzeyleri

	F	P	Kısmi Eta Kare
Kompozit Rengi	21,193	<0,001	0,073
Renklendirici Solüsyonlar	340,575	<0,001	0,835
Kavite	80,250	<0,001	0,373
Kompozit Rengi*Renklendirici Solüsyon	1,200	0,310	0,018
Kompozit Rengi*Kalınlık	0,770	0,466	0,006
Renklendirici Solüsyon*Kalınlık	5,660	<0,001	0,144
Kompozit Rengi*Renklendirici Solüsyon*Kalınlık	1,810	0,075	0,051

F: Varyans Analizi Test istatistiği; $R^2 = 0,685,6$; Düzeltilmiş $R^2 = 0,684,1$

Renklendirici solüsyonlar açısından, istatistiksel olarak en yüksek ΔE_{00} değerleri kırmızı şarap için ($2,87 \pm 0,59^a$) bulunmuştur (Tablo 5). Sonrasında sırasıyla kahve ($2,26 \pm 0,45^b$), siyah çay ($1,67 \pm 0,18^c$) ve moringa çayı ($1,71 \pm 0,23^c$) takip etmiştir. Siyah çay ve moringa çayında bekletilen 1 mm, 2 mm ve 3 mm kalınlığındaki örneklerin ΔE_{00} değerleri arasında istatistiksel bir

farklılık gözlemlenmemiştir ($p \geq 0,05$) (Tablo 5). En az renk değişimi kontrol grubu olan distile suda gözlenmiştir ($1,16 \pm 0,15^d$) (Tablo 3 ve Tablo 5). Distile suda bekletilen örneklerde tarihi geçmiş olma durumu renk değişimi üzerine etkili bir faktör olarak bulunmamıştır ($p \geq 0,05$) (Tablo 3). En yüksek renk değişim değeri, tarihi geçmiş kompozit örneklerinden 3 mm kalınlıkta olanların kırmızı şarapta bekletilenlerinde tespit edilmiştir ($3,80 \pm 0,13^A$).

TABLO 5: Son kullanma tarihi önemsenmaksızın kompozit rengi, kalınlık ve renklendirici solüsyona göre tanımlayıcı istatistikler ve çoklu karşılaştırmalar

Renklendirici Solüsyon	Kalınlık	Kompozit Rengi		ΔE_{00}
		U	A2	
Kahve	1mm	1,85 ± 0,08	2,06 ± 0,19	1,95 ± 0,17 ^{CD}
	2mm	1,99 ± 0,15	2,13 ± 0,21	2,06 ± 0,19 ^C
	3mm	2,59 ± 0,40	2,92 ± 0,36	2,75 ± 0,41 ^B
	Toplam	2,14 ± 0,41	2,37 ± 0,47	2,26 ± 0,45 ^b
Şarap	1mm	2,43 ± 0,10	2,76 ± 0,11	2,60 ± 0,20 ^B
	2mm	2,52 ± 0,11	2,94 ± 0,07	2,73 ± 0,23 ^B
	3mm	3,36 ± 0,36	3,21 ± 1,15	3,29 ± 0,83 ^A
	Toplam	2,77 ± 0,48	2,97 ± 0,67	2,87 ± 0,59 ^a
Siyah Çay	1mm	1,48 ± 0,08	1,6 ± 0,07	1,54 ± 0,10 ^{FG}
	2mm	1,54 ± 0,09	1,74 ± 0,12	1,64 ± 0,14 ^{EF}
	3mm	1,76 ± 0,20	1,90 ± 0,13	1,83 ± 0,18 ^{CDEF}
	Toplam	1,59 ± 0,18	1,74 ± 0,16	1,67 ± 0,18 ^c
Moringa Çayı	1mm	1,49 ± 0,13	1,63 ± 0,06	1,56 ± 0,12 ^{FG}
	2mm	1,60 ± 0,05	1,80 ± 0,14	1,70 ± 0,14 ^{DEF}
	3mm	1,84 ± 0,21	1,87 ± 0,38	1,85 ± 0,30 ^{CDE}
	Toplam	1,64 ± 0,20	1,77 ± 0,25	1,71 ± 0,23 ^c
Distile Su	1mm	1,07 ± 0,07	1,02 ± 0,11	1,04 ± 0,09 ^H
	2mm	1,12 ± 0,10	1,12 ± 0,05	1,12 ± 0,08 ^H
	3mm	1,26 ± 0,08	1,38 ± 0,09	1,32 ± 0,10 ^{GH}
	Total	1,15 ± 0,12	1,18 ± 0,18	1,16 ± 0,15 ^d
Toplam	1mm	1,66 ± 0,47	1,81 ± 0,59	1,74 ± 0,54 ^c
	2mm	1,76 ± 0,49	1,95 ± 0,61	1,85 ± 0,56 ^b
	3mm	2,16 ± 0,79	2,26 ± 0,89	2,21 ± 0,84 ^a
	Toplam	1,86 ± 0,63 ^b	2,01 ± 0,73 ^a	1,93 ± 0,69

*Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur.

Kompozit rezinin renginin renk değişimine etkisi değerlendirildiğinde, A2 rengi ($2,01 \pm 0,73^a$), toplamda Universal renkten ($1,86 \pm 0,63^b$) anlamlı ölçüde daha yüksek ΔE_{00} değerleri göstermiştir ($p < 0,05$) (Tablo 5). Ancak renklendirici solüsyon alt grupları içerisinde kompozit renginin koyu veya açık renk olmasının renk değişimine anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p \geq 0,05$).

TARTIŞMA

Çalışmada ele alınan sıfır hipotezler reddedilmiştir. Bir malzemenin raf ömrü, üretim tarihinden itibaren malzemenin öngörülen amacı gerçekleştirmek için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri koruduğu süre olarak tanımlanmaktadır (Association, 2023). Bu nedenle, FDA yakın zamanda birçok reçeteli ilacın son kullanma tarihlerinden sonra da

etkinliğini koruyabileceğini bildirmiştir (Lyon, 2006). Dental ürünler söz konusu olduğunda ise, özelliklerinde birkaç yıl içerisinde meydana gelen değişiklikler klinik olarak fark edilmeyebilmekte, ancak restorasyonların klinik ömrü üzerinde etkisi olabilmektedir. Kimyasal bileşenlerin her birinin özellikleri dental ürünlerin fonksiyonel özelliklerini etkilemektedir (Cramer, 2011). Bu malzemeler esas olarak polimerik yapıda olduğu için, laboratuvar ve klinik performansları doğal yapılarının ve konfigürasyonlarının zaman içinde bozulma hızıyla ilişkilidir. Bu nedenle restoratif materyallerin raf ömrü materyalden materyale farklılık gösterebilmektedir.

Son kullanma tarihi materyallerin dönüşüm derecesini ve mekanik özelliklerini etkileyebilmektedir. Monomer dönüşüm derecesi ise materyallerin kimyasal stabilitesini etkileyebilmektedir. Tam olarak dönüştürülmemiş çift karbon bağlarının varlığı, restoratif materyalin bozunmaya karşı daha duyarlı olmasına ve renk stabilitesini azalmasına neden olabilmektedir (Ferracane, 2006; Yap, 2000). Son kullanma tarihi 1, 2 ve 3 yıl geçmiş aynı marka ve renkteki mikrohibrit kompozitten 3 yıl geçenlerin dönüşüm derecesi ortalamasının en düşük olduğu rapor edilmiştir (Özmen, 2023). Bu çalışmanın sonuçlarında da bu bulguları destekler nitelikte, tarihi geçmiş bulk fill kompozit rezin örneklerde tarihi geçmemiş olanlara kıyasla anlamlı düzeyde daha fazla renk değişimi (renkte koyulaşma) tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın birinci hipotezi reddedilmiştir.

Kompozit rezin restorasyonlar, ağız ortamında sıklıkla renklendirici yiyecek ve içeceğe maruz kalmaktadır. Birçok çalışmada çay, kahve, kola ve şarap gibi içeceklerin restoratif materyallerde farklı derecelerde renklenmeye neden olduğu bildirilmiştir (Bagheri, 2005; Fontes, 2009; Hussain, 2021). Bu çalışmada kahve, siyah çay, kırmızı şarap ve moringa çayı renklendirici solüsyonlar olarak kullanılırken, distile su kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Kullanılan çay içeriğinde tannik asit, kahvede sarı pigmentler ve kırmızı şarapta alkol ve kırmızı pigmentler bulunmaktadır. Kırmızı şarap, örneklerde en fazla renk değişimine neden olan solüsyon olarak tespit edilmiştir. Akışkan kompozit örneklerde benzer şekilde renk stabilitesini değerlendiren Korkut ve Hacıali'nin (Korkut, 2020) raporunu destekleyen bu sonucun, şarapta yüksek derecede kırmızı pigmentler içermesi nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, çalışmamızda

kahvenin siyah çaya kıyasla daha fazla renklenmeye neden olması, önceki çalışmaların (Yannikakis, 1998; Reddy, 2013; Duc, 2019) bulgularını destekler niteliktedir. Buna bağlı olarak çalışmamızdaki ikinci hipotez de reddedilmiştir.

Rezin örnek kalınlığı, çalışmamızın sonuçlarına göre restorasyonun renk stabilitesini etkileyen diğer faktörlerden biridir. Polimerizasyon derinliği monomer kompozisyonu, doldurucu içeriği ve foto-başlatıcı sistem gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir ve ayrıca restoratif materyalin ışığı derin noktalara kadar aktarabilme kapasitesine de bağlıdır (Janda, 2004; Yılmaz Atalı, 2022). Bulk fill uygulaması, tüm kavite boşluğunun tek bir kompozit rezin katmanı ile doldurulabileceği basitleştirilmiş bir restoratif tekniktir (Flury, 2014; Korkut, 2023). Posterior dişlerdeki kavitelere uygun restoratif materyal ile tek seferde 4-6 mm kompozit rezin yüklenebilmesine izin vermesi nedeniyle bu teknik ve materyaller klinikte yaygın olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Bu teknikte derin katmanlara daha az miktarda foton ulaşmakta ve dolayısıyla en derin noktalarda daha düşük polimerizasyon ve dönüşüm dereceleri ile sonuçlanmaktadır (Yılmaz Atalı, 2022). Buna bağlı olarak farklı kalınlıklardaki restoratif materyallerdeki farklı polimerizasyon derinlikleri ve dolayısıyla dönüşüm derecesi, artık monomer miktarını da etkileyerek kompozit rezin materyalin rengine ve renk stabilitesine de etki edebilmektedir (Korkut, 2022). Sonuç olarak daha kalın uygulanmış kompozit rezinin mekanik özellikleri de etkilenecek daha fazla monomer elüsyonuna yol açabilmekte ve bu da daha fazla su emilimine neden olarak renk değişimine yol açabilmektedir (Janda, 2004; Yılmaz Atalı, 2022). Shamszadeh ve ark. (Shamszadeh, 2016) yaptıkları çalışmada 2 mm ve 4 mm kalınlığındaki bulk fill kompozitlerin renk stabilitesini değerlendirmiş ve kalınlığı daha fazla olan kompozit rezin örneklerin daha fazla renk değişimine uğradığını bildirmişlerdir. Çalışmamızın sonuçlarında 3 mm kalınlıktaki bulk fill kompozit örneklerin 1 ve 2 mm kalınlıktaki örneklerle göre daha fazla renklenmesi bu bilgileri destekler niteliktedir. Sonuçlarımıza göre bulk fill restorasyon tekniğinin klinikte 2 mm'ye kadar derinlikte tabakalama yapılacak şekilde uygulanmasının renk stabilitesi açısından daha güvenli olacağı düşünülmektedir.

Doldurucu boyutu, radyoaktivite, translusensi ve pigmentler materyalin ışık iletimini etkilemektedir. Literatürde, kompozit rezinlerin renk tonlarının dönüşüm derecesi üzerine etkilerini değerlendiren ve koyu renkteki kompozitlerin açık renklere nazaran daha düşük mikrosertlik değerlerinin olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Ilie, 2013; AlShaafi, 2017). Koyu renkli kompozitlerde daha fazla pigment olması sebebiyle ışık derin katmanlara kadar ulaşmamaktadır ve polimerizasyon derinliğinde azalma gerçekleşmektedir (Garcia, 2014). Çalışmamızda kullanılan A2 renkteki örneklerin, Universal renkteki örneklerle göre tüm örnekler değerlendirildiğinde daha fazla renk değişimine uğraması, daha fazla miktarda pigment içermesinden kaynaklanmış olabilir. Buna bağlı olarak üçüncü hipotez reddedilmiştir. Ancak sonuçlarımıza göre kompozit rengine bağlı bulunan fark, renklendirici solüsyon gruplarının her biri içerisinde anlamlı bir fark yaratmamıştır. Çünkü çalışmamıza göre kompozit renginin renklendirici solüsyon, son kullanma tarihi ve kalınlık faktörleri kadar etkili bir faktör bulunmamıştır. Renk stabilitesine etki eden faktörlerdeki bu önem derecesinin, klinik uygulamalarda klinisyenlere bir rehber olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan SDR Plus bulk fill kompozitin yapısında trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), bisfenol-A diglisidil eter dimetakrilat (BIS-GMA) ve üretan dimetakrilat (UDMA) bulunmaktadır. Yılmaz Atalı ve arkadaşları BIS-GMA içermeyen kompozit rezinlerin daha yüksek yüzey sertliği ve dönüşüm derecelerine sahip olduklarını bildirmiştir (Yılmaz Atalı et al., 2023). Choi ve arkadaşları (Choi, 2006) TEGDMA'lı kompozit rezinlerin yaşlandırma işleminden sonra en büyük renk değişimi gösterdiğini bildirilmiştir. Kim ve arkadaşları bu durumu TEGDMA'nın UDMA'ya göre su emilimine daha yatkın olmasına ve bu şekilde polimerin çözünürlüğünü arttırmasına bağlamıştır (Kim, 2006). Daha fazla su emilimi, su moleküllerinin polimerik ağa difüzyonu nedeniyle daha düşük renk stabilitesi sağlayabilmekte ve sonuç olarak bozunmayı teşvik edebilmektedir (Ferracane, 2006; Garcia, 2013). Bu bilgiler ışığında bu çalışmada kullanılan sınırlı sayıda kompozit rezinler, limitasyon olarak kabul edilebilir. Bu nedenle farklı restoratif materyallerle, daha kapsamlı in vitro ve in vivo çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın şartları altında şu sonuçlar çıkarılabilir:

- Kompozit rezinlerin renk stabilitesi, restoratif materyalin son kullanım tarihine bağlı olarak değişebilmekte olup, klinik uygulamalarda son kullanım tarihi geçmemiş kompozit rezinler ile restorasyonların yapılmasına özen gösterilmelidir.
- Bulk fill uygulamalarda tabaka kalınlığındaki artış, renklenme düzeyini de arttırabilmektedir. Özellikle 3 milimetre ve daha fazla kalınlıktaki tek parça halindeki tabakalamalardan klinikte kaçınılması renk stabilitesi açısından daha güvenli olabilir.
- Kırmızı şarap kompozit rezinleri en çok renklendiren solüsyon olup, bunu sırasıyla kahve ve çay solüsyonları takip etmektedir. Moringa çayı ve siyah çay benzer düzeyde renklenmeye neden olmaktadır.
- Koyu renkli kompozitler, açık renklilere kıyasla daha fazla renklenebilmektedir.

KAYNAKLAR

Albers, HF (2002). "Tooth-colored restoratives: principles and techniques", PMPH-USA.

Alshaafi, MM (2017). "Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review". The Saudi dental journal, 29/2, 48-58.

Anusavice, KJ, Shen, C & Rawls, HR (2012). "Phillips' science of dental materials", Elsevier Health Sciences.

Association, AD (2023). "CDT 2024: Current Dental Terminology", American Dental Association.

Bagheri, R, Burrow, M & Tyas, M (2005). "Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials". Journal of dentistry, 33/5, 389-398.

Blumer, L, Schmidli, F, Weiger, R & Fischer, J (2015). "A systematic approach to standardize artificial aging of resin composite cements". Dental Materials, 31/7, 855-863.

Chaves, FO, Farias, NCD, Medeiros, LMDM, Alonso, RCB, Di Hipolito, V & D'alpino, PHP (2014). "Mechanical properties of composites as functions of the syringe storage temperature and energy dose". Journal of Applied Oral Science, 23, 120-128.

Choi, MS, Lee, YK, Lim, BS, Rhee, SH, Yang, HC & Lim, YJ (2006). "Changes in color and translucency of porcelain-repairing resin composites after thermocycling". Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 78/1, 1-6.

Cramer, N, Stansbury, J & Bowman, C (2011). "Recent advances and developments in composite dental restorative materials". Journal of dental research, 90/4, 402-416.

D'alpino, PHP, Da Rocha Svizero, N, Arrais, CaG, De Oliveira, M, Alonso, RCB & De Oliveira Graeff, CF (2015). "Polymerization kinetics and polymerization stress in resin composites after accelerated aging as a function of the expiration date". Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 49, 300-309.

Drummond, JL (2008). "Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials". Journal of dental research, 87/8, 710-719.

Duc, O, Di Bella, E, Krejci, I, Betrisey, E, Abdelaziz, M & Ardu, S (2019). "Staining susceptibility of resin composite materials". American Journal of Dentistry, 32/1, 39-42.

Ferracane, JL (2006). "Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks". Dental Materials, 22/3, 211-222.

Flury, S, Peutzfeldt, A & Lussi, A (2014). "Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites". Dental Materials, 30/10, 1104-1112.

Fontes, ST, Fernández, MR, Moura, CMD & Meireles, SS (2009). "Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media". Journal of Applied Oral Science, 17, 388-391.

- Garcia, D, Yaman, P, Dennison, J & Neiva, G (2014). "Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins". *Operative dentistry*, 39/4, 441-448.
- Garcia, LDF, Mundim, FM, Pires-De-Souza, F, Puppini Rontani, R & Consani, S (2013). "Effect of artificial accelerated aging on the optical properties and monomeric conversion of composites used after expiration date". *Gen Dent*, 61/7.
- Hussain, SK, Al-Abbasi, SW, Refaat, M-M & Hussain, AM (2021). "The effect of staining and bleaching on the color of two different types of composite restoration". *Journal of clinical and experimental dentistry*, 13/12, e1233.
- Ilie, N, Bauer, H, Draenert, M & Hickel, R (2013). "Resin-based composite light-cured properties assessed by laboratory standards and simulated clinical conditions". *Operative dentistry*, 38/2, 159-167.
- Janda, R, Roulet, JF, Kaminsky, M, Steffin, G & Latta, M (2004). "Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation". *European journal of oral sciences*, 112/3, 280-285.
- Kim, JH, Lee, YK & Powers, JM (2006). "Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites". *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 77/1, 21-27.
- Korkut, B, Dokumacigil, G, Murat, N, Atali, P, Tarçin, B & Gocmen, G (2022). "Effect of polymerization on the color of resin composites". *Operative Dentistry*, 47/5, 514-526.
- Korkut, B & Haciali, C (2020). "Color stability of flowable composites in different viscosities". *Clinical and Experimental Health Sciences*, 10/4, 454-461.
- Korkut, B, Tarçin, B, Atali, PY & Özcan, M (2023). "Introduction of a New Classification for Resin Composites with Enhanced Color Adjustment Potential". *Current Oral Health Reports*, 10/4, 223-232.
- Lyon, RC, Taylor, JS, Porter, DA, Prasanna, HR & Hussain, AS (2006). "Stability profiles of drug products extended beyond labeled expiration dates". *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 95/7, 1549-1560.
- Nagaoka, H, Bishop, S & Roberts, H (2020). "Flexural performance of direct resin composite restorative materials past expiration date". *European Journal of Dentistry*, 14/02, 217-223.
- Özmen, S, Bengü, D, Şenol, AA, Korkut, B, Tarçin, B & Atali, PY (2023). "Tarihi geçmiş kompozit rezinleri kullanmak mümkün mü?: FTIR analizi". *Istanbul Kent University Journal of Health Sciences*, 2/1, 5-11.
- Reddy, PS, Tejaswi, KS, Shetty, S, Annapoorna, B, Pujari, SC & Thippeswamy, H (2013). "Effects of commonly consumed beverages on surface roughness and color stability of the nano, microhybrid and hybrid composite resins: an in vitro study". *The journal of contemporary dental practice*, 14/4, 718.
- Rohr, N & Fischer, J (2017). "Effect of aging and curing mode on the compressive and indirect tensile strength of resin composite cements". *Head & face medicine*, 13, 1-9.
- Sabbagh, J, Nabbout, F, Jabbour, E & Leloup, G (2018). "The effect of expiration date on mechanical properties of resin composites". *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 8/2, 99.
- Shamszadeh, S, Sheikh-Al-Eslamian, SM, Hasani, E, Abrandabadi, AN & Panahandeh, N (2016). "Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to coffee/water immersion". *International journal of dentistry*, 2016.
- Yannikakis, SA, Zissis, AJ, Polyzois, GL & Caroni, C (1998). "Color stability of provisional resin restorative materials". *The Journal of prosthetic dentistry*, 80/5, 533-539.
- Yap, A, Lee, H & Sabapathy, R (2000). "Release of methacrylic acid from dental composites". *Dental materials*, 16/3, 172-179.

Yılmaz Atalı, P, Dođu Kaya, B, Manav Özen, A, Tarçın, B, Şenol, AA, Tüter Bayraktar, E, Korkut, B, Bilgin Göçmen, G, Tağtekin, D & Türkmen, C (2022). “Assessment of micro-hardness, degree of

conversion, and flexural strength for single-shade universal resin composites”. *Polymers*, 14/22, 4987.



HİPERKOLESTEROLEMİ VE ANTİKOAGÜLAN İLAÇ KULLANIMININ FARKLI YÜZEY ÖZELLİKLERİNE SAHİP TİTANYUM YÜZEYLERİN İSLANABİLİRLİĞİNE ETKİSİ: HAYVAN DENEYİ

EFFECT of HYPERCHOLESTEROLEMIA and ANTICOAGULANT DRUG USE on the WETTABILITY of TITANIUM SURFACES with DIFFERENT SURFACE PROPERTIES: ANIMAL EXPERIMENT

Deniz Çağlar¹, Onur Güven², Erhan Fıratlı³

¹ Doktor, İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

² Doktor Öğretim Üyesi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Maden ve Cevher Hazırlama Mühendisliği Programı, Adana, Türkiye

³ Profesör Doktor, İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Kanın implant yüzeyini ıslatabilmesi, kanın ve titanyumun yüzey özelliklerine bağlıdır. Statin ve antikoagülan ilaç kullanımı ve kandaki lipid seviyesi kanın viskozitesine etki edebilmektedir. Bu durum ıslanabilirliği negatif yönde etkileyebilir. Bu çalışmanın amacı varfarin ve statinin farklı yüzey özelliklerine sahip titanyum disklerin ıslanabilirliğine olan etkisinin incelenmesidir. 9 adet Yeni Zelanda tavşanı Sağlıklı dönem, Hiperkolesterolemik dönem, Statin kullanımı dönemi ve Antikoagülan kullanımı dönemine sokulmuştur. Her dönem sonunda deney hayvanlarından kan alınıp makine yüzeyli, RBM (Resorbable blast media) ve SLA (Sand blasted – large grit – acid etched) yüzeyli titanyum disklerin üzerine damlatılmıştır. Titanyum disk yüzeyi ve kan damlası arasındaki temas açısı ölçülüp gruplar arasında karşılaştırılmıştır. Hiperkolesterolemik dönemde SLA grubunun temas açısı ortalaması ($92.69^\circ \pm 9.50^\circ$); Makine ($118.41^\circ \pm 9.14^\circ$) ve RBM ($110.00^\circ \pm 6.18^\circ$) grubuna göre daha düşüktür ($p < 0.001$). Statin döneminde SLA grubunun temas açısı ortalaması ($82.59^\circ \pm 7.84^\circ$); Makine ($99.35^\circ \pm 9.78^\circ$) ve RBM ($97.85^\circ \pm 11.24^\circ$) grubuna göre daha düşüktür ($p < 0.001$). Antikoagülan dönemde SLA grubu temas açısı ortalaması ($81.84^\circ \pm 14.18^\circ$); RBM ($106.38^\circ \pm 5.65^\circ$) ve Makine ($108.35^\circ \pm 13.43^\circ$) grubuna göre düşüktür ($p < 0.001$). Dönem bazında bakıldığında Makine yüzeyli grubunun Sağlıklı ($90.91^\circ \pm 14.18^\circ$) ve

Statin dönemindeki ($99.35^\circ \pm 9.78^\circ$) temas açısı ortalaması Hiperkolesterolemik dönemden ($118.41^\circ \pm 9.14^\circ$) daha düşüktür ($p < 0.05$). SLA yüzeyli titanyum diskler her dönemde RBM ve Makine yüzeylilere göre anlamlı düzeyde daha hidrofildir. En yüksek temas açısı ortalamaları Hiperkolesterolemik dönemde görülmüştür, statin kullananlarda temas açısı ortalamaları düşmüştür. Statin tedavisi gören hiperkolesterolemi hastalarında SLA yüzeyli implant kullanılması ıslanabilirliği yüksek olduğundan, osseointegrasyon şansını artıracaktır. Bu çalışmanın farklı yüzey özellikli titanyum diskler kullanılarak yapılması hiperkolesterolemik hastalarda en uygun yüzey özelliğinin bulunmasına yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İmplant, Temas açısı, Kolesterol, Statin, Antikoagülan, İslanabilirlik

ABSTRACT

The ability of blood to wet the implant surface depends on the surface properties of blood and titanium. Statin and anticoagulant drug use and lipid levels in the blood can affect blood viscosity. This may negatively affect wettability. The aim of this study is to examine the effect of warfarin and statin on the wettability of titanium discs with different surface properties. 9 New Zealand rabbits were introduced into the healthy period, hypercholesterolemic period, statin use period and anticoagulant use period. At the end of each

period, blood was taken from the animals and dropped onto machine-surfaced, RBM (Resorbable blast media) and SLA (Sand blasted – large grit – acid etched) surfaced titanium discs. The contact angle between the titanium disc surface and the blood drop was measured and compared between groups. In the end of the hypercholesterolemic period, the mean contact angle of the SLA group ($92.69^\circ \pm 9.50^\circ$) is lower than the Machine ($118.41^\circ \pm 9.14^\circ$) and RBM ($110.00^\circ \pm 6.18^\circ$) groups ($p < 0.001$). In the end of the statin period, the mean contact angle of the SLA group ($82.59^\circ \pm 7.84^\circ$) is lower than the Machine ($99.35^\circ \pm 9.78^\circ$) and RBM ($97.85^\circ \pm 11.24^\circ$) groups ($p < 0.001$). In the end the anticoagulant period, the mean contact angle of the SLA group ($81.84^\circ \pm 14.18^\circ$) is lower than that of the RBM ($106.38^\circ \pm 5.65^\circ$) and Machine ($108.35^\circ \pm 13.43^\circ$) groups ($p < 0.001$). On the period basis, the average contact angle of the machine surface group in the healthy ($90.91^\circ \pm 14.18^\circ$) and statin period ($99.35^\circ \pm 9.78^\circ$) is lower than the hypercholesterolemic period ($118.41^\circ \pm 9.14^\circ$) ($p < 0.05$). Titanium discs with SLA surfaces are significantly more hydrophilic than those with RBM and Machine surfaces in all periods. The highest contact angle averages were seen in the hypercholesterolemic period, and contact angle averages decreased in statin users. The use of SLA surface implants in hypercholesterolemia patients receiving statin therapy will increase the chance of osseointegration, as it has high wettability. Conducting this study using titanium discs with different surface properties will help finding the most suitable surface feature for hypercholesterolemic patients.

Keywords: Implant, Contact angle, Cholesterol, Statin, Anticoagulant, Wettability

GİRİŞ

İmplant kemiğe yerleştirildiğinde, kemik–implant devamlılığının sağlanması araya fibröz veya yumuşak doku girmeksizin kemik apozisyonu ile gerçekleşir. Bu olaylar dizisi osseointegrasyon olarak tanımlanır (Krause et al., 2000). Osseointegrasyonun başarıyla gerçekleşmesinde; hastanın sistemik durumu, kemiğin niteliği, implant materyalinin biyouyumu, implantın biçimi, implantın yüzey özellikleri, implantın genişliği ve uzunluğu ve operatif teknik gibi etmenler etkilidir (Albrektsson & Wennerberg, 2005).

Kan biyomateryal gibi bir yabancı cisimle temas ettiğinde klinik olarak ilk gerçekleşen olay hemostazın etkin hale gelmesidir (Spijker et al., 2003). Hemostazın ilk adımı ise kan proteinlerinin yüzeye tutunması ve sonrasında trombositlerin aktif hale gelmesidir (Smith et al., 2015). Osseointegrasyonun gerçekleşebilmesi için de iyileşmenin ilk aşaması olan hemostazın gerçekleşmesi gerekir. Ancak kan proteinlerinin yüzeye nasıl tutunduğu tam olarak aydınlatılmamış olmasına rağmen nanopografide modifikasyonların yapılmasının hidrofilikliği artırdığı bilinmektedir (Kopf et al., 2015). Hidrofilikliğin artması osseointegrasyonun başarısını artıracak daha erken gerçekleşmesini sağlayabilecek ve erken osseointegre olan implantlara daha erken yükleme yapılabilmesini sağlayacaktır (Albrektsson & Wennerberg, 2019).

Titanyum yüzeylere uygulanan fiziksel ve kimyasal modifikasyonlar yüzey enerjisini artırarak ve sıvıyla oluşan temas açısını düşürürler. Bu durum ıslanabilirliğin artmasını ve proteinlerin afinitesini sağlayarak osseointegrasyon sürecini olumlu yönde etkiler (Albrektsson & Wennerberg, 2004). Makine yüzeyli implantlar ilk jenerasyon olarak kullanılan implantlardır. Makrotopografisi düz olsa da elektron mikroskobu altında oluklar görülmüştür. Kalsiyum fosfat ile kumlanma yapılmış titanyum implantlar RBM ismini almıştır. Makine yüzeylerin alümina tanecikleriyle kumlanması ile SLA yüzeyli titanyum elde edilir (Velasco-Ortega et al., 2021). SLA yüzeyli implantların mikrotopografisinin ıslanabilirliği yükseltip protein tutunmasını artırarak osseointegrasyonu olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir (Mei et al., 2018; Rupp et al., 2018).

Kullanılan ilaçların dışında yüksek orandaki kolesterol kemik dokusunda değişimlere sebep olmaktadır. Hiperlipidemik sıçanlarda osteoklast sayısında artma, osteoblastik aktivitede inhibisyon ve düşük kemik remodelingi görülmüştür (Krieger, 1998). Osseointegrasyonu bozan birçok etmen arasında, hiperkolesterolemi göz ardı edilmiş bir risk faktörü olarak görülmektedir (Choukroun et al., 2014).

Viskozite sıvının akmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Viskozitesi yüksek olan sıvı, bir yüzeye damlatıldığında daha az dağılır ve yüzeye oluşturduğu temas açısı daha yüksek olur. Hidrofobik davranış gösterir. Kanda yüksek oranda kolesterol bulunmasının viskoziteyi artırdığı gösterilmiştir (Ho, 2004; Tomaiuolo,

2014). Buradan yola çıkarak hiperkolesteroleminin implant yüzeyinde hidrofobiklik yarattığı düşünülebilir. Statin grubu ilaçlar da kandaki LDL (düşük dansiteli lipoprotein) düzeyini düşürdüğünden ve varfarinin kan viskozitesini azalttığı yorumunda bulunulabilir.

Buradan yola çıkarak bu çalışmada; kanın, hiperkolesterolemi statin ile tedavi edilmeden önce ve tedavi edildikten sonraki ıslatma davranışlarıyla, varfarin kullanımı öncesi ve sonrasındaki davranışlarının farklı yüzey özelliklerine sahip titanyum disklerde farklı olacağı hipotezi kuruldu. Buradan hareketle kan damlası damlatılan üç farklı titanyum yüzeyde (Makine, RBM ve SLA) oluşan temas açıları irdelenmiştir.

MATERYAL METOT

Deney hayvanları ABDEHAM (Aykut Bolu Deney Hayvanları Merkezi)'dan temin edildi. Deney hayvanları üzerindeki işlemler İstanbul Üniversitesi Aziz Sancar Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Laboratuvar Hayvanları Anabilim Dalı Laboratuvarları'nda yapıldı. Deney hayvanlarından alınan kanın titanyum disklerle yaptığı açığı Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'nde ölçüldü.

Deney Hayvanları

3 – 4 kg ağırlığındaki 8 – 10 aylık 9 adet Yeni Zelanda tavşanı ABDEHAM'dan temin edildi. Her bir deney hayvanı ayrı metal kafeste olmak üzere 25 – 30 °C sıcaklıktaki ve %45 – 50 bağıl nemli, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık ortamda barındırıldı.

Deneyin Dönemleri

Bu çalışmada 9 adet deney hayvanı Sağlıklı, Hiperkolesterolemik, Statin kullanımı ve Antikoagülan kullanımı olmak üzere dört dönemden geçirilmiştir. Sağlıklı dönemde deney hayvanlarına 2 hafta boyunca müdahale edilmedi. Ortama alışmaları beklendi. Hiperkolesterolemik dönemde deney hayvanları 5 hafta boyunca kolesterolden zengin diyetle beslendi. Statin kullanımı döneminde deney hayvanları 5 hafta boyunca statin ile tedavi edildi. Antikoagülan kullanımı döneminde deney hayvanlarına 5 gün boyunca varfarin sodyum verildi.

Disk yüzeyleri

Bu çalışmada üç farklı yüzey özelliği olan, 5 mm çapında 1 mm yüksekliğinde titanyum diskler kullanıldı: Makine, RBM ve SLA yüzeyli titanyum. Üç yüzey özellikli implant materyali de ticari olarak kullanılmaktadır. Her dönemde, her bir tavşana 3'er tane disk olmak üzere, bir dönemde 9 tavşan için 27 disk, 4 dönemde toplam 108 adet titanyum disk kullanıldı. Her disk tek sefer kullanıldı.

Deney prosedürü

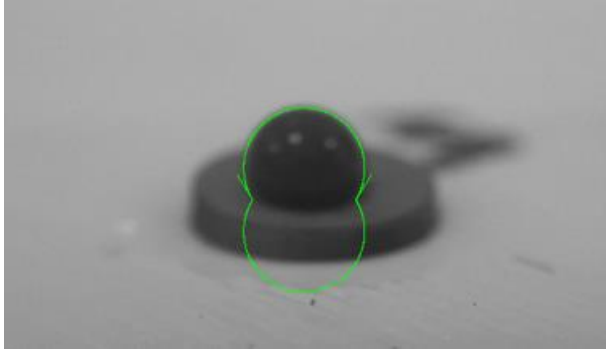
Deney hayvanları, ortama alışmaları için 2 hafta süreyle normal diyetle (%40 – 50 karbohidrat, %15 – 25 lif, %15 protein ve %2 sebze yağı) beslendi. Belirtilen süre sonunda tüm deney hayvanları tartılıp ağırlıkları kaydedildi. Deney hayvanlarının kulaklarında bulunan marjinal ven etil alkollü pamukla dezenfekte edildi (Şekil 1). Deney hayvanlarından damlatma yoluyla alınan kan heparinli tüplere transfer edildi.



ŞEKİL 1: Tavşan kulak marjinal veninden kan alınması

Kan içeren tüpler Adana Alparslan Türkeş Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'ne götürüldü. Tüplerdeki kan, titanyum disklerin üzerine damlatılmak üzere otomatik bir pipetle (PIPETMAN® Classic, Gilson INC, Wisconsin, USA) çekildi. Belirtilen otomatik pipet özel olarak üretilmiş aygıtla sabitlendi. Sabitlenen aygıttan 3 farklı yüzey özellikli 1 mm kalınlığa 5 mm çapa sahip steril titanyum disklerin (Mode Medikal, İstanbul, Türkiye) üzerine, 70 µL 1 cm yükseklikten durağan damla (sessile drop) yöntemiyle damlatıldı. Toplamda 108 adet titanyum disk kullanıldı, her disk bir defa kullanıldı. Her kan damlasının fotoğrafı, çözünürlüğün bozulmaması için fotoğraf makinesi sabitlenerek, aynı

mesafeden ve aynı açıyla çekildi (Nikon D3100). Fotoğraflar bilgisayara aktarılarak damlaların 2 boyutlu düzlemde sağ ve sol tarafındaki açılar ImageJ (U. S. National Institutes of Health, Bethesda) programıyla ölçülerek ortalamaları alındı ve kaydedildi (Şekil 2). Her dönemin sonunda damlatma işlemi ve ölçüm işlemi gerçekleştirildi.



ŞEKİL 2: Fotoğrafi çekilen kan damlasının bilgisayara aktarılmış hali. Bilgisayarda kan damlasının sınırları belirlenmiş olup ImageJ programıyla açı ölçümü yapıp kaydedildi.

Heparinli tüpler dışında alınıp seperatör jel içeren tüplere aktarılan kan, cihazda dakikada 4500 RPM (rotation per minute: 1 dakikadaki çevrim hızı) ile 5 dakika boyunca santrifüj edildi. Santrifüj sonrası ayrılan serum Eppendorf tüplere nakledildi. Her deney hayvanı için ayrı kan tüpü ve Eppendorf tüp tahsis edildi ve numaralandırıldı. Eppendorf tüpler Düzen Laboratuvarı'na (İstanbul, Türkiye) nakledildi. Burada serum total kolesterol değerleri ölçüldü. Değerler mg/dL türünden kaydedildi.

Sağlıklı dönem ardından deney hayvanları Hiperkolesterolemik döneme geçirildi. Bu dönemde deney hayvanları 5 hafta boyunca toz kolesterolle hazırlanmış %2 yağdan zengin yemle (ARDEN Yem Ticareti, Ankara) beslendi. 5 hafta sonunda deney hayvanlarının ağırlıkları ölçülüp kaydedildi, yukarıda belirtildiği şekilde total kolesterol değerleri ölçüldü ve mg/dL cinsinden kaydedildi. Deney hayvanlarından alınan kan yine yukarıda belirtildiği şekilde titanyum disklerin üzerine damlatıldı ve kan – titanyum temas açısı ölçüldü.

Hiperkolesterolemik dönemden sonra deney hayvanları 5 hafta sürecek Statin dönemine geçirildi. Statin döneminde deney hayvanlarına yağdan zengin yem bırakılmadı, normal beslenme düzenine geri döndürüldü. Buna ek olarak diyetlerine 3,7 mg/kg/gün atorvastatin (Ator, Sanovel, Türkiye) eklendi (Das et al., 2016). Atorvastatin dozu her deney hayvanının ağırlığı

ölçülerek hesaplandı ve solüsyon olarak her gün gavaj yoluyla verildi. 5 hafta sonunda deney hayvanlarının ağırlıkları ölçülüp kaydedildi. Diğer dönemlerde olduğu gibi total kolesterol değerleri ölçüldü ve mg/dL cinsinden kaydedildi. Deney hayvanlarından alınan kan yine aynı şekilde titanyum disklerin üzerine damlatıldı ve kan – titanyum temas açısı ölçüldü. Bu dönem sonunda diğer dönemlerden farklı olarak hematokrit ölçüldü.

Statin döneminden sonra deney hayvanlarına 5 gün boyunca intravenöz varfarin sodyum uygulaması yapıldı. Varfarin sodyum her deney hayvanına 0,5 mg/kg/gün dozunda verildi (Zivelin et al., 1993). Deney hayvanlarından alınan kan yine yukarıda belirtildiği şekilde titanyum disklerin üzerine damlatıldı ve kan – titanyum temas açısı ölçüldü. Bu dönem sonunda hematokrit ölçümü yapıldı.

İstatistiksel Analiz

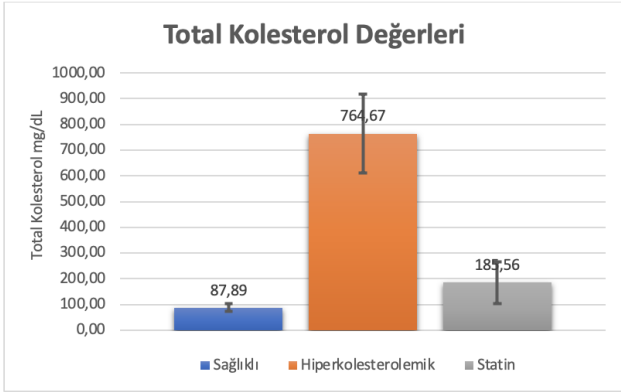
Veriler IBM SPSS V25 (Statistical Packages of Social Sciences) programı ile analiz edildi. Verilerin dağılım normalliği Shapiro – Wilk testi ile değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler ortalama (standart sapma), ortanca (minimum-maksimum) olarak sunuldu. Verilerin tümü normal dağılım gösterdi. Uç değerler veri analizine dahil edilmedi. Gruplar arasında varyans homojenliğini test etmek için Levene testi yapıldı. Değerlerin gruplar arası karşılaştırılmasında varyansların homojen olduğu durumda tekrarlı ölçümler için ANOVA testi yapıldı. Birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunan değerlere post-hoc test olarak Tukey testi yapıldı. Grup içi karşılaştırmada varyansların homojen olduğu durumda tekrarlı ölçümler için ANOVA testi kullanıldı. Varyansların homojen olmadığı durumda ise Friedman testi kullanıldı. Zaman içindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı ise değişkenlere, Wilcoxon post – hoc testi uygulandı. P değerlerine Bonferroni düzeltmesi yapıldı. p < 0.05 değeri anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Deney Hayvanlarının Total Kolesterol Seviyeleri

Deney hayvanlarının total kolesterol seviyeleri Hiperkolesterolemik dönemde arttı, Statin

döneminde azaldı. Tavşanların serum total kolesterol ortalamaları Şekil 3'te görülmektedir.



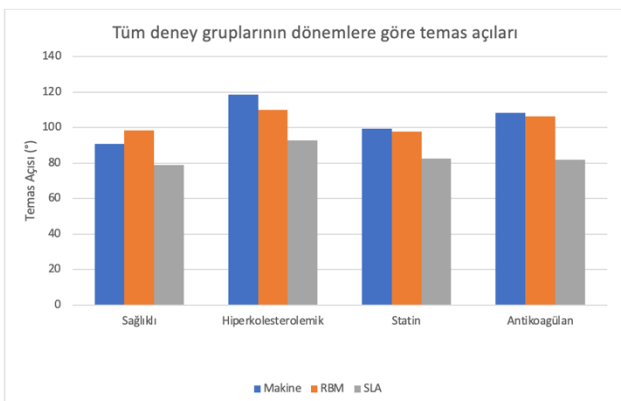
ŞEKİL 3: Deney hayvanlarının farklı dönemlerdeki total kolesterol değerleri (mg/dL). Deney hayvanlarının farklı dönemlerde ölçülen total kolesterol değerleri tabloda görülmektedir. Yeni Zelanda tavşanlarında total kolesterol ortalaması Sağlıklı dönemde 87.89 ± 14.49 , Hiperkolesterolemik dönemde 764.67 ± 152.49 ve Statin döneminde 185.56 ± 80.76 oldu.

TABLO 1: Antikoagülan dönemi öncesi ve sonrasında deney hayvanlarının hematokrit değerleri ortalama ve standart sapmaları(L/L). Deney hayvanlarının hematokrit değerleri antikoagülan kullandıktan sonra düştü.

	Antikoagülan öncesi	Antikoagülan sonrası
Ort±Std. Sp.	0.42 ± 0.09	0.31 ± 0.04

Temas Açısı Ölçümlerinin Dönemlere Göre Karşılaştırılması

Tüm grupların temas açıları ortalamalarının dönemlere göre değişimleri Şekil 4'te gösterilmiştir.



ŞEKİL 4: Tüm deney gruplarının dönemlere göre temas açıları ($^{\circ}$). Tüm deney gruplarının temas açıları. Makine, RBM ve SLA grubunun temas açıları arasında döneme göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık görülmedi. Ancak Makine grubunun temas açısı p değerine yakın olduğundan ikili karşılaştırmalar yapıldı ($p < 0.05$). İkili karşılaştırmalar Tablo 4'te gösterildi. Aşağıdaki paragrafta ortalama ve standart sapma değerleri verildi.

Makine grubunun temas açısı ortalaması, Sağlıklı dönemde $90.91^{\circ} \pm 28.05^{\circ}$, Hiperkolesterolemik dönemde $118.41^{\circ} \pm 9.14^{\circ}$, Statin döneminde $99.35^{\circ} \pm 9.78^{\circ}$ ve Antikoagülan döneminde $108.35^{\circ} \pm 13.43^{\circ}$ tür.

RBM grubunun temas açısı ortalaması Sağlıklı dönemde $98.47^{\circ} \pm 9.59^{\circ}$, Hiperkolesterolemik dönemde $110.00^{\circ} \pm 6.18^{\circ}$, Statin döneminde $97.85^{\circ} \pm 11.24^{\circ}$ ve Antikoagülan döneminde $106.38^{\circ} \pm 5.65^{\circ}$ tir.

SLA grubunun temas açısı ortalaması Sağlıklı dönemde $79.02^{\circ} \pm 18.30^{\circ}$, Hiperkolesterolemik dönemde $92.69^{\circ} \pm 9.50^{\circ}$, Statin döneminde $82.59^{\circ} \pm 7.84^{\circ}$ ve Antikoagülan döneminde $81.84^{\circ} \pm 14.18^{\circ}$ dir.

TABLO 2: Makine grubunda dönemlere göre yüzey temas açılarının karşılaştırması. Makine yüzeyde oluşan temas açısı ortalaması, Sağlıklı dönemde Hiperkolesterolemik döneme göre, Statin döneminde Hiperkolesterolemik döneme göre ve Antikoagülan dönemde Statin dönemine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür. RBM ve SLA yüzeyli disklerde dönemler arasında fark görülmediğinden tablo eklenmedi.

Makine	p
Sa - Hk	0.038*
Hk - S	0.008*
S - A	0.017*
Sa - S	0.594
Sa - A	0.441

Sa: Sağlıklı dönem

Hk: Hiperkolesterolemik dönemi

S: Statin dönemi

A: Antikoagülan dönem

$p < 0.05$

Makine grubunun farklı zamanlardaki temas açıları ortalamalarına Wilcoxon testi uygulanmıştır. Tablo 4'de belirtildiği gibi Sağlıklı

(90.91° ± 28.05°) – Hiperkolesterolemik (118.41° ± 9.14°) dönem arasında ve Hiperkolesterolemik (118.41° ± 9.14°) – Statin (99.35° ± 9.78°) dönemi arasında anlamlı fark bulunmuştur (p <0.05). Statin (99.35° ± 9.78°) – Antikoagülan (108.35° ± 13.43°) dönemi arasında anlamlı fark bulunmuştur (p <0.05). Antikoagülan (108.35° ± 13.43°) döneminde Statin (99.35° ± 9.78°) dönemine göre temas açısı ortalaması daha yüksektir. Sağlıklı dönemdeki temas açısı ortalamaları Hiperkolesterolemik (118.41° ± 9.14°) döneme göre anlamlı olarak daha düşüktür (p <0.05). Statin (99.35° ± 9.78°) dönemindeki temas açısı ortalamaları Hiperkolesterolemik (118.41° ± 9.14°) döneme göre anlamlı olarak daha düşüktür (p < 0.05).

RBM grubunun farklı zamanlardaki temas açıları ortalamaları arasındaki ikili karşılaştırmalarda anlamlı fark bulunamamıştır. Temas açısı ortalamalarının döneme göre sıralaması şöyledir: Hiperkolesterolemik dönem > Antikoagülan dönem > Sağlıklı dönem > Statin dönemi.

SLA grubunun farklı zamanlardaki temas açıları ortalamaları arasında ikili karşılaştırmalarda anlamlı fark bulunamamıştır. Temas açısı ortalamalarının döneme göre sıralaması şöyledir: Hiperkolesterolemik dönem > Statin dönemi > Antikoagülan dönemi > Sağlıklı dönem.

Temas Açısı Ölçümlerinin Disk Yüzeyi Tipine Göre Karşılaştırılması

Sağlıklı Dönemde Gruplar Arası Karşılaştırma

Sağlıklı dönemdeki temas açılarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. SLA (79.02° ± 18.30°) grubundaki temas açısı ortalaması diğer iki gruba göre daha düşük çıkmıştır. RBM (98.47° ± 9.59°) grubunun temas açısı ortalaması Makine (90.91° ± 28.05°) grubuna göre daha yüksektir.

Hiperkolesterolemik Dönemde Gruplar Arası Karşılaştırma

Hiperkolesterolemik dönemdeki grupların temas açıları arasında anlamlı fark bulunmuştur (p <0.05). Gruplar arasında ikili anlamlılığın hangileri arasında bulunduğunu saptamak için Tukey testi yapıp yorumlanmıştır. En düşük ortalama açısı SLA (92.69° ± 9.50°) grubundadır,

en yüksek ortalama açısı Makine (118.41° ± 9.14°) grubundadır.

TABLO 3: Hiperkolesterolemik, Statin döneminde ve Antikoagülan dönemde disk tipleri arasındaki istatistiksel farklar. SLA yüzeyli titanyum disklerdeki temas açısı ortalaması; Statin döneminde, Hiperkolesterolemik ve Antikoagülan dönemde Makine ve RBM yüzeydeki ortalama açılara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür (*: p<0.05).

Gruplar	Hiperkolesterolemik	Statin	Antikoagülan
Makine - RBM	0.107	0.943	0.932
Makine - SLA	<0.001*	<0.001*	<0.001*
RBM - SLA	<0.001*	<0.001*	<0.001*

İkili karşılaştırmalarda, Tablo 5'te belirtildiği gibi, Makine ile RBM grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Makine (118.41° ± 9.14°) grubunun ıslatma açısı RBM (110.00° ± 6.18°) grubuna göre daha yüksektir. Makine ile SLA (92.69° ± 9.50°) grubu arasında ve RBM ile SLA grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p <0.05). Makine grubunun temas açısı değerleri diğer gruplara göre daha yüksek, SLA grubu temas açısı ortalaması ise en küçüktür.

Statin Döneminde Gruplar Arası Karşılaştırma

Statin dönemindeki disk temas açıları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p <0.05). İkili gruplar arasındaki anlamlı farkları belirlemek için Tukey testi yapıp yorumlanmıştır (Tablo 5).

Statin dönemindeki ikili karşılaştırmalarda Makine (99.35° ± 9.78°) ve RBM (97.85° ± 11.24°) grubu temas açıları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Makine grubunun temas açısı ortalaması RBM grubuna göre daha yüksektir. Makine grubu ile SLA (82.59° ± 7.84°) grubu arasında ve RBM grubu ile SLA grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p <0.001). En düşük temas açısı ortalaması SLA grubunda, en yüksek temas açısı ortalaması Makine grubunda bulunmaktadır.

Antikoagülan Döneminde Gruplar Arası Karşılaştırma

Antikoagülan dönemindeki temas açısı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.001$). Anlamlı farkın hangi gruplar arasında bulunduğunu saptamak için Tukey testi yapılmıştır (Tablo 5). 23

İkili karşılaştırmalar sonucunda Ma grubu ve RBM grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Makine grubunun ($108.35^\circ \pm 13.43^\circ$) temas açısı ortalamaları RBM grubuna ($106.38^\circ \pm 5.65^\circ$) göre daha yüksektir. Makine grubu ile SLA grubu ($81.84^\circ \pm 14.18^\circ$) arasında ve RBM grubu ile SLA grubu temas açısı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0.001$). En düşük temas açısı ortalaması SLA grubunda, en yüksek temas açısı ortalaması ise Makine grubundadır.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, beklendiği gibi SLA yüzeylerde ölçülen temas açısı ortalamaları RBM ve makine yüzeylerle karşılaştırıldığında, tüm dönemlerde SLA yüzeyin diğer yüzeylere göre daha hidrofilik olduğu, hiperkolesteroleminin kanın hidrofobisiteye sebep olduğu, statinin hidrofilikliği artırdığı saptandı. Literatür tarandığı kadarıyla, hiperkolesterolemi tablosunda antikoagülan ve statin kullanımının titanyum disklerde temas açısına olan etkisini irdeleyen bir çalışma bulunmamakta. Bu durum çalışmanın özgün değerini ortaya koymaktadır. Bu çalışmadan farklı olarak titanyum yüzeyine uygulanan kimyasal ve fiziksel modifikasyonlar iyileşme sürecini hızlandırmaktadır (Wennerberg et al., 2013). Titanyum implantların kumlanması ve ardından asitle dağlanması biyoyumluluk ve etrafında kemik oluşumuna olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Buser et al., 2004; H. Kim et al., 2008)

Kanın deney hayvanları laboratuvarından açılı ölçümü için laboratuvara taşınması için heparinli tüpler kullanılmıştır. Heparin kullanımının LDL değerlerinde düşmeye sebep olduğu literatürde gösterilmiştir (Mellwig, 2003; Wiemer et al., 2002). Bu durumun çalışmadaki temas açısı değerlerini etkileyebileceği çalışma öncesinde tahmin edildi. Ancak, beklendiği üzere, Statin dönemindeki temas açılarının tümünün Hiperkolesterolemik döneme göre düşük olduğu görüldü.

Kan, heparinli tüpün içinde sıcaklık 40°C 'den fazla olduğunda ve 8 saatten fazla süre beklediği durumda kan hücrelerinin yapısının bozulduğu literatürde belirtilmekte (Olson et al.,

2011). Bu çalışmada da kan alındıktan sonra 8 saati aşmadan temas açısı ölçümlerinin yapılması sağlandı. Türkiye şartlarında deneyin yapıldığı tarihte hava sıcaklığı 40°C 'ye ulaşmadığı takip edildi.

Normal şartlarda Yeni Zelanda tavşanlarında serum total kolesterol değerleri $30 - 90 \text{ mg/dL}$ 'dir. Bu değer yaklaşık 800 mg/dL olduğunda deney hayvanlarında hiperkolesterolemi tablosu olduğu kabul edilir (Taylor & Fan, 1997). Yeni Zelanda tavşanlarının $>2\%$ kolesterolü yem içeren yemi kullanması hiperkolesterolemi tablosu oluşturmak için önerilirse de, bu çalışmada deney hayvanlarının iştah düşüklüğü görülmesi beklendiğinden 2% kolesterolü yemle beslendi (Fan et al., 2018). Yine başka bir çalışmada kolesterolü yem oranının 2% 'yi geçmemesi gerektiği belirtilmektedir (Fan et al., 2015).

Çalışmada hiperkolesterolemi tablosundaki kişilere en uygun yüzeyli implantın hangisi olacağı sorusuna yanıt arandı. Hiperkolesterolemisi bulunan kişiler tedavi için statin grubu bir ilaç kullanırlar, buna ek olarak antikoagülan veya antiagregan ilaç kullanabilmektedirler. Statin grubu bir ilaç olan atorvastatin hemoreolojik olarak en fazla çalışılmış ilaç olup kan viskozitesini düşürdüğü birçok çalışmada kanıtlandığından ve insanlarda hiperkolesterolün tedavisinde en sık kullanılan ilaç olduğundan bu çalışmada kullanılmıştır (Akın et al., 2013; Banyai et al., 2001; Empen et al., 2003; J. B. Kim et al., 2021; Li et al., 2021). Varfarin ise üzerine hemoreolojik olarak çok fazla çalışılmış ve kan viskozitesini azalttığı kanıtlandığından dolayı bu çalışmada kullanılmıştır (Jung et al., 2023; Lee et al., 2019). Hiperkolesterolemi tedavisinde kullanılan diğer kimyasalların kan viskozitesine etkisi hakkında yeterli çalışma bulunmadığından benzer çalışmalarda etkisi öngörülememi.

Bu çalışmada Makine, RBM ve SLA yüzeyli implantlar kullanıldı. Kan viskozitesinden bağımsız olarak yüzeye yapılan kimyasal ve fiziksel modifikasyonların da titanyum yüzeyin ıslanabilirliği artırdığı literatürde belirtilmektedir (Kopf et al., 2015; Park et al., 2011; Wennerberg et al., 2013). SLA yüzeylerin de RBM ve Makine yüzeyli implantlara göre daha başarılı şekilde osseoentegre olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada da hiperkolesterolemi tablosunda ve antikoagülan kullanımında SLA yüzeyin ıslanabilirliğinin Makine veya RBM yüzeye göre yüksek olduğu ispatlanmıştır.

Literatürde heparin, varfarin ve statin arasında herhangi bir etkileşim belirtilmemiş olmasına rağmen, temas açısı ölçümü yapılan laboratuvar ve hayvanlardan kan alınan makine yüzeyleri birbirine yakın olması olası bir etkileşim²⁴ önlenmesi adına ileride planlanacak çalışmalar için faydalı olabilir.

Çalışmada kan-disk arasındaki temas açısını ölçmek için örnekler fotoğraf makinesiyle çekildi ve temas açıları bilgisayar ortamında ölçüldü. Temas açısının ölçüldüğü çalışmalarda tipik olarak gonyometre kullanılmaktadır (Duske et al., 2012; Koca et al., 2020). Ancak son yıllarda optik yakınlaştırmanın gelişmesiyle akıllı telefonların da temas açısı ölçümünde kullanılabileceği belirtilmektedir (Chen H et al., 2018). Belirtilen çalışmada akıllı telefon ve geleneksel gonyometreyle ölçülen temas açıları karşılaştırılmış ve temas açılarının örtüştüğü görülmüştür. Bu çalışmada da akıllı telefonlardan daha gelişmiş lenslere sahip makine kullanıldı. Ancak gonyometre yerine fotoğraf makinesi kullanılması kan damlasının sınırlarını belirlemede zorluk yaratmaktadır. Bu yüzden temas açısı ölçümleri tecrübeli bir operatör tarafından yapıldı.

Kanın viskozitesinin, kanın damladığı yüzeyle oluşturduğu temas açısı üzerindeki etkisi büyüktür (Chao et al., 2015). Viskozitenin artması, kanın yüzeydeki dağılımının azalmasına, dolayısıyla da temas açısının artmasına sebep olmaktadır. Hiperkolesterolemi tablosunda kan viskozitesi HDL ve LDL düzeyine bağlı olarak artmaktadır (Destiana & Timan, 2018). Bundan ötürü çalışmada oluşturulan hiperkolesterolemi tablosunda makine, RBM ve SLA yüzeylerde ölçülen temas açıları sağlıklı döneme göre daha yüksekti. İki veri birbirini tamamlar niteliktedir.

Makine, SLA, Roxolid SLA, SLActive ve Roxolid SLActive yüzeye, hiperlipidemik tavşanlardan alınan kanın damlatıldığı çalışmada SLA yüzeyin Makine yüzeye göre daha hidrofilik olduğu saptandı (Koca et al., 2020). Bu çalışma Koca ve ark. çalışmasına benzer dizayndadır. SLA yüzeyli titanyum disklerin Makine yüzeylilere göre daha hidrofilik olması bu çalışmayla benzerdir. Bu çalışmaya benzer bir çalışmada SLA, SLActive ve Roxolid SLActive yüzey özellikli diskler üzerinde temas açısı karşılaştırılmış (Wennerberg et al., 2013). SLA yüzeyin hidrofobik, SLActive ve Roxolid SLActive yüzeyin hidrofilik olduğu bulunmuş. Bu çalışmayla benzer yöntem olsa da karşılaştırılan yüzeyler farklı olduğundan bu çalışmayla karşılaştırmak mümkün olmamıştır.

Yine benzer bir çalışmada Makine, SLA ve SLActive yüzeyli titanyum diskler Argon plazma uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra temas açıları grup içinde karşılaştırıldığından bu çalışmaya karşılaştırma yapmak mümkün olmadı (Duske et al., 2012). Ancak çalışmada temas açısı ortalamaları SLA yüzeyli disklerde Makine yüzeylilere göre daha düşük çıkmıştır.

İmplant osseoentegrasyonuna etki eden çok sayıda etmen bulunmaktadır. İmplantın makrogeometrisi, materyali; mekanik stabilite, varfarin, COX-2 inhibitörleri gibi ilaçlar; hastanın diyabet, osteoporoz, romatoid artrit gibi hastalıklar; ileri yaş, sigara kullanımı gibi etmenler etki eder (Mavrogenis et al., 2009). Bunların yanında implant yüzey topografisinde yapılan modifikasyonlar ıslanabilirliği artırarak protein tutunmasını artırır, osteojenik hücre göçünü stimüle eder (Coelho et al., 2015; Hanawa, 2011). İmplant alıcı bölgesine yerleştirildiğinde, implantın ilk temas ettiği doku kandır (Gittens et al., 2013). Kanın, doku içinde yabancı bir materyalle karşılaştığında ilk verdiği yanıt hemostazın tekrardan sağlanmasıdır. Bunu gerçekleştirmek için ilk olarak materyale kan proteinleri tutunur. Kan proteinlerini yüzeye düzgün bir şekilde tutunması için, kanın implant yüzeyini uygun bir şekilde ıslatması gerekir. Aksi takdirde araya fibröz doku girer, osseoentegrasyon gerçekleşmez. Bu yüzden ıslanabilirlik osseoentegrasyon için önemli bir etmenddir. Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak SLA yüzeyli implantların, Makine ve RBM yüzeye göre ıslanabilirliği yüksek çıktığından, hiperkolesterolemi tablosunda daha iyi sonuç vereceği öngörülebilir.

SLA yüzeyli implantların hidrofilik yüzeylere sahip olduğu, bu durumun osteoblast davranışına, kemik mineralizasyonuna ve erken osseoentegrasyon evresine faydalı olduğu belirtilmektedir (Buser et al., 2004). Bu çalışmada da hiperkolesterolemi, tedavisi ve antikoagülan ilaç kullanımının hidrofiliklik üzerine etkisi incelenmiş, SLA yüzeyin Makine ve RBM yüzeylere göre hastalık tablosunda da daha hidrofilik olduğu saptanmıştır. SLA yüzeyli implantlar hiperkolesterolemi tablosunda da osseoentegrasyonun başarısına yarar sağlayacaktır.

Statin grubu ilaçlar kolesterol sentezinde 3-hidroksi 3-metil glutaril koenzim A redüktaz (HMG-KoA) enzimini inhibe ederek hücre yüzeyindeki LDL reseptör sayısını artırır ve kandaki LDL düzeyini düşürür (Stancu & Sima,

2001). LDL seviyesi azaldığında kan viskozitesinin azalacağı öngörülür. Bu çalışmada da deney hayvanlarının hiperkolesterolemi tablosunu tedavi etmek için hayvanlara statin kullanıldı. Statin kullanımı sonrası tüm yüzeylerde temas açıları Hiperkolesterolemik döneme göre düştü. Ancak Sağlıklı dönemdeki temas açısı ortalamalarına ulaşamadı. Bu durum deney hayvanlarına yeterince uzun süre statin kullanılmamış olmaktan veya vücut dengesi bozulduktan sonra eski haline dönememesinden kaynaklanabilir.

Bu çalışmada sadece Makine, RBM ve SLA yüzey kullanmak mümkün olmuştur. İlerde planlanacak çalışmalarda, hiperkolesterolemi tablosunda kullanılacak en uygun yüzeyli implant çeşidini bulabilmek için daha fazla çeşitte farklı yüzey özellikli implant kullanılmalıdır.

Varfarin kullanıldığında kanın viskozitesinin düşmesi beklenir (Lee et al., 2019). Kan viskozitesi düştüğünde hidrofiliğin artması, dolayısıyla da temas açıları azalma gözlenmelidir. Ancak bu çalışmada Antikoagülan döneminde Statin dönemine göre sadece SLA yüzeylerde azalma görüldü. Makine ve RBM yüzeylerde varfarin kullanımı sonrasında temas açıları arttı. Antikoagülan ilaç kullanımının kan viskozitesini azalttığı, dolayısıyla kanın ıslatılabilirliğini artırdığı bilinmektedir (Lee et al., 2019). Ancak elde edilen bulgulara göre varfarinin kan viskozitesini azaltmasının etkisi sadece SLA yüzeylerde temas açısının azalmasıyla görüldü. Makine ve RBM yüzeyli titanyum disklerde temas açıları varfarin kullandıktan sonra arttı. İmplantın yüzeyine uygulanan modifikasyonların da yüzey enerjisini artırıp ıslatılabilirliği artırdığı yorumu yapılabilir.

Bu çalışmada tedavi için statin ilacı ve antikoagülan ilaç kullanan bireylerde osseointegrasyona etki eden faktörlerden biri olan kanın yüzeyi ıslatma davranışı çalışıldı. Çalışma dizaynında deney hayvanları Hiperkolesterolemik dönemden sonra, deney hayvanları ayrı ayrı statin ve antikoagülan ilaç kullanımı dönemine sokuldu. İlerde yapılacak çalışmalarda statin ve antikoagülan ilaç kullanımının aynı anda yapılması çalışma dizaynına katkı sağlayabilir. Deney hayvanlarında hiperkolesterolemi tablosu ölümcül sonuçlar doğurabildiğinden bu çalışmada deney hayvanlarına aşırı stres yüklememek için bu yöntem tercih edilmedi.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçlarına göre hiperkolesterolemi titanyum diskin yüzey özelliği farketmeksizin kanın ıslatma davranışını değiştirmektedir. Varfarinin farklı yüzeyler üzerinde çelişkili sonuçlar verdiği gözlemlendi. Kandaki total kolesterol düzeyi arttığında titanyum yüzey daha az ıslanabilir hale gelmektedir. Bu çalışmanın bulgularına göre hiperkolesterolemi hastalarında implant tercihi olarak SLA yüzeyli bir implant seçilmesi, diğer yüzeylere göre daha hidrofilik olduğundan en uygun tercih olacaktır. RBM yüzeyli implantların ıslatılabilirliği daha düşük olduğundan osseointegrasyonda sorun yaşanma ihtimali bulunmaktadır.

İlerde planlanacak çalışmalarda daha fazla çeşit titanyum yüzey kullanılması, deney hayvanları laboratuvarı ve temas açısı ölçülecek yerin yakın olması hiperkolesterolemi hastalarında uygulanacak implant çeşidinin seçimi için daha ideal bir rehber oluşturulabilir.

ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Deney Hayvanları Yerel Etik Kurulu'nun E-35980450-050.01.99-183632 numaralı onayı alındıktan sonra yürütülmüştür.

TEŞEKKÜR

Titanyum diskleri temin ettiği için Mode Medikal'e teşekkürler.

KAYNAKLAR

Akın, F., Ayça, B., Köse, N., Şahin, I., Akin, M. N., Canbek, T. D., & Güngör, Ö. (2013). Effect of Atorvastatin on Hematologic Parameters in Patients With Hypercholesterolemia. *Angiology*, 64(8), 621–625. <https://doi.org/10.1177/0003319713479154>

Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2004). Oral implant surfaces: Part 2--review focusing on clinical knowledge of different surfaces. *Int J Prosthodont.*, 17(5), 544–564.

Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2005). The impact of oral implants-past and future, 1966-2042. *J Can Dent Assoc*, 71(5), 327.

- Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2019). On osseointegration in relation to implant surfaces. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 21, 4–7.
- Banyai, S., Banyai, M., Falger, J., Jansen, M., Alt, E., Derfler, K., & Koppensteiner, R. (2016). Atorvastatin improves blood rheology in patients with familial hypercholesterolemia (FH) on long-term LDL apheresis treatment. *Atherosclerosis*, 159(2), 513–519. [https://doi.org/10.1016/S0021-9150\(01\)00532-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9150(01)00532-9)
- Buser, D., Broggini, N., Wieland, M., Schenk, R. K., Denzer, A. J., Cochran, D. L., Hoffmann, B., Lussi, A., & Steinemann, S. G. (2004). Enhanced Bone Apposition to a Chemically Modified SLA Titanium Surface. *Journal of Dental Research*, 83(7), 529–533. <https://doi.org/10.1177/154405910408300704>
- Chao, T. C., Arjmandi-Tash, O., Das, D. B., & Starov, V. M. (2015). Spreading of blood drops over dry porous substrate: Complete wetting case. *Journal of Colloid and Interface Science*, 446, 218–225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcis.2015.01.054>
- Chen H, Muros-Cobos JL, & Amirfazli A. (2018). Contact angle measurement with a smartphone. *Rev Sci Instrum.*, 89(3). <https://doi.org/10.1063/1.5022370>
- Choukroun, J., Khoury, G., Khoury, F., Russe, P., Testori, T., Komiyama, Y., Sammartino, G., Palacci, P., Tunali, M., & Choukroun, E. (2014). Two Neglected Biologic Risk Factors in Bone Grafting and Implantology: High Low-Density Lipoprotein Cholesterol and Low Serum Vitamin D. *Journal of Oral Implantology*, 40(1), 110–114. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-13-00062>
- Coelho, P. G., Jimbo, R., Tovar, N., & Bonfante, E. A. (2015). Osseointegration: hierarchical designing encompassing the micrometer, micrometer, and nanometer length scales. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 31(1), 37–52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.10.007>
- Das, S., Datta, A., Bagchi, C., Chakraborty, S., Mitra, A., & Tripathi, S. K. (2016). A comparative study of lipid-lowering effects of guggul and atorvastatin monotherapy in comparison to their combination in high cholesterol diet-induced hyperlipidemia in rabbits. *Journal of Dietary Supplements*, 13(5), 495–504. <https://doi.org/10.3109/19390211.2015.1118654>
- Destiana, D., & Timan, I. (2018). The relationship between hypercholesterolemia as a risk factor for stroke and blood viscosity measured using Digital Microcapillary®. *Journal of Physics: Conference Series*, 1073, 42045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1073/4/042045>
- Duske, K., Koban, I., Kindel, E., Schröder, K., Nebe, B., Holtfreter, B., Jablonowski, L., Weltmann, K. D., & Kocher, T. (2012). Atmospheric plasma enhances wettability and cell spreading on dental implant metals. *Journal of Clinical Periodontology*, 39(4), 400–407. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2012.01853.x>
- Empen, K., Geiss, H.-C., Lehrke, M., Otto, C., Schwandt, P., & Parhofer, K. G. (2003). Effect of atorvastatin on lipid parameters, LDL subtype distribution, hemorrheological parameters and adhesion molecule concentrations in patients with hypertriglyceridemia. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 13(2), 87–92. [https://doi.org/10.1016/S0939-4753\(03\)80023-6](https://doi.org/10.1016/S0939-4753(03)80023-6)
- Fan, J., Chen, Y., Yan, H., Niimi, M., Wang, Y., & Liang, J. (2018). Principles and applications of rabbit models for atherosclerosis research. In *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* (Vol. 25, Issue 3, pp. 213–220). Japan Atherosclerosis Society. <https://doi.org/10.5551/jat.RV17018>
- Fan, J., Kitajima, S., Watanabe, T., Xu, J., Zhang, J., Liu, E., & Chen, Y. E. (2015). Rabbit models for the study of human atherosclerosis: From pathophysiological mechanisms to translational medicine. *Pharmacology & Therapeutics*, 146, 104–119. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2014.09.009>
- Gittens, R. A., Olivares-Navarrete, R., Cheng, A., Anderson, D. M., McLachlan, T., Stephan, I., Geis-Gerstorfer, J., Sandhage, K. H., Fedorov, A. G., & Rupp, F. (2013). The roles of titanium surface micro/nanotopography and wettability on

the differential response of human osteoblast lineage cells. *Acta Biomaterialia*, 9(4), 6268–6277.

Hanawa, T. (2011). A comprehensive review of techniques for biofunctionalization of titanium. In *Journal of Periodontal and Implant Science* (Vol. 41, Issue 6, pp. 263–272). <https://doi.org/10.5051/jpis.2011.41.6.263>

Ho, C.-H. (2004). White blood cell and platelet count could affect whole blood viscosity. *J Chin Med Assoc.*, 67(8), 394–397.

Jung, Y. H., Han, S. W., & Park, J. H. (2023). The Impact of Prior Antithrombotic Use on Blood Viscosity in Cardioembolic Stroke with Non-Valvular Atrial Fibrillation. *Journal of Clinical Medicine*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/jcm12030887>

Kim, H., Choi, S.-H., Ryu, J.-J., Koh, S.-Y., Park, J.-H., & Lee, I.-S. (2008). The biocompatibility of SLA-treated titanium implants. *Biomedical Materials*, 3(2), 25011. <https://doi.org/10.1088/1748-6041/3/2/025011>

Kim, J. B., Song, W. H., Park, J. S., Youn, T.-J., Park, Y. H., Kim, S.-J., Ahn, S. G., Doh, J.-H., Cho, Y.-H., & Kim, J. W. (2021). A randomized, open-label, parallel, multi-center Phase IV study to compare the efficacy and safety of atorvastatin 10 and 20 mg in high-risk Asian patients with hypercholesterolemia. *PLOS ONE*, 16(1), e0245481-. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245481>

Koca, R. B., Güven, O., Çelik, M. S., & Fıratlı, E. (2020). Wetting properties of blood lipid fractions on different titanium surfaces. *International Journal of Implant Dentistry*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40729-020-00213-x>

Kopf, B. S., Ruch, S., Berner, S., Spencer, N. D., & Maniura-Weber, K. (2015). The role of nanostructures and hydrophilicity in osseointegration: In-vitro protein-adsorption and blood-interaction studies. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 103(8), 2661–2672.

Krause, A., Cowles, E. A., & Gronowicz, G. (2000). Integrin-mediated signaling in osteoblasts on titanium implant materials. *Journal of Biomedical Materials Research*, 52(4), 738–747.

Krieger, M. (1998). The “best” of cholesterol, the “worst” of cholesterol: A tale of two receptors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(8), 4077–4080. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.8.4077>

Lee, C.-H., Jung, K.-H., Cho, D. J., & Jeong, S.-K. (2019). Effect of warfarin versus aspirin on blood viscosity in cardioembolic stroke with atrial fibrillation: a prospective clinical trial. *BMC Neurology*, 19(1), 82. <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1315-5>

Li, R., Shi, T., Xing, E., & Qu, H. (2021). Atorvastatin calcium tablets on inflammatory factors, hemorheology and renal function damage indexes in patients with diabetic nephropathy. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 37(5). <https://doi.org/10.12669/pjms.37.5.4045>

Mavrogenis, A. F., Dimitriou, R., Parvizi, J., & Babis, G. C. (2009). Biology of implant osseointegration. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 9(2), 61–71.

Mei, S., Dong, F., & Rahman Khan, M. S. (2018). Effects of Biomineralization on Osseointegration of Pure Titanium Implants in the Mandible of Beagles. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 76(10), 2104.e1-2104.e10. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.06.015>

Mellwig, K. (2003). Heparin-induced extracorporeal low-density lipoprotein precipitation. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, 7(3), 365–369.

Olson, W. C., Smolkin, M. E., Farris, E. M., Fink, R. J., Czarkowski, A. R., Fink, J. H., Chianese-Bullock, K. A., & Slingluff, C. L. (2011). Shipping blood to a central laboratory in multicenter clinical trials: effect of ambient temperature on specimen temperature, and effects of temperature on mononuclear cell yield, viability and immunologic function. *Journal of Translational Medicine*, 9(1), 1–13.

Park, J. H., Schwartz, Z., Olivares-Navarrete, R., Boyan, B. D., & Tannenbaum, R. (2011). Enhancement of surface wettability via the modification of microtextured titanium implant surfaces with polyelectrolytes. *Langmuir*, 27(10), 5976–5985.

- Rupp, F., Liang, L., Geis-Gerstorfer, J., Scheideler, L., & Hüttig, F. (2018). Surface characteristics of dental implants: A review. *Dental Materials*, 34(1), 40–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dental.17.09.007>
- Smith, S. A., Travers, R. J., & Morrissey, J. H. (2015). How it all starts: Initiation of the clotting cascade. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 50(4), 326–336.
- Spijker, H. T., Graaff, R., Boonstra, P. W., Busscher, H. J., & van Oeveren, W. (2003). On the influence of flow conditions and wettability on blood material interactions. *Biomaterials*, 24(26), 4717–4727.
- Stancu, C., & Sima, A. (2001). Statins: mechanism of action and effects. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 5(4), 378–387. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2001.tb00172.x>
- Taylor, J. M., & Fan, J. (1997). Transgenic rabbit models for the study of atherosclerosis. *Front. Biosci.*, 2(4), 298–308.
- Tomaiuolo, G. (2014). Biomechanical properties of red blood cells in health and disease towards microfluidics. *Biomicrofluidics*, 17;8(5).
- Velasco-Ortega, E., Ortiz-Garcia, I., Jiménez-Guerra, A., Núñez-Márquez, E., Moreno-Muñoz, J., Rondón-Romero, J. L., Cabanillas-Balsera, D., Gil, J., Muñoz-Guzón, F., & Monsalve-Guil, L. (2021). Osseointegration of sandblasted and acid-etched implant surfaces. A histological and histomorphometric study in the rabbit. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16), 8507.
- Wennerberg, A., Svanborg, L. M., Berner, S., & Andersson, M. (2013). Spontaneously formed nanostructures on titanium surfaces. *Clinical Oral Implants Research*, 24(2), 203–209. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02429.x>
- Wiemer, J., Winkler, K., Baumstark, M., März, W., & Scherberich, J. E. (2002). Influence of low molecular weight heparin compared to conventional heparin for anticoagulation during haemodialysis on low density lipoprotein subclasses. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 17(12), 2231–2238.
- Zivelin, A., Vijaya Mohan Rao, L., & Rapaport, S. I. (1993). Mechanism of the anticoagulant effect of warfarin as evaluated in rabbits by selective depression of individual: Procoagulant vitamin K-dependent clotting factors. *Journal of Clinical Investigation*, 92(5), 2131–2140. <https://doi.org/10.1172/JCI116814>

DETERMINATION of the ANTI-INFLAMMATORY CYTOKINES in SMOKING INDIVIDUALS with PERIODONTITIS

SİGARA İÇEN PERİODONTİTİSLİ BİREYLERDE ANTI-INFLAMMATUVAR SİTOKİNLERİN BELİRLENMESİ

Gökhan Kasnak¹, Emre Cantürk Ural¹, Liubov Karagülle¹, Cansu Başgeçmez²

¹ Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

² Profesör, İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ABSTRACT

Periodontitis, a chronic condition impacting the supportive tissues of teeth, manifests when the host's immune response becomes imbalanced with periodontal pathogens. Smoking emerges as a significant risk factor in both initiation and progression of periodontitis. During inflammatory process, a conspicuous upregulation of both proinflammatory and regulatory cytokines is unavoidable. Resolution of inflammation holds significance in the context of periodontitis, predominantly orchestrated by immune cells generating interleukin (IL)-4 and IL-10. Objective of this study was to evaluate the local and systemic involvement of IL-4 and -10 in individuals with severe periodontitis who are smokers. 60 individuals with Stage III Grade C periodontitis were recruited, comprising both smokers and non-smokers, along with an additional 60 periodontally healthy individuals who were divided into smoking and non-smoking categories. Comprehensive periodontal indices were documented for all participants, and both venous blood and gingival crevicular fluid (GCF) samples were obtained for cytokine level analysis. Levels of IL-4 and -10 in GCF and serum samples were determined using a multiplex immunoassay. Statistical evaluation involved the use of Mann-Whitney U, Student-t, and Chi-square tests. In our investigation, all periodontal indices among individuals with periodontitis exhibited a statistically significant elevation compared to those of their healthy counterparts ($p<0.05$). Levels of IL-4 and -10 in GCF of non-smoking and smoking individuals with periodontitis were

notably lower than those in the GCF of healthy individuals ($p<0.05$). Smoking individuals with periodontitis had the lowest GCF IL-4 levels than other groups ($p<0.05$). Serum concentrations of IL-4 and -10 in periodontitis patients who were smoking exhibited a reduction compared to all other groups ($p<0.05$). It can be inferred that the onset and advancement of periodontal inflammation might be attributed to a deficiency or inadequate response of anti-inflammatory. Smoking could potentially act as a co-suppressor for IL-4 and -10.

Keywords: Interleukin, Gingival crevicular fluid, Plasma, Serum, Periodontitis, Nicotine

ÖZET

Periodontitis, dişleri destekleyen dokuları etkileyen kronik bir hastalık olup periodontal patojenlere karşı konak bağışık yanıt dengesizliklerinde ortaya çıkar. Sigara, periodontitisin başlangıcında ve ilerlemesinde önemli bir risk faktörüdür. İnflamatuvar süreç sırasında, sitokinlerin belirgin bir şekilde artışı kaçınılmaz olup inflamasyonun çözülmesi periodontitiste önem taşımaktadır. İnflamasyonun çözülmesinde başlıca rol alan sitokinler interlökin (IL)-4 ve IL-10'dur. Bu çalışmanın amacı, şiddetli periodontitisli, sigara içen bireylerde IL-4 ve -10'un lokal ve sistemik katılımını değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda, sigara içen ve içmeyen olarak ayrılmış Evre III Derece C periodontitisli 60 birey ile yine sigara içen ve içmeyen olarak ayrılmış periodontal olarak sağlıklı 60 birey çalışmaya dahil edildi. Periodontal indekslerin kaydını takiben IL-4 ve

IL-10 düzeylerinin serumda ve diş eti oluşu sıvısındaki (DOS) analizi için tüm katılımcılardan venöz kan ve DOS örnekleri alındı. Sitokişn değerleri multipleks immunoassay yöntemi ile belirlendi. İstatistiksel değerlendirme Mann-Whitney U, Student-t ve Ki-kare testleri kullanılarak yapıldı. Araştırmamızda, periodontitisli bireyler arasında tüm periodontal indekslerin, sağlıklı bireylere oranla istatistiksel olarak önemli ölçüde yüksek olduğu bulundu ($p<0.05$). Sigara içmeyen ve içen periodontitisli bireylerin DOS IL-4 ve -10 düzeyleri, sağlıklı bireylerinkinden belirgin olarak daha düşüktü ($p<0.05$). Sigara içen periodontitisli bireylerin DOS IL-4 düzeyleri ise diğer tüm gruplardan daha düşük bulundu ($p<0.05$). Serum IL-4 ve -10 konsantrasyonları sigara içen periodontitisli bireylerde, diğer tüm gruplara kıyasla düşüktü ($p<0.05$). Sonuç olarak, periodontal inflamasyonun başlaması ve ilerlemesi, anti-inflamatuarın yetersiz yanıtına veya eksikliğine bağlanabilir. Sigara, potansiyel olarak IL-4 ve -10 için baskılayıcı bir işlev görebilir.

Anahtar Kelimeler: İnterlökin, Diş eti oluşu sıvısı, Plazma, Serum, Periodontitis, Nikotin

INTRODUCTION

Periodontitis is defined as a bacterial infection causing tissue damage and tooth loss. In the pathogenesis of periodontal disease, besides the mechanisms through which pathogenic microorganisms cause damage, environmental and genetic risk factors also play a significant role (Beck et al., 2000; Kinane and Chestnutt, 2000; Salvi et al., 1997). The part of smoking as a risk factor in periodontitis is thoroughly established (Gonçaves et al., 2011). Smoking seems to alter the composition, encourage the colonization of crucial periodontal pathogens, and impact bacterial aggregation, rather than affecting the rate and quantity of plaque accumulation (Bunæs et al., 2017a). It is conceivable that numerous mechanisms contributing to tissue degradation in periodontitis among tobacco smokers could differ significantly from those in non-smokers (Palmer et al., 2005).

Immune mechanisms triggered by host-bacteria interaction lead to the abundant release of inflammatory mediators, initiating tissue destruction (Okada and Murakami, 1998). Among these inflammatory mediators are pro-inflammatory cytokines, which play a significant

role in the pathogenesis of periodontitis and serve as immune-regulatory agents derived from T lymphocytes (Gemmell et al., 1997; Kusumoto et al., 2004; Okada and Murakami, 1998). It is believed that the cytokine response plays a critical role in the pathogenesis of periodontal disease. A proper cytokine response against microbial plaque is accepted to be associated with a protective immune balance and a stable periodontal disease condition. Conversely, an inappropriate response alters the immune balance in a way that increases tissue destruction, leading to the progression of periodontal disease (Seymour and Gemmell, 2001). According to the Al-Hamoudi et al. the reduced expression of anti-inflammatory cytokines in the gingivocrevicular fluid (GCF) might have worsened clinic and radiographic periodontal inflammatory parameters (Al-Hamoudi et al., 2020).

Numerous studies have shown that anti-inflammatory cytokines, such as IL-4 and IL-10, have the ability to suppress the production of pro-inflammatory cytokines from effector cells like macrophages (Giannopoulou et al., 2003a; Kinney et al., 2014; Ozer Yucel, 2015; Stolf et al., 2023). IL-4 effectively suppresses macrophage function by inhibiting the secretion of IL-1 β , tumor necrosis factor- α (TNF- α), and IL-6. Additionally, it hinders the secretion of prostaglandin (PGE2) by human monocytes, thereby contributing to bone resorption. Moreover, the localized deficiency of IL-4 in diseased periodontal tissues has been linked to the activity and progression of periodontal disease (Kamma et al., 2004). IL-10 is a potent anti-inflammatory cytokine that suppresses both immunoproliferative and inflammatory responses. It has the ability to downregulate the synthesis of proinflammatory cytokines and chemokines, including IL-1, IL-6, and TNF- α . Additionally, IL-10 can suppress the synthesis of nitric oxide, gelatinase, and collagenase. Specific neutralization of IL-10 leads to an upregulation in the synthesis of IL-1 and TNF- α . Therefore, IL-10 is also considered a crucial regulator of bone homeostasis in both homeostatic and inflammatory conditions (Borbour et al., 1997; Zhang et al., 2014).

In our hypothesis, we postulated that the clinical parameters and concentrations of anti-inflammatory cytokines in both serum and gingival crevicular fluid (GCF) would deteriorate in the presence of smoking, irrespective of the severity of periodontitis. Consequently, the objective of this study is to assess the levels of IL-

4 and IL-10 in both serum and GCF among individuals with Stage III Grade C periodontitis who are smokers, and non-smokers and compare them with periodontally healthy individuals in both smoker, and non-smoker categories.

MATERIALS and METHODS

The study comprised 120 participants in total, who were referred to the periodontology department of Istanbul University faculty of dentistry between the years 2008-2010. Based on the retrieved data, four study groups were created according to the 2018 Periodontal disease classification (Papapanou et al., 2018a). Group I consisted of 30 periodontally healthy non-smokers, Group II consisted of 30 periodontally healthy smokers, Group III consisted of 30 non-smokers with Stage III periodontitis, and Group IV consisted of 30 smokers with Stage III periodontitis. The study excluded individuals with systemic health conditions, pregnant or lactating individuals, those on long-term medication, individuals who have taken antibiotics for any health issues in the past three months, as well as individuals who have undergone radiotherapy or chemotherapy. The criteria for oral evaluation in our study encompass a minimum of 14 teeth, absence of recent periodontal treatment, absence of periodontal surgical treatment, non-usage of removable dentures, absence of ongoing orthodontic treatment, and lack of parafunctional habits. The study's inclusion criteria do not take into account the daily quantity of cigarettes consumed (a minimum of 10 for smokers and no smoking history for non-smokers) or the duration of smoking (at least five years for smokers).

All the participants underwent examination by a trained researcher (ECU), who used a standardized periodontal probe (UNC-15, Hu Friedy, IL, USA) to measure and record the plaque index (PI), gingival index (GI), probing pocket depths (PPD), clinical attachment levels (CAL), and bleeding on probing (BOP) values. The clinical measures were obtained from six specific locations surrounding each tooth, using the mesial and distal lines as reference points: mesiobuccal, buccal midpoint, distobuccal, mesiopalatal/lingual, palatal/lingual midpoint, and distopalatal/lingual.

The GCF samples were obtained from two tooth areas with a depth of 5 mm or greater,

utilizing standardized paper filters. The control group involved collecting samples from both the front and posterior teeth, using uniform paper filters. The weights of the standardized paper strips were measured and recorded using a precision scale before obtaining GCF samples, while they were still inside the Eppendorf tubes. Upon collection, the samples were subsequently transferred into Eppendorf tubes, re-weighed, and the reported weights were documented. The weight discrepancy between the two measurements was subsequently converted to microliters (μl), and all samples were preserved at a temperature of -80°C until biochemical investigations were carried out.

In order to acquire plasma samples, a volume of 9 ml of venous blood was drawn from each person. Subsequently, the blood was subjected to centrifugation to separate the serum part, which was then preserved at a temperature of -80°C until it was ready for biochemical tests. The samples were analyzed for cytokine levels using cytokine multiplex immunoassay kits on a Luminex 100TM instrument, following the manufacturer's protocols.

The data were analyzed utilizing the SPSS 21 computer software (SPSS, IBM Inc. Chicago, IL, USA). The Student t-test was used to compare quantitative data with a normal distribution between two groups. If the parameters did not follow a normal distribution, the Mann-Whitney U test was employed to compare two groups. The qualitative data was compared using both the Chi-square test and Fisher's Exact Chi-square test. Spearman's rho correlation analysis was employed to investigate the links between parameters that had a non-normal distribution. The significance level was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Table 1 presents the participants' demographic characteristics and smoking status as recorded in the study. The participants' clinical periodontal index measurement values are displayed in Table 2. The plaque index (PI), gingival index (GI), probing pocket depths (PPD), and clinical attachment levels (CAL) values were observed to be significantly higher in Group III compared to Group I ($p=0.001$).

TABLE 1: Demographic data and the smoking status of the study population

	Group I (n=30)	Group II (n=30)	Group III (n=30)	Group IV (n=30)
	Mean ± sd	Mean ± sd	Mean ± sd	Mean ± sd
Age	38.24 ± 6.42	35.32 ± 2.38	39.10 ± 4.63	38.18 ± 6.57
Smoking (cigarette/day)	-	15.50 ± 2.81	-	16.46 ± 2.30

(Group I: Periodontally healthy non-smoker individuals; Group II: Periodontally healthy smoker individuals; Group III: Non-smoker individuals with stage III grade C periodontitis; Group IV: Smoker individuals with stage III grade C periodontitis).

TABLE 2: Comparison of the clinical periodontal index scores of the study groups.

	Group I (n=30)	Group II (n=30)	Group III (n=30)	Group IV (n=30)	p				
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	Group I vs II	Group III vs IV	Group I vs III	Group II vs IV	
PI	+	9 (30.0)	6 (20)	24 (80)	27 (90)	0.565	1.000	0.001*	0.001*
	-	21 (70)	24 (80)	6 (20)	3 (10)				
GI	0	27 (90)	27 (90)	0 (0)	0 (0)	0.274	0.001*	0.001*	0.002*
	1	0 (0)	3 (10)	6 (20)	18 (60)				
	2	3 (10)	0 (0)	24 (80)	12 (40)				
PPD	1-3 mm	30 (100)	30 (100)	0 (0)	0 (0)	-	0.059	0.001*	0.001*
	5-6 mm	0 (0)	0 (0)	21 (70)	15 (50)				
	≥ 7 mm	0 (0)	0 (0)	9 (30)	15 (50)				
BOP	+	0 (0)	0 (0)	27 (90)	24 (80)	-	0.344	0.001*	0.001*
	-	30 (100)	30 (100)	3 (10)	6 (20)				
CAL	1.21 ± 0.81	0.82 ± 0.25	7.20 ± 0.40	6.95 ± 0.90	0.388	0.082	0.001*	0.001*	

p<0.05 accepted as statistically significant. * Indicates the statistically significant difference between the groups. A significant difference was observed between the periodontally healthy and periodontitis subjects in terms of all measured periodontal index. As expected, the index scores of the periodontitis patients were higher. (PI: Plaque index; GI: Gingival index; PPD: Probing pocket depth; BOP: Bleeding on probing; CAL: Clinical attachment level; Group I: Periodontally healthy non-smoker individuals; Group II: Periodontally healthy smoker individuals; Group III: Non-smoker individuals with stage III grade C periodontitis; Group IV: Smoker individuals with stage III grade C periodontitis)

The levels of IL-4 and -10 in the GCF of Group III were notably lower than those in the GCF of Group I (p<0.001, p<0.001, respectively). The levels of IL-4 and -10 GCF in Group IV were found to be significantly less compared to Group II (p=0.038, p<0.001; respectively). Group III exhibited higher IL-4 and -10 concentration in the GCF compared to Group IV (p=0.034, p=0.040; respectively). Furthermore, Group I showed higher amounts of IL-4 and -10 in GCF samples than the Group II (p=0.042, p=0.030; respectively).

A significant difference in the levels of IL-10 among the study groups was not detected, however, Group I had the highest concentration of IL-4 (p=0.035, p=0.047, p=0.024, p=0.048; respectively) (Table 3).

TABLE 3: Gingival crevicular fluid (GCF) levels and plasma concentrations of interleukin (IL)-4 and -10.

		Group I (n=30)	Group II (n=30)	Group III (n=30)	Group IV (n=30)	p			
		Mean ± sd	Mean ± sd	Mean ± sd	Mean ± sd	Group I vs II	Group III vs IV	Group I vs III	Group II vs IV
GCF	IL-4 (pg/µl)	1.22 ± 0.19	1.03 ± 0.93	0.98 ± 0.06	0.80 ± 0.05	0.042*	0.034*	0.001*	0.038*
	IL-10 (pg/µl)	1.29 ± 0.75	1.08 ± 0.37	0.08 ± 0.03	0.04 ± 0.08	0.030*	0.040*	0.001*	0.001*
SERUM	IL-4 (pg/µl)	5.23 ± 0.66	4.59 ± 0.84	4.06 ± 0.43	3.69 ± 0.51	0.035*	0.047*	0.024*	0.048*
	IL-10 (pg/µl)	4.31 ± 0.36	4.94 ± 0.72	4.56 ± 0.43	4.97 ± 0.97	0.456	0.428	0.478	0.429

p<0.05 accepted as statistically significant. * Indicates the statistically significant difference between the groups. Smoker individuals had an increased secretion of IL-4 and IL-10 in comparison to those of their counterparts. Periodontitis patients had elevated levels of IL-4 and IL-10 in comparison to individuals who had healthy periodontal conditions. However, plasma levels of IL-10 showed no difference between the groups. (Group I: Periodontally healthy non-smoker individuals; Group II: Periodontally healthy smoker individuals; Group III: Non-smoker individuals with stage III grade C periodontitis; Group IV: Smoker individuals with stage III grade C periodontitis).

DISCUSSION

Multiple investigations have been carried out to determine the amounts and functions of pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokines in periodontitis, specifically in the gingiva crevicular fluid (GCF) and serum (Almejadi and Alghamdi, 2018; Kinney et al., 2014; Robati et al., 2011a). In 2017, the categorization of periodontal disorders underwent revision, resulting in the adoption of a multi-dimensional classification system for these diseases. Furthermore, the declining influence of risk factors, such as smoking and diabetes, on the deterioration of periodontal tissue has been incorporated (Papapanou et al., 2018b). Interleukin (IL)-4 and -10 are well known for their anti-inflammatory properties and their involvement in the development of periodontal disease (Gemmell et al., 1997; Seymour et al., 2009).

The current study specifically focused on the new categorization of periodontal disease and examined the levels of IL-4 and IL-10 in the gingival crevicular fluid (GCF) and serum of persons belonging to different groups: Group I consisted of periodontally healthy nonsmokers, Group II consisted of periodontally healthy individuals who smoke, Group III consisted of nonsmokers with Stage III periodontitis, and Group IV consisted of smokers with Stage III periodontitis and distinct disparities among the research groups have been recognized.

Our data shows that the levels of IL-4 in the gingival crevicular fluid (GCF) of healthy individuals who do not smoke are higher than

those of non-smoking patients with Stage III periodontitis. In addition, upon comparing the levels of IL-4 in the gingival crevicular fluid of Stage III periodontitis patients who smoke and those who do not smoke, we noted a similar pattern with the findings of the healthy individuals. Consistent with our research findings, Pradeep et al., observed a decline in the average level of IL-4 in gingival crevicular fluid (GCF) when periodontal health transitioned to disease (Pradeep et al., 2008). Giannopoulou et al., shown that IL-4 levels were elevated in the periodontally healthy group, while being significantly reduced in the periodontal disease group (Giannopoulou et al., 2003a). These findings align with the research conducted by Kabashima et al., which indicated the absence of IL-4 in GCF from highly inflamed areas (Kabashima et al., 1996).

This study also demonstrated that the levels of IL-10 in the GCF were reduced when individuals who were periodontally healthy engaged in smoking. Furthermore, our findings indicate that smoking significantly inhibits the secretion of IL-10 in individuals with periodontitis. Casarin et al., found that aggressive periodontitis has reduced levels of IL-10 production, which aligns with our own findings (Casarin et al., 2010). Contrary to our results, the study conducted by Al-Ghurabi did not observe any variations in the levels of IL-10 in the gingival crevicular fluid (GCF) between patients with chronic periodontitis and healthy individuals, as well as between smokers and non-smokers (Al-Ghurabi, 2013). The discrepancy in the findings between Al-Ghurabi's study and ours could potentially be attributed to differences in the criteria used for selecting patients. Our study included individuals with Stage III grade C periodontitis, which can be categorized as severe or aggressive. In contrast, Al-Ghurabi included patients with chronic periodontitis.

A further component of this investigation is assessing the serum levels of IL-4 and IL-10 in each of the study groups. Non-smoker individuals with healthy periodontal conditions had elevated levels of plasma IL-4 and IL-10 compared to smokers. However, there was no statistically significant difference observed in serum IL-10 levels between patients with non-smoking Stage III Grade C periodontitis and those who were smokers. Additionally, neither smokers nor non-smokers with optimal periodontal health exhibited this difference. There is a considerable

amount of research in the existing literature that investigates the correlation between plasma levels of IL-4 and IL-10 and periodontal disease. Nevertheless, like our investigation, many studies yield varying results (Chen et al., 2015; Mattuella et al., 2013; Mendes Duarte et al., n.d.; Moretti et al., 2015; Robati et al., 2011b). Based on the existing data, it appears that the primary discrepancy in the studies is to the collection of samples, the techniques used for testing, and the presence of genetically distinct populations. Therefore, it is necessary to conduct a cytokine assay utilizing more sophisticated techniques on a local tissue sample or gingival crevicular fluid (GCF) in order to confirm these findings.

Smoking, which is known to have an impact on the severity of periodontal disease and serum cytokine levels, was deemed a confounding factor (Passoja et al., 2010). The current investigation found correlations between smoking and the levels of IL-4 and IL-10 in the GCF, as well as the plasma levels of IL-4. However, no correlation was detected between smoking and the plasma level of IL-10. This aligns with the findings of Giannopoulou et al., who examined the levels of IL-4 in GCF in patients with gingivitis and periodontitis in relation to smoking (Giannopoulou et al., 2003b). Furthermore, it was shown that the levels of inflammatory cytokines did not show significant changes in smoker periodontitis patients, even after undergoing initial periodontal treatment, which provides strong evidence for the suppressive effect of smoking over the cytokine expression (Bunæs et al., 2017b). However, after six months following the initial periodontal therapy, the levels of both IL-4 and IL-10 in the GCF showed a tendency to increase compared to their baseline levels. The greater proportion of IL-4 and IL-10 in the GCF may be attributed to the immunoinflammatory hyperactivity pattern commonly observed in smokers (da Silva et al., 2022).

Cytokines play a pivotal role in modulating the immune response, particularly in the context of periodontitis, where inflammation is a central feature. Among these cytokines, IL-4 and IL-10 are of particular interest due to their anti-inflammatory properties. In smoking periodontitis patients, determining the levels of IL-4 and IL-10 is crucial as smoking has been shown to dysregulate cytokine production, exacerbating the inflammatory response in periodontal tissues. Monitoring these cytokines allows for a deeper understanding of the immune

dynamics in smokers with periodontitis and aids in risk assessment and treatment planning. Moreover, establishing parallelism between clinical parameters, such as probing depth and clinical attachment loss, and anti-inflammatory cytokine levels provides valuable insights into disease severity and progression (da Silva et al., 2022; Martins et al., 2019; Miranda et al., 2020; Taiete et al., 2019). However, Studies involving individuals with severe periodontitis typically focus on identifying predictive factors for long-term surveillance, particularly tooth loss or disease recurrence, rather than short-term therapy outcomes. Understanding the intricate relationship between clinical characteristics and immunopathological patterns is essential for accurately evaluating the risk of periodontitis in a population, given the complexity of its etiology. Therefore, integrative approach enables clinicians to tailor interventions effectively, targeting not only the clinical manifestations but also the underlying immunopathological mechanisms driving periodontal disease in smokers. Additionally, analyzing IL-4 and IL-10 levels in the GCF offers valuable insights into the immune response within the periodontal tissues. Elevated levels of IL-4 and IL-10 indicate an anti-inflammatory environment, potentially indicative of disease resolution or stability. Integrating these diagnostic approaches allows for a comprehensive understanding of periodontal health status, facilitating personalized treatment planning and monitoring of therapeutic outcomes.

One potential disadvantage of our study is that we only assessed the absolute amounts of anti-inflammatory cytokines. Conversely, our study excels in assessing the patterns of anti-inflammatory cytokines both locally and systemically when exposed to a significant risk factor, smoking.

CONCLUSION

In conclusion, the findings of this study support the initial hypothesis, as heavy smokers exhibited a diminished inflammatory response, as seen by decreased expression of gingival crevicular fluid indicators. This reduction was particularly notable for proinflammatory markers and chemokines. This could be a crucial advancement in understanding the development of the disease and devising targeted treatments and preventive measures. Further investigations should be specifically planned to examine the collective

influence of diabetes mellitus and smoking on the progression of periodontitis, focusing on the correlation with cytokine levels.

ETHICAL APPROVAL

The study design was approved by the Istanbul University Faculty of Medicine Ethics Committee and granted by the Istanbul University Scientific Projects (1217).

REFERENCES

- Al-Ghurabi, B.H., 2013. Impact of Smoking on the IL-1B, IL-8, IL-10, IL-17 and TNF- α Production in Chronic Periodontitis Patients. *Journal of Asian Scientific Research* 3, 462–470.
- Al-Hamoudi, N., Alsahhaf, A., Al Deeb, M., Alrabiah, M., Vohra, F., Abduljabbar, T., 2020. Effect of scaling and root planing on the expression of anti-inflammatory cytokines (IL-4, IL-9, IL-10, and IL-13) in the gingival crevicular fluid of electronic cigarette users and non-smokers with moderate chronic periodontitis. *J Periodontal Implant Sci* 50, 74–82. <https://doi.org/10.5051/jpis.2020.50.2.74>
- Almehmadi, A.H., Alghamdi, F., 2018. Biomarkers of alveolar bone resorption in gingival crevicular fluid: A systematic review. *Arch Oral Biol*. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.05.004>
- Beck, J.D., Slade, G., Offenbacher, S., 2000. Oral disease, cardiovascular disease and systemic inflammation. *Periodontol* 2000 23, 110–120. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0757.2000.2230111.X>
- Borbour, S.E., Nakashima, K., Zhang, J.B., Tangada, S., Hahn, C. Lo, Schenkein, H.A., Tew, J.G., 1997. Tobacco and smoking: Environmental factors modify the host response (immune system) and have an impact on periodontal health. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 8, 437–460. <https://doi.org/10.1177/10454411970080040501>
- Bunæs, D.F., Mustafa, M., Mohamed, H.G., Lie, S.A., Leknes, K.N., 2017a. The effect of smoking on inflammatory and bone remodeling markers in gingival crevicular fluid and subgingival

- microbiota following periodontal therapy. *J Periodontal Res* 52, 713–724. <https://doi.org/10.1111/JRE.12438>
- Bunæs, D.F., Mustafa, M., Mohamed, H.G., Lie, S.A., Leknes, K.N., 2017b. The effect of smoking on inflammatory and bone remodeling markers in gingival crevicular fluid and subgingival microbiota following periodontal therapy. *J Periodontal Res* 52, 713–724. <https://doi.org/10.1111/JRE.12438>
- Casarin, R.C.V., Del Peloso Ribeiro, É., Mariano, F.S., Nociti, F.H., Casati, M.Z., Gonçalves, R.B., 2010. Levels of Aggregatibacter actinomycetemcomitans, Porphyromonas gingivalis, inflammatory cytokines and species-specific immunoglobulin G in generalized aggressive and chronic periodontitis. *J Periodontal Res* 45, 635–642. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.2010.01278.x>
- Chen, X.T., Tan, J.Y., Lei, L.H., Chen, L.L., 2015. Cytokine levels in plasma and gingival crevicular fluid in chronic periodontitis. *Am J Dent* 28, 9–12.
- da Silva, R.V.C., Rangel, T.P., Corrêa, M.G., de Freitas Monteiro, M., Casati, M.Z., Ruiz, K.G., Sallum, E.A., Casarin, R.C.V., Sallum, A.W., 2022. Smoking negatively impacts the clinical, microbiological, and immunological treatment response of young adults with Grade C periodontitis. *J Periodontal Res* 57, 1116–1126. <https://doi.org/10.1111/JRE.13049>
- Gemmell, E., Marshall, R.I., Seymour, G.J., 1997. Cytokines and prostaglandins in immune homeostasis and tissue destruction in periodontal disease. *Periodontol* 14, 112–143. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0757.1997.TB00194.X>
- Giannopoulou, C., Kamma, J.J., Mombelli, A., 2003a. Effect of inflammation, smoking and stress on gingival crevicular fluid cytokine level. *J Clin Periodontol* 30, 145–153. <https://doi.org/10.1034/J.1600-051X.2003.300201.X>
- Giannopoulou, C., Kamma, J.J., Mombelli, A., 2003b. Effect of inflammation, smoking and stress on gingival crevicular fluid cytokine level. *J Clin Periodontol* 30, 145–153. <https://doi.org/10.1034/J.1600-051X.2003.300201.X>
- Gonçalves, R.B., Coletta, R.D., Silvério, K.G., Benevides, L., Casati, M.Z., Da Silva, J.S., Nociti, F.H., 2011. Impact of smoking on inflammation: Overview of molecular mechanisms. *Inflammation Research* 60, 409–424. <https://doi.org/10.1007/s00011-011-0308-7>
- Kabashima, H., Nagata, K., Hashiguchi, I., Toriya, Y., Iijima, T., Maki, K., Maeda, K., 1996. Interleukin-1 receptor antagonist and interleukin-4 in gingival crevicular fluid of patients with inflammatory periodontal disease. *Journal of Oral Pathology and Medicine* 25, 449–455. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0714.1996.tb00295.x>
- Kamma, J.J., Giannopoulou, C., Vasdekis, V.G.S., Mombelli, A., 2004. Cytokine profile in gingival crevicular fluid of aggressive periodontitis: Influence of smoking and stress. *J Clin Periodontol* 31, 894–902. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2004.00585.x>
- Kinane, D.F., Chestnutt, I.G., 2000. Smoking and periodontal disease. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 11, 356–365. <https://doi.org/10.1177/10454411000110030501>
- Kinney, J.S., Morelli, T., Oh, M., Braun, T.M., Ramseier, C.A., Sugai, J. V., Giannobile, W. V., 2014. Crevicular fluid biomarkers and periodontal disease progression. *J Clin Periodontol* 41, 113–120. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12194>
- Kusumoto, Y., Hirano, H., Saitoh, K., Yamada, S., Takedachi, M., Nozaki, T., Ozawa, Y., Nakahira, Y., Saho, T., Ogo, H., Shimabukuro, Y., Okada, H., Murakami, S., 2004. Human gingival epithelial cells produce chemotactic factors interleukin-8 and monocyte chemoattractant protein-1 after stimulation with Porphyromonas gingivalis via toll-like receptor 2. *J Periodontol* 75, 370–9. <https://doi.org/10.1902/jop.2004.75.3.370>
- Martins, E.S., César-Neto, J.B., Albuquerque-Souza, E., Rebeis, E.S., Holzhausen, M., Pannuti, C.M., Mayer, M.P.A., Saraiva, L., 2019. One-

year follow-up of the immune profile in serum and selected sites of generalized and localized aggressive periodontitis. *Cytokine* 116, 27–37. <https://doi.org/10.1016/J.CYTO.2018.12.019>

Mattuella, L.G., Campagnaro, M.B., Vargas, A.E., Xavier, L.L., Oppermann, R.V., Chies, J.A.B., Miranda, L.A., 2013. Plasma cytokines levels in aggressive and chronic periodontitis. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.715191> 71, 683–688. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.715191>

Mendes Duarte, P., da Rocha, M., Sampaio, E., Josefa Mestnik, M., Feres, M., Cristina Figueiredo, L., Ferreira Bastos, M., Faveri, M., n.d. Serum Levels of Cytokines in Subjects With Generalized Chronic and Aggressive Periodontitis Before and After Non-Surgical Periodontal Therapy: A Pilot Study; Serum Levels of Cytokines in Subjects With Generalized Chronic and Aggressive Periodontitis Before and After Non-Surgical Periodontal Therapy: A Pilot Study. <https://doi.org/10.1902/jop.2010.090732>

Miranda, T.S., Almeida, M.L., Marins, L.M., da Silva, H.D.P., Feres, M., Duarte, P.M., 2020. Might smoking assuage the pro-inflammatory effect of diabetes in periodontal sites? *Oral Dis* 26, 200–212. <https://doi.org/10.1111/odi.13206>

Moretti, S., Bartolommei, L., Galosi, C., Renga, G., Oikonomou, V., Zamparini, F., Ricci, G., Borghi, M., Puccetti, M., Piobbico, D., Eramo, S., Conti, C., Lomurno, G., Bartoli, A., Napolioni, V., Romani, L., 2015. Fine-tuning of Th17 Cytokines in Periodontal Disease by IL-10. *J Dent Res* 94, 1267–75. <https://doi.org/10.1177/0022034515591790>

Okada, H., Murakami, S., 1998. Cytokine expression in periodontal health and disease. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 9, 248–266. <https://doi.org/10.1177/10454411980090030101>

Ozer Yucel, O., 2015. Inflammatory Cytokines and the Pathogenesis of Periodontal Disease. *Immunome Res* 11, 19–22. <https://doi.org/10.4172/1745-7580.1000093>

Palmer, R.M., Wilson, R.F., Hasan, A.S., Scott, D.A., 2005. Mechanisms of action of environmental factors - Tobacco smoking. *J Clin Periodontol* 32, 180–195.

<https://doi.org/10.1111/J.1600-051X.2005.00786.X>

Papapanou, P.N., Sanz, M., Buduneli, N., Dietrich, T., Feres, M., Fine, D.H., Flemmig, T.F., Garcia, R., Giannobile, W. V., Graziani, F., Greenwell, H., Herrera, D., Kao, R.T., Kebschull, M., Kinane, D.F., Kirkwood, K.L., Kocher, T., Kornman, K.S., Kumar, P.S., Loos, B.G., Machtei, E., Meng, H., Mombelli, A., Needleman, I., Offenbacher, S., Seymour, G.J., Teles, R., Tonetti, M.S., 2018a. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* 89, S173–S182. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0721>

Papapanou, P.N., Sanz, M., Buduneli, N., Dietrich, T., Feres, M., Fine, D.H., Flemmig, T.F., Garcia, R., Giannobile, W. V., Graziani, F., Greenwell, H., Herrera, D., Kao, R.T., Kebschull, M., Kinane, D.F., Kirkwood, K.L., Kocher, T., Kornman, K.S., Kumar, P.S., Loos, B.G., Machtei, E., Meng, H., Mombelli, A., Needleman, I., Offenbacher, S., Seymour, G.J., Teles, R., Tonetti, M.S., 2018b. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* 89, S173–S182. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0721>

Passoja, A., Puijola, I., Knuuttila, M., Niemelä, O., Karttunen, R., Raunio, T., Tervonen, T., 2010. Serum levels of interleukin-10 and tumour necrosis factor- α in chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 37, 881–887. <https://doi.org/10.1111/J.1600-051X.2010.01602.X>

Pradeep, A.R., Roopa, Y., Swati, P.P., 2008. Interleukin-4, a T-helper 2 cell cytokine, is associated with the remission of periodontal disease. *J Periodontal Res* 43, 712–716. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.2007.01079.x>

Robati, M., Ranjbari, A., Ghafourian Boroujerdnia, M., Chinipardaz, Z., 2011a. Detection of IL-4, IL-6 and IL-12 serum levels in generalized aggressive periodontitis. *Iran J Immunol* 8, 170–5. <https://doi.org/IJIV8i3A4>

Robati, M., Ranjbari, A., Ghafourian Boroujerdnia, M., Chinipardaz, Z., 2011b. Detection of IL-4, IL-6 and IL-12 serum levels in generalized aggressive periodontitis. *Iran J Immunol* 8, 170–5. <https://doi.org/IJIV8i3A4>

Salvi, G.E., Lawrence, H.P., Offenbacher, S., Beck, J.D., 1997. Influence of risk factors on the pathogenesis of periodontitis. *Periodontol* 2000 14, 173–201. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0757.1997.TB00197.X>

Seymour, G., Scandinavica, E.G.-A.O., 2001, undefined, 2009. Cytokines in periodontal disease: where to from here? *Taylor & Francis* 59, 167–173. <https://doi.org/10.1080/000163501750266765>

Seymour, G.J., Gemmell, E., 2001. Cytokines in periodontal disease: where to from here? *Acta Odontol Scand* 59, 167–173. <https://doi.org/10.1080/000163501750266765>

Stolf, C.S., Sacramento, C.M., Alvarenga, C.A.P.G., Vieira, J.R., Araújo, C.F., Monteiro, M.F., Paz, H.E.S., Santamaria, M.P., Ruiz, K.G.S., Casarin, R.C.V., 2023. Immune response characterization of primary gingival fibroblasts from Grade C periodontitis patients. *J Periodontol* 94, 429–438. <https://doi.org/10.1002/JPER.22-0356>

Taiete, T., Monteiro, M.F., Casati, M.Z., do Vale, H.F., Ambosano, G.M.B., Nociti, F.H., Sallum, E.A., Casarin, R.C.V., 2019. Local IL-10 level as a predictive factor in generalized aggressive periodontitis treatment response. *Scand J Immunol* 90, 5–9. <https://doi.org/10.1111/sji.12816>

Zhang, Q., Chen, B., Yan, F., Guo, J., Zhu, X., Ma, S., Yang, W., 2014. Interleukin-10 inhibits bone resorption: A potential therapeutic strategy in periodontitis and other bone loss diseases. *Biomed Res Int.* <https://doi.org/10.1155/2014/284836>



DETOKS İÇECEKLERİNİN KOMPOZİT REZİNLERİN RENK DEĞİŞİMİNE VE BEYAZLIK İNDEKSİNE ETKİSİ

EFFECT OF DETOX DRINKS ON COLOR CHANGE AND WHITENESS INDEX OF COMPOSITE RESINS

Hasibe Sevilay Bahadır¹, Fehime Alkan Aygör¹, Özlem Seçkin Kelten¹

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; detoks içeceklerinin ve hidrojen peroksitin 3 farklı kompozit rezin üzerindeki renk değişimine ve beyazlık indeksine etkisini incelemektir. Herbir kompozit rezinden [mikrohibrit (Herculite, Kerr), bulk-fill (Sonic-fill, Kerr) ve minifill (Z200, 3M, ESPE)] on iki örnek hazırlandı. Başlangıç renk ölçümlerinin ardından örnekler, farklı türk detoks içeceklerine göre (distile su, detoks-defence, detoks-süper chia ve detoks-skinny) rastgele 4 gruba ayrıldı. 1., 7., 14. gün sonunda renk ölçümleri tekrarlanarak renk değişim değerleri (ΔE) hesaplandı. Daha sonra her bir kompozit rezin grubuna beyazlatma ajanı (Opalescence-Boost-40%, Ultradent) uygulandı. Beyazlatma işlemi uygulamasını takiben ΔE ve beyazlık indeksi ($\Delta WID1 = WID$ beyazlatma-WID başlangıç $\Delta WID2 = WID$ beyazlatma-WID renklenme) değerleri kaydedildi. Veriler Friedman ve Bonferroni testleri kullanılarak 0,05 anlamlılık düzeyinde analiz edildi. Detoks-defence içeceğine batırılan Sonicfill, Z200 ve Herculite örneklerinde 7. ve 14. günlerde renk değişimi ölçülemedi. Detoks-defence içeceğine batırılan Sonic-fill ($29 \pm 4,1$) örneklerinde gözlenen en yüksek renk değişikliği beyazlatma sonrasında görüldü. Distile suya batırılan Sonic-fill ($1,1 \pm 0,8$) örneklerinde gözlenen en düşük renk değişimi 7. günde görüldü. Detoks-süper chia içeceğine batırılan tüm örneklerde $\Delta E1$ ve ΔE bleaching değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ($p < 0,05$). Distile suya batırılan Herculite ve Z200 arasında 1., 7., 14. günde ve beyazlatma sonrasında fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Detoks-

süper chia içeceğine batırılan Herculite ve Z200 örnekleri ile detoks-skinny-içeceği içerisine batırılan Z200 örnekleri arasında $\Delta WID1$ ve $\Delta WID2$ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p < 0,05$). Sonic-fill materyalleri diğer rezin kompozitlere göre daha fazla renk değişimi göstermiştir. Detoks-defence içeceği diğer içeceklere göre daha fazla renklenmeye neden oldu. Detoks içeceklerinin türü test edilen materyallerin beyazlığı üzerinde etkili olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Renk değişimi, Detoks içeceği, Beyazlık İndeksi

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the effects of detox drinks and hydrogen peroxide on color change and whiteness index on 3 different composite resins. Twelve specimens were prepared from each composite resins [microhybrid (Herculite, Kerr), bulk-fill (Sonic-fill, Kerr) and minifill (Z200, 3M, ESPE)]. Following baseline color measurements, the specimens were randomly divided into 4 groups according to immersion solutions (distilled water, detox defence, detox super chia and detox skinny). At the end of 1st, 7th, 14th day test periods, color measurements were repeated, and color change values (ΔE) was calculated. Each resin group was applied on bleaching agent (Opalescence-Boost-40%, Ultradent). Following bleaching application, ΔE and changes of whiteness ($\Delta WID1 = WID$ bleaching- WID baseline, $\Delta WID2 = WID$ bleaching- WID

staining) values were recorded. Data were analyzed using the Friedman, Kruskal–Wallis, and Bonferroni tests at a significance level of 0.05. No color change could be measured in the Sonicfill, Z200 and Herculite specimens immersed in the detox-defense drink on the 7th, and 14th days. The highest level of discoloration observed for the Sonic-fill ($29 \pm 4,1$) specimens immersed in detox-defense drink was on the after bleaching. The lowest level of discoloration observed for the Sonic-fill ($1,1 \pm 0,8$) specimens immersed in distilled water was on the 7th day. For the all specimens immersed in detox-super chia drink statistically significant difference in $\Delta E1$ and ΔE bleaching values were detected ($p < 0.05$). There is a difference between Herculite and Z200 immersed in distilled water was on the 1st, 7th, 14th day and after bleaching ($p < 0.05$). For the Herculite and Z200 specimens immersed in detox-super chia drink and Z200 specimens immersed in detox-skinny-drink, statistically significant difference in $\Delta WID1$ and $\Delta WID2$ values were detected ($p < 0.05$). The Sonic-fill materials were more color change than the other resin composites. Detox-defence drink caused more staining than other drinks. The type of detox drinks had effect on the whiteness of the tested materials.

Keywords: Color change, Detox-drink, Whiteness Index

GİRİŞ

Estetik restoratif materyallerin son yıllarda yaygınlaşması ve hastaların ilgisinin artmasıyla birlikte rezin bazlı kompozitler (RBC) diş hekimliğinde oldukça sık kullanılan materyaller haline gelmiştir. Bununla birlikte rezin bazlı kompozitlerin bazı dezavantajları vardır. Bu dezavantajlar arasında ikincil/tekrarlayan çürükler, marjinal renk değişikliği, restorasyonun marjininin kırılması, dişin kırılması ve ağrı veya hassasiyete sebep olabileceği rapor edilmiştir (Mjör, 2000). Kabul edilemez renk değişimi, ön dişlerdeki RBC restorasyonlarının değiştirilmesinin birincil nedenidir (Yıkılğan, 2019). Bu dezavantajların üstesinden gelmek için, -RBC monomer kimyası, doldurucu teknolojisi ve yapısı, fizyo-kimyasal özellikleri sürekli olarak geliştirmektedir (Bahbishi, 2020). RBC ilgili son gelişmelerden biri de bulk-fill tekniğidir. Bulk-fill kompozitlerin en önemli avantajı 4-6 mm kalınlıkta, tek tabaka halinde yerleştirilmeleri

sayesinde klinik çalışma süresinin kısalması ve düşük polimerizasyon süreleri göstermeleridir (Ilie, 2013; El-Damanhoury, 2014; Bin Nooh, 2020; Gaviria-Martinez, 2022).

Ağız ortamında zaman içerisinde meydana gelen kompleks değişiklikler, belli bir süre içerisinde rezin bazlı kompozitlerin renginde değişikliklere yol açarak restorasyonların uzun dönem başarısını etkileyebilmektedir (Bin Nooh, 2020). Resin bazlı kompozitlerin renk değiştirmesini üç temel mekanizma (içsel renk değişikliği, yüzey/yüzey altı bozulması ve dışsal renk değişikliği) etkilemektedir. İçsel renk değişikliği, materyalin dış etkenlerden bağımsız olarak renk değiştirmesi olarak tanımlanır. Monomerin türü, doldurucu miktarı ve dağılımının yanı sıra dönüşüm derecesi ve materyalin vücuttaki fizikokimyasal reaksiyonları da dahil olmak üzere materyalin kimyasal yapısı, içsel renk bozulmasını etkiler (Türkün, 2004; Topcu, 2009; Ardu, 2017). Yüzey/yüzey altı bozulması, boyama ajanları yüzeyel kompozit katmanlarla reaksiyona girdiğinde meydana gelir. Pürüzlü bir restorasyon yüzeyi, kötü ağız hijyeni ve renkli yiyecek ve içeceklerin tüketilmesiyle oluşan yüzey lekelenmeleri dışsal renk değişikliğine neden olabilir (Domingos, 2014).

Çay, kahve, kırmızı şarap, meyve suyu ve kola gibi yaygın olarak tüketilen içeceklerin RBCde önemli renk bozulmasına neden olduğu rapor edilmiştir (Silva, 2021). Günümüzde bazal metabolizmayı hızlandırabilecek ve hücrel gençliği teşvik edebilecek, detoks içecekleri olarak adlandırılan içecekler tüketmek cazip bir alışkanlık haline gelmiştir (Degirmenci, 2020); fakat bu tür detoks içeceklerinin restorasyonların renk değişikliği gibi estetik görünümünü etkileyebilecek olumsuz etkileri olabilir.

Evde ve ofiste yapılan beyazlatma teknikleri, içsel ve dışsal faktörlerin neden olduğu pigmentasyon ve renklenmenin giderilmesinde etkili ve konservatif bir yaklaşım olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Matis 2009). Her iki teknikte de değişen konsantrasyonlarda hidrojen peroksit (HP) ve karbamid peroksit (CP) jelleri kullanılmaktadır (Matis, 2009). Beyazlatma ajanlarından salınan reaktif oksijen türleri (ROS), diş yapısına nüfuz eden kromoforları oksitleyerek ışığı daha fazla yansıtan daha küçük moleküllerin oluşmasına ve böylece dişlerin daha açık renklerle algılanmasına neden olur (Falkensammer, 2013). Ağartma prosedürleri sırasında ROS, mevcut restorasyonlarla da etkileşime girebilir; bu da önceki çalışmalarda

araştırmacıların ağartma maddelerinin restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve optik özellikleri üzerindeki etkilerini neden yoğun bir şekilde araştırdığını açıklamaktadır (Falkensammer, 2013; Araújo, 2019).

Bu in vitro çalışmanın amacı, 3 farklı rezin bazlı kompozitinin renk stabilitesini, 3 farklı detoks içeceğinin (defence, super chia, skinny) renklenmeye etkilerini ve ofis tipi beyazlatma işlemleri sonrasında renklenmiş RBCin beyazlık değişimini analiz etmektir. Bu çalışmanın boş hipotezleri şu şekilde sıralanmıştır:

1. Farklı RBCinin renk stabilitesi arasında anlamlı bir fark yoktur.
2. Farklı detoks içeceklerinin RBCi renklendirme etkinliği arasında anlamlı bir fark yoktur.
3. Ofis-tipi beyazlatma ajanının, renklenmiş materyaller üzerinde beyazlatma etkisinde anlamlı bir fark yoktur.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada; mikrohibrit (Herculite, Kerr, ABD), bulk-fill (Sonic-fill, Kerr, ABD) ve minifill (Z200, 3M, ESPE, ABD) olmak üzere 3 farklı rezin bazlı kompozit kullanılmıştır. Tablo 1'de üretici firma ve materyal içerikleri gösterilmiştir.

TABLE 1: Çalışmada Kullanılan Materyaller, İçerikler ve Üretici Firmalar

MATERYAL	MATERYAL TİPİ	ÖZELLİKLER	ÜRETİCİ FIRMA
SONIC-FILL	Direkt	Nano-hibrid	Kerr Corp; Orange, CA, ABD
	Kompozit	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDDMA, Bis-EMA, Silicon dioxide, barium glass, Zirconium okside	CA, ABD
HERCULITE	Direkt	Mikrohibrid	Kerr Corp; Orange, CA, ABD
	Kompozit	Bis-GMA, TEGDMA Borosilicatealuminum glass	CA, ABD
3M-Z200	Direkt	Mini-fill	3M, ESPE, ABD
	Kompozit		
OPTI DISK	Polisaj Disk	Aluminyum oksit	Kerr Corp; Orange, CA, ABD
	Seti		
OPALESCENCE-BOOST	Beyazlatma ajanı	%40 Hidrojen peroksit	Ultradent Products, ABD
DEFENCE	Detoks içeceği	Havuç, Portakal, Elma, Limon, Zerdeçal	Elite, Türkiye
SKINNY	Detoks içeceği	Salatalık, Elma, Ispanak, Marul, Nane	Elite, Türkiye
SUPER CHIA	Detoks içeceği	Böğürtlen, Muz, Chia	Elite, Türkiye

* Bis- EMA: bisphenol-A glycidylmethacrylate, Bis-GMA: bisphenol-A glycidylidimethacrylate, TEGDMA: triethyleneglycol dimethacrylate.

Çalışmanın şematik tasarımı Şekil 1' de gösterilmiştir. Gerekli minimum örnek sayısı, G*Power v.3.1 yazılımı (Heinrich Heine, Dusseldorf Üniversitesi, Düsseldorf, Almanya)

kullanılarak hesaplandı. 0,05 alfa (tip I hata), etki boyutu 0,4 ve beta power 0,90" (1 -tip II hata) belirlenmiş ve her grup için minimum tahmini örnek sayısı 12 olarak bulundu. Bu çalışmada, 2 mm yüksekliğinde ve 10 mm çapında şeffaf teflon kalıplara kompozit rezin yerleştirilerek toplam 144 örnek (her bir restoratif materyal 48 adet örnek) hazırlandı. Kompozit rezin yerleştirildikten sonra üst yüzey Mylar strip band ile kaplandı ve pürüzsüz bir yüzey elde etmek için bir cam plaka ile sıkıştırıldı. Daha sonra direkt kompozit rezinler bir LED ışık cihazı (1000 mW/cm², EliparS10, 3M ESPE, ABD) kullanılarak 20 saniye süreyle ile polimerize edildi. Cihazın standında bulunan LED radyometre ile numune hazırlama sırasında ışık yoğunluğu düzenli olarak kalibre edildi. Polimerizasyondan sonra tüm örnekler plastik kalıptan çıkarıldı ve 24 saat 37 °C'de distile suda saklandı.

Daha sonra bütün örnekler maksimum 12.000 rpm'de düşük turlu bir el aleti kullanılarak, ısı birikimini ve oluk oluşumunu önlemek için sürekli hareket eden tekrarlayan vuruş hareketiyle alimünyum oksit diskler (Optidisk, KERR) sırası ile kullanılarak polisaj yapıldı. Her birdisk uygulandıktan sonra, örneklerin üzerindeki artıkların giderilmesi için 10 saniye boyunca suyla iyice durulanmış ve 5 saniye hava ile kurutuldu. Her 5 örnekte için yeni bir disk kullanıldı. Değişkenliği azaltmak için bütün örnekler ve işlemler tek bir operatör tarafından yapıldı.

Başlangıç renk ölçümleri tamamlandıktan sonra örnekler, detoks içeceklere ve distile suya göre rastgele 4 gruba (n=12) ayrıldı. Örnekler, Defence (Turuncu, Elite, Türkiye), Super-Chia (Mor, Elite, Türkiye) ve Skinny (Yeşil, Elite, Türkiye) adlı detoks içeceklerinin içerisine daldırıldı. Örnekler etüv de 14 gün boyunca detoks içeceğinde 100 ml solüsyonlarda bekletildi. Tüm detoks içecekleri günlük olarak yeniden hazırlandı.

Örneklerin başlangıç ve detoks içeceklerinde 1., 7. Ve 14. gün sonundaki renk ölçümleri, bir dijital spektrofotometre (Vita Easyshade V, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) kullanılarak yapıldı. Spektrofotometrenin probu örneklerin merkezine yerleştirildi. Cihaz, üreticinin önerileri doğrultusunda kalibre edildikten sonra, yansıtıcı olmayan beyaz yüzey üzerinde her bir örnek için "L*, a* ve b*" değerlerinin ölçümü 3 kez gerçekleştirildi ve renk değişimi (ΔE) aşağıdaki

formüle göre hesaplandı. Her 9 ölçümün ardından spektrofotometre, üreticinin talimatlarına göre yeniden kalibre edildi.

$$\Delta E = [(L1-L2^*)^2 + (a1-a2^*)^2 + (b1-b2^*)^2]^{1/2}$$



ŞEKİL 1: Çalışma tasarımının şematik gösterimi

14 gün boyunca renklenmiş RBCe ofis-tipi beyazlatma ajanı olan Opalescence Boost (%40 hidrojen peroksit (HP), Ultradent, ABD) uygulandı. HP, örnekler üzerinde 20 dakika boyunca bekletildi ve üreticinin talimatlarına göre her 5 dakikada bir mikro fırça ile karıştırıldı. 20 dakika uygulama yapıldıktan sonra örnekler distile su ile yıkanıp kurutuldu.

Tüm gruplar beyazlatma işleminden sonra renkleme işleminde bahsedildiği gibi renk değerleri yeniden ölçüldü ve renk değişimi hesaplandı. Beyazlatma uygulamasından önce ve sonra beyazlık değişiminin değerlendirilmesi için, aşağıdaki formülle ifade edilen Diş Hekimliği Beyazlık İndeksi (WID) hesaplandı (Araújo, 2019).

$$WID = 0.511L^* - 2.324a^* - 1.100b^*$$

Beyazlık değişimi ise aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Araújo et al. 2019).

$$WID1 = WID \text{ (beyazlatma)} - WID \text{ (başlangıç)}$$

$$WID2 = WID \text{ (beyazlatma)} - WID \text{ (renklenme)}$$

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz SPSS 23.0 yazılımı (SPSS, IBM, ABD) kullanılarak elde edilen veriler analiz edildi. Renk değişimi ve beyazlık indeksi değişimi verilerinin normalliğini analiz etmek için Shapiro-Wilk testi yapıldı. Tekrarlayan ölçümlerde Friedman testi kullanıldı. İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farkları belirlemek amacıyla %95 güven aralığında Bonferroni testi uygulandı. P=0.05 istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi.

BULGULAR

RBCin detoks içeceklerine daldırıldıktan sonra ortanca ΔE değerleri ve standart sapmaları Tablo 2'de gösterilmektedir. En yüksek renk değişimi defence detoks içeceğinde ($29 \pm 4,1$) saptanırken; en düşük renk değişim değeri distile suda ($0,6 \pm 2,3$) saptanmıştır. Defence içeceğine daldırılan rezin bazlı kompozitlerin 7. ve 14. Gün renk değişim değerleri saptanamamıştır. 1. Gün renk değişim değerleri incelendiğinde Defence içeceği bütün materyallerde en fazla renk değişimine sebep olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Detoks-süper chia içeceğine daldırılan Herculite ($p=0.003$) ve 3M-Z200 ($p=0.016$) örneklerinin 1. gün ve beyazlatma sonrası renk değişimleri arasında fark bulunmuştur. Detoks-skinny içeceğinde daldırılan Herculite örneklerinin ($p=0.001$) ve 3M-Z200 ($p=0.005$) 14. gün ve beyazlatma sonrası renk değişimleri arasında fark bulunmuştur. Distile suya daldırılan 3M-Z200 RBC diğer RBCe göre 1., 7. ve 14. gün daha fazla renk değiştirmiştir ($p < 0.05$). Skinny içeceğine daldırılan Sonic-fill örnekleri, super chia içeceğine daldırılan Sonic-fill örneklerine göre 1., 7. ve 14. gün daha fazla renk değiştirmiştir ($p < 0.05$). Hem super chia hem de skinny detoks içeceğine daldırılan Sonic-fill rezin bazlı kompozit Herculite rezin bazlı kompozite göre daha fazla renk değiştirmiştir ($p < 0.05$).

Her bir rezin bazlı kompozit için beyazlatma uygulanan grubunun ortanca $\Delta WID1$ ve $\Delta WID2$ değerleri, standart sapmaları ve p değerleri Tablo 3'te gösterilmektedir. Super chia içeceğinden dolayı renklenen Herculite rezin bazlı kompozite uygulanan beyazlatma ajanı renklenmiş materyalin rengini beyazlatmıştır ($p=0.002$). Super chia ve skinny içeceğinden dolayı renklenen 3M-Z200 RBCe uygulanan beyazlatma ajanı renklenmiş materyalin rengini beyazlatmıştır ($p < 0.05$).

TABLO 2: Renk değişimi (ΔE) ortanca değerleri± standart sapmalar (SS).

		Distile	Su	Defence	Super-chia	Skinny
		(Ort±SS)	(Ort±SS)	(Ort±SS)	(Ort±SS)	(Ort±SS)
AE1	Herculite	0,6±2,3 ^{ABx}	7,9±5,5 ^{ACx}	6,8±2,5 ^{ABx}	2±2,4 ^{Bx}	
	Sonicfill	1,3±0,9 ^{AAx}	17,2±7,5 ^{BBy}	1,3±0,6 ^{AAx}	17,2±7,5 ^{ACy}	
	3M-Z200	13,2±3,3 ^{AAy}	18,6±1,8 ^{BBy}	5,3±1,3 ^{AAx}	7,2±7 ^{AAx}	
AE7	Herculite	0,8±0,8 ^{ABx}		1,9±2,3 ^{ABx}	2,5±0,8 ^{ABx}	
	Sonicfill	1,6±0,7 ^{AAx}		10,6±2,7 ^{AAy}	14,8±2,5 ^{ACy}	
	3M-Z200	6,2±6,8 ^{AAy}		9,6±2,9 ^{AAy}	6,9±2,3 ^{AAx}	
AE14	Herculite	1±2,3 ^{ABx}		2,6±0,9 ^{ABx}	2,5±0,7 ^{ABx}	
	Sonicfill	1,6±0,6 ^{AAx}		9,8±2,2 ^{AAy}	14,4±1,9 ^{ACx}	
	3M-Z200	5,1±7 ^{AAy}		11,1±2,7 ^{AAy}	8,2±2,5 ^{AAx}	
AEbeyazlatma	Herculite	0,8±2,2 ^{AAx}	15,8±4 ^{BBy}	1,5±1,2 ^{AAx}	1,8±0,7 ^{AAx}	
	Sonicfill	2±0,3 ^{AAx}	29±4,1 ^{BBy}	6,3±2,3 ^{ABy}	15,7±2,7 ^{ACy}	
	3M-Z200	5,8±5,7 ^{AAy}	17,2±2,1 ^{BBy}	4,4±1,2 ^{AAy}	6,6±4,9 ^{AAy}	

*Sıtrada kullanılan büyük A, B ve C harflerinde fark vardır. Sütunda kullanılan küçük x ve y harflerinde fark vardır (p<0.05).

TABLO 3: Beyazlık indeksi (ΔWID) ortanca değerleri± standart sapmalar (SS)

Grup	HERCULITE			SONIC FILL			3M-Z200				
	Distile	Defenc	Süper	Distile	Defen	Süper	Distile	Defence	Süper	Skinny	
	su	e	chia	su	ce	chia	su	chia			
	OrtaSS			OrtaSS			OrtaSS				
WID1	-0,5±3			2,7±1,2	0,1±1,9		13,9±2,1	22±4,8	2,8±5,5	-4±3,6	-3,7±5,5
			1,2±2,1								
			1								
WID2	-0,4±1	1±1,3	-1,1±1,2	1,3±2,1			11,7±2,8	12,8±2,9	-1,2±2,5	16,2±9,6	6,1±5,7
P		0,002								0,006	0,002

TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı detoks içeceklerinin ve bir ofis-tipi beyazlatma ajanının üç farklı RBCin optik özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirildi. Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, detoks içeceklerinin rezin bazlı kompozitlerin renklenmesini farklı etkilediği ve beyazlatma sonrası beyazlık indeksinde önemli farklılıklar olduğu için boş hipotezler reddedildi.

Restoratif materyallerin optik özelliklerinin değerlendirilmesi, restorasyonların estetik özelliklerinin kalıcılığını sağlamak açısından önemlidir (Eldwakhly, 2019). Farklı günlük içeceklerin tüketimi dişlerde ve restorasyonlarda renklenmeye yol açabilir, bu da restoratif materyallerin estetik özelliklerini etkileyebilir (Erdemir, 2013; Eldwakhly, 2019; Ozlem, 2024). Son yıllarda genel sistemik sağlığı geliştirmek ve bazal metabolizmayı hızlandırmak amacıyla birçok meyve ve sebzenin karıştırılmasıyla elde edilen sağlıklı soğuk sıkım detoks içecekleri yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Ancak bu bitki bazlı içeceklerin içindeki asitler ve renklendiriciler, restorasyonların estetik görünümünü etkileyebilecek renk değişikliği gibi olumsuz etkilere sahip olabilir (Degirmenci, 2020; Yikilgan, 2019). Bu çalışmada üç farklı detoks içeceğinin (RBC) renk değişimi ve beyazlatma ajanı uygulandıktan sonraki beyazlık indeksi değişimi üzerindeki etkilerini incelendi. RBC'lerin renk değişimleri tüm zaman dilimleri

ve saf su için değerlendirildiğinde, 3M-Z200 gruplarında Herculite ve Sonic-fill gruplarına göre önemli ölçüde daha fazla renk değişimi vardı. Defence adlı detoks içeceğine daldırılan tüm grupların 1. ve 7. Gün renk değişimleri ölçülemedi. Bunun sebebini de içeceğin içerisinde bulunan sarı renkli zerdaçal baharatına bağlamaktayız. Skinny ve süper-chia adlı detoks içeceklerine daldırılan RBC'lerin renk değişimi değerlendirildiğinde, Sonic-fill gruplarında Herculite gruplarına göre önemli ölçüde daha fazla renk değişimi bulundu. Renk stabilitesi açısından en iyi materyalin Herculite, en kötü materyalin ise Sonic-fill olduğu tespit edildi. Doldurucu partikül boyutu, monomer tipi, yüzey pürüzlülüğü, dönüşüm derecesi ve hidrofobik/hidrofilik özellikler de dahil olmak üzere materyalin kimyasal bileşimi bu sonuçları etkilemektedir (Villalta, 2006a; Çelik, 2009; Nasim, 2010a). Sonic-fill'deki inorganik doldurucu SiO₂'dir ve SiO₂'nin yüksek poröz yapıda olduğu ve bu nedenler daha fazla renklenmeye neden olduğu gösterilmiştir (Nasim, 2010a; Yikilgan, 2019). Ek olarak, silanize edilmiş doldurucu partiküller ağız ortamından koruma sağlasa da yeterince silanize edilmemiş, önceden polimerize edilmiş, inorganik doldurucuların rengi, rezin-dolgu ara yüzüne su ve renklendiricilerin sızmasıyla renk değiştirebilir (Yoshida, 2002; Yikilgan, 2019). Sonic-fill'deki doldurucular yeterince silanize edilmemiş olabilir. Bu nedenle gelecekte RBC yüzeylerinin taramalı elektron mikroskobu veya atomik kuvvet mikroskobu ile değerlendirilmesi faydalı olabilir. RBC'de kullanılan rezin matrisinin türü de materyalin renklenmeye duyarlılığını etkilemektedir. Resin matris türlerinden biri olan Bis-GMA'nın yüksek su emilimine sahip olduğu gösterilmiştir (Sideridou, 2003; Kerby, 2009). Su emilimi rezin matrisinde bulunan bağların bozulmasına sebep olabilir ve bu yüzden renklenme artabilir (Yikilgan, 2019).

Herculite bir mikrohibrit türü rezin bazlı kompozit iken Sonic-fill nanohibrit türü rezin bazlı kompozittir. Vichi ve ark. (Vichi, 2004a), daha büyük boyutta doldurucu partikülleri içeren RBC'lerin, daha küçük boyutta doldurucu partikülleri içeren RBC'lere göre renklenmeye karşı daha duyarlı olduğunu bildirmiştir, fakat literatür incelendiğinde farklı sonuçlar elde edilmiş çalışmalar mevcuttur ve hala bu konudaki tartışma devam etmektedir. Bir çalışmada (Erdemir, 2013), nano- dolduruculu RBC'lerin, mikro-dolduruculu RBC'lere göre renk

değişikliklerine daha az duyarlı olduğu gösterilmişken; diğer çalışmalarda (Villalta, 2006b; Nasim, 2010b; Yikilgan, 2019), bizim çalışmamıza benzer şekilde nano- dolduruculu RBC'lerin, mikro- dolduruculu RBC'lere göre daha fazla renk değişikliği olduğunu gösterilmiştir.

Üç boyutlu renk ölçüm formülleri CIE L* a* b* ve CIE2000, renk farklılıklarının hesaplanması için ISO tarafından önerilmektedir. CIE L* a* b* diş hekimliğinde renk farklılıklarını (ΔE) hesaplamak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Degirmenci, 2020). Önceki çalışmalar, farklı restoratif materyaller için $\Delta E \geq 2$, $\Delta E \geq 3.3$ ve $\Delta E \geq 3.7$ 'de farklı renk kabul edilebilirlik eşiklerinin olduğunu belirtmiştir (Vichi, 2004b; Kim, 2009; Degirmenci, 2020). Daha önceki çalışmalarda rezin esaslı materyaller için kabul edilen eşik değeri $\Delta E \geq 3.3$ olduğu için bu çalışmada da kabul edilen değeri $\Delta E \geq 3.3$ olarak alındı. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; Sonic-fill ve 3M-Z200 rezin-bazlı kompozit gruplarında skinny ve super chia detoks içeceklerine daldırıldıktan 14 gün sonra klinik kabul edilebilirlik eşiklerinin üzerinde renk değişimi gözlemlendi.

Çalışmamızda detoks içeceklerine daldırılan RBC'lerin renk değişiminin yanı sıra renklenmiş RBC'lerin beyazlatma ajanı uygulandıktan sonra beyazlık indeksi de (WID) değerlendirilmiştir. WID değerleri daha koyu ve daha beyaz değerleri tanımlayabilir. Bu indeksin üstün noktası beyazlığın görsel algısını sağlamasıdır. Daha yüksek WID değerleri daha beyaz örnekleri, daha düşük WID değerleri ise daha koyu örnekleri gösterir (Degirmenci, 2020). Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde; kırmızı renkli olarak tanımlayabileceğimiz detoks içeceği ile renklenmiş Herculite ve 3M-Z200 rezin-bazlı kompozitlerin renkleri beyazlatma ajanı uygulandıktan sonra daha açık hale gelmiştir. Beyazlatma ajanının uygulama süresinin artırılması ile bu etki daha arttırılabileceğini düşünmekteyiz.

Bu çalışmanın bazı kısıtlamaları mevcuttur. Bu çalışmanın kısıtlamalarından biri; detoks sularının taze sıkım olmamasıydı. Taze sıkım detoks içecekleri ile firmalar tarafından üretilen içecekler arasında farklılık olabileceğini düşünmekteyiz. Diğer bir kısıtlama ise; farklı RBC eklenip daha geniş içerikli araştırmalar yapılabilir bu da literatüre daha etkili bir katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda tek bir beyazlatma ajanının kullanılması beyazlık indeksinde

karşılaştırma yapmayı zorlaştırmaktadır. Farklı tür (Karbamid Peroksit vb.) ve konsantrasyonlarda (%6, %10 vb.) beyazlatma ajanının çalışmamızda olmaması da çalışmamızın kısıtlamalarından biridir.

SONUÇ

Bu in vitro çalışmanın kısıtlamaları dahilinde, aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- Detoks-super chia ve detoks-skinny içeceklerinde bekletilen Sonicfill ve 3M-Z200 kompozit rezinler, 14 gün sonra klinik olarak kabul edilebilir sınırdan ($\Delta E > 3,7$) daha yüksek renk değişimi gösterdi.
- Herculite kompozit rezin tüm içeceklerde en az renk değişikliği gösteren materyal olmuştur. Aynı zamanda Detoks-defence içeceğinin materyaller üzerindeki renk değiştirme etkisi en fazla olan içecek olmuştur.
- Beyazlatma ajanı detoks- super chia içeceğinin sebep olduğu renklenmeye daha fazla etki etmiştir.
- Aynı zamanda diş hekimlerinin RBC ile estetik restorasyon yaptıkları hastalarına detoks içeceklerinin restorasyon üzerindeki etkileri hakkında bilgi vermesinin yararlı olacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

De Alencar e Silva Leite, M.L, Da Cunha Medeiros e Silva, F.D.S, Meireles, S.S, Duarte, R.M, Maciel Andrade, A.K (2014). "The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites". European journal of dentistry, 8/3, 330–336.

Araújo, R.M, Lemes, E.C, Pachito, R.F, Feitosa, F.A (2019). "The impact of at home and in-office bleaching agents on the color stability of bulk-fill composite resins". Brazilian dental science, 22/1, 94–102.

Ardu, S, Duc, O, Di Bella, E, Krejci, I (2017). "Color stability of recent composite resins". Odontology, 105/1, 29–35.

Bahbishi, N, Mzain, W, Badeeb, B, Nassar, H.M (2020). "Color Stability and Micro-Hardness of Bulk-Fill Composite Materials after Exposure to Common Beverages". Materials, 13/3.

Çelik, Ç, Yüzügüllü, B, Erkut, S, Yazici, A.R (2009). “Effect of bleaching on staining susceptibility of resin composite restorative materials”. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 21/6, 407–414.

Degirmenci, K, and Atala, M.H (2020). “Influence of Different Beverages on Color Stability and Whiteness of Adhesive Resin Cements”. *Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6/3, 238–244.

Domingos, P.A, dos S., Garcia, P.P.N.S, de Oliveira, A.L.B.M, Palma-Dibb, R.G (2011). “Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media”. *Journal of applied oral science*, 19/3,204–211.

El-Damanhoury, H.M, Platt, J.A (2019). “Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites”. *Operative dentistry* 39/4, 374–382.

Eldwakhly, E, Ahmed, D.R.M, Soliman, M, Abbas, M.M, Badrawy, W (2019). “Color and translucency stability of novel restorative CAD/CAM materials”. *Dental and medical problems*, 56/4,349–356.

Erdemir, U, Yildiz, E, Eren, M.M, Ozel, S (2013). “Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period”. *Journal of applied oral science*, 21/2, 124–131.

Falkensammer, F, Arnetzl, G.V, Wildburger, A, Freudenthaler, J (2013). “Color stability of different composite resin materials”. *The Journal of prosthetic dentistry*, 109/6, 378–383.

Gaviria-Martinez, A (2022). “Surface roughness and oxygen inhibited layer control in bulk-fill and conventional nanohybrid resin composites with and without polishing: in vitro study”. *BMC Oral Health*, 22/1, 258.

Ilie, N, Bucuta, S, Draenert, M (2013). “Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance”. *Operative dentistry*, 38/6, 618–625.

Kerby, R.E, Knobloch, L.A, Schricker, S, Gregg, B (2009). “Synthesis and evaluation of modified urethane dimethacrylate resins with reduced water sorption and solubility”. *Dental Materials*, 25/3, 302–313.

Kim, B.J, Lee, Y.K (2009). “Influence of the shade designation on the color difference between the same shade-designated resin composites by the brand”. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 25/9, 1148–1154.

Matis, B.A, Cochran, M.A, Eckert, G (2009). “Review of the effectiveness of various tooth whitening systems”. *Operative dentistry*, 34/2,230–235.

Mjör, I.A, Moorhead, J.E, Dahl, J.E (2000). “Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice”. *International dental journal*, 50/6, 361–366.

Nasim, I, Neelakantan, P, Sujeer, R, Subbarao, C. V (2010a). “Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study”. *Journal of dentistry*, 38/2.

Nasim, I, Neelakantan, P, Sujeer, R, Subbarao, C. V (2010b). “Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study”. *Journal of dentistry*, 38/2.

Bin Nooh, A.N, Al Nahedh, H, Alrefeai, M, Alkhudhairi, F (2020). “The Effects of Irradiance on Translucency and Surface Gloss of Different Bulk-Fill Composite Resins: An in vitro study”. *Clinical cosmetic and investigational dentistry*, 12, 571–579.

Erçin, Ö., & Kopuz, D. (2024). “İçeceklerin Tek Renkli Kompozit Rezinlerin Renk Stabilitesine ve Yüzey Pürüzlülüğüne Olan Etkisi”. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 13, 68-76.

Sideridou, I, Tserki, V, Papanastasiou, G (2003). “Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins”. *Biomaterials*, 24/4, 655–665.

Silva, A.L.F, Geng-Vivanco, R, Tonani-Torrieri, R, Pires-de-Souza, F, de C.P, (2021). “Stain resistance and surface roughness of CAD/CAM

processed hybrid ceramic”. *Color Research & Application*, 46/4, 901–908.

Topcu, F.T, Sahinkesen, G, Yamanel, K, Erdemir, U, Oktay, E.A, Ersahan, S (2009). “Influence of Different Drinks on the Colour Stability of Dental Resin Composites”. *European Journal of Dentistry*, 3/1, 50.

Türkün, L.Ş, Türkün, M (2004). “Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials”. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 16/5, 290–301.
Vichi, A, Ferrari, M, Davidson, C.L (2004a). “Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging”. *Dental Materials*, 20/6, 530–534.

Villalta, P, Lu, H, Okte, Z, Garcia-Godoy, F, and Powers, J.M (2006a). “Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins”. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95/2, 137–142.

Yikilgan, İ, Akgul, S, Hazar, A, Kedici Alp, C, Baglar, S, Bala, O (2019). “The Effects of Fresh Detox Juices on Color Stability and Roughness of Resin-Based Composites”. *Journal of prosthodontics*, 28/1, 82-88.

Yoshida, Y, (2002). “Improved filler-matrix coupling in resin composites”. *Journal of Dental Research*, 81/4, 270–273.