





**CİLT DEZENFEKTANLARININ FARKLI MAKSİLLOFASİYAL  
SİLİKONLARIN RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Nurdan BASTEM GÜLMEZ**

**UZMANLIK TEZİ  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**TEMMUZ 2025**

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Nurdan BASTEM

...../.....2025

# CİLT DEZENFEKTANLARININ FARKLI MAKSİLLOFASİYAL SİLİKONLARIN RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

(Uzmanlık Tezi)

Nurdan BASTEM GÜLMEZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Temmuz 2025

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı baz/katalizör oranlarına sahip üç farklı maksillofasiyal silikon elastomerine, farklı dezenfektan solüsyonlarının uygulanması maruz kalması sonucunda meydana gelen renk değişimlerinin değerlendirilmesidir. Çalışmada, klinik kullanım koşulları taklit edilerek M511 (10:1), Teksil S-25 (9:1) ve Z004 (1:1) silikon elastomerlerinden toplam 180 adet, renklendirilmiş disk şeklinde örnek hazırlanmıştır. Örnekler; hipokloröz asit, etil alkol, katyonik sürfaktan, aleksidin dihidroklorid ve polikuanteriyum-1 içeren dezenfektan solüsyonları ile distile su (kontrol grubu) kullanılarak iki ay boyunca, günde altı kez dezenfekte edilmiştir. Renk ölçümleri spektrofotometre cihazı ile dezenfeksiyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki kez yapılmış;  $\Delta E_{00}$  değerleri CIEDE2000 formülü kullanılarak hesaplanmıştır. İstatistik analizlerde, iki yönlü varyans analizi (ANOVA), Tukey ve Games-Howell testleri kullanılmıştır. Bulgulara göre, hipokloröz asit grubu tüm silikonlarda istatistik olarak anlamlı düzeyde en yüksek renk değişimine yol açmıştır ( $P<0,05$ ). Z004 silikon elastomer, tüm dezenfektan gruplarında en düşük  $\Delta E_{00}$  değeri ile renk stabilitesi açısından en başarılı materyal olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, değerlendirilen tüm dezenfektanlar maksillofasiyal silikonlarda istatistik olarak anlamlı renk değişimi oluştursa da bu değişim klinik olarak kabul edilebilir düzeydedir. Bu yönüyle katyonik sürfaktan, aleksidin dihidroklorid ve polikuanteriyum-1 içeren dezenfektanlar günlük temizlikte kullanım açısından önerilebilir; hipokloröz asit ise uzun süreli kullanımlarda renk stabilitesi açısından risk oluşturabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır.

Bilim Kodu : 1050  
Anahtar Kelimeler : Maksillofasiyal silikon, Dezenfektan, Renk stabilitesi  
Sayfa Adedi : 73  
Danışman : Prof. Dr. Seçil KARAKOCA NEMLİ

EFFECTS OF SKIN DISINFECTION AGENTS ON THE COLOR CHANGE OF  
DIFFERENT MAXILLOFACIAL SILICONES

(Speciality Thesis)

Nurdan BASTEM GÜLMEZ

GAZI UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY

July 2025

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of skin disinfection agents on the color change of maxillofacial silicone elastomers with varying base/catalyst ratios. In the study, a total of 180 pigmented disk-shaped samples were prepared from M511 (10:1), Teksil S-25 (9:1) and Z004 (1:1) silicone elastomers, simulating clinical conditions. The samples were disinfected six times daily for two months using disinfectant solutions containing hypochlorous acid, ethyl alcohol, cationic surfactant, alexidine dihydrochloride, and polyquaternium-1, along with distilled water as the control group. Colour measurements were performed twice, before and after disinfection, using a spectrophotometer, and  $\Delta E_{00}$  values were calculated according to the CIEDE2000 formula. For statistical analyses, two-way analysis of variance (ANOVA), Tukey and Games-Howell tests were used. According to the findings, the hypochlorous acid group caused the highest statistically significant colour change in all silicones ( $P < 0.05$ ). Among all disinfectant groups, the Z004 silicone elastomer demonstrated the lowest  $\Delta E_{00}$  values, indicating the best colour stability. In conclusion, although all disinfectants caused statistically significant colour changes in maxillofacial silicones, these changes were clinically acceptable. Therefore, disinfectants containing cationic surfactant, alexidine dihydrochloride and polyquaternium-1 can be recommended for daily cleaning, while hypochlorous acid should be used carefully for long-term applications due to its potential risk to colour stability.

Science Code : 1050  
Key Words : Maxillofacial silicone, Disinfectant, Color stability  
Page Number : 73  
Supervisor : Prof. Dr. Seçil KARAKOCA NEMLİ

## TEŞEKKÜR

Tanıdığım günden beri bana çok şey öğreten, uzmanlık eğitimim boyunca her zaman yanımda olduğunu hissettirerek bana ablalık yapan, hekimliği, hocalığı, anneliği, hayata bakış açısıyla kendine hep hayran bırakan canım hocam, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Seçil KARAKOCA NEMLİ'ye,

Her türlü destek, ilgi, güler yüz ve yardımlarından dolayı Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Cemal AYDIN'a,

İhtiyaç duyduğum her zaman bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan çok değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Bilge TURHAN BAL'a ve Prof. Dr. Merve BANKOĞLU GÜNGÖR'e,

Yalnızca birer meslektaş değil; dostlukları, sevgileri ve desteğiyle hayatıma değer katan; "İyi ki yollarımız kesişti" dediğim, asistan arkadaşlarım Dt. Lana ALATRASH ve Dt. Narmin ALIYEVA'ya,

Hayatımda çok özel bir yere sahip olan, güzel kalpli, arkadaşım Nurseli BAĞDİGEN'e,

Birlikte büyüdüğüm, uzak da olsak her zaman yanımda olduklarını hissettiren; kıymetli kuzenlerim Aslıhan BASTEM AKAN ve Merve BASTEM'e,

Uzmanlık sürecim boyunca, her ne kadar uzaktan yürütmek zorunda kalsak da sabrıyla, sevgisiyle hep yanımda hissettiren; kendi hayatından fedakârlık ederek benim kararlarıma saygı duyan; canım eşim Ebubekir GÜLMEZ'e,

Beni her zaman güçlü hissettiren, sadece annem değil aynı zamanda en yakın arkadaşım olan annem Ufuk BASTEM'e, desteğini ve sevgisini hiç esirgemeyen babam Muhittin BASTEM'e, hayatım boyunca varlıklarıyla beni tamamlayan, canımdan çok sevdiğim kardeşlerim Halil İbrahim BASTEM ve Rıdvan Samet BASTEM'e,

Bana ikinci bir aile olan, her konuda yardımcı olan kayınvalidem Tülay GÜLMEZ'e ve kayınpederim Fuat GÜLMEZ'e,

TDH-2023-8988 nolu BAP projesi desteği ile tez çalışmama destek sağlayan Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	viii
RESİMLERİN LİSTESİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Çene-Yüz Defektlerinin Sınıflandırılması .....	3
2.1.1. Çene-yüz defektlerinin etiyolojisine göre sınıflandırılması.....	3
2.1.2. Çene-yüz defektlerinin bölgelere göre sınıflandırılması.....	4
2.2. Ağız Dışı Maksillofasiyal Defektlerin Tedavisi .....	5
2.2.1. Cerrahi rekonstrüksiyon.....	5
2.2.2. Protetik rehabilitasyon .....	6
2.3. Maksillofasiyal Protezlerin Sınıflandırılması .....	6
2.3.1. Defektin bulunduğu bölgeye göre maksillofasiyal protezler .....	7
2.3.2. Kullanım zamanına göre maksillofasiyal protezler .....	10
2.3.3. Kullanım amacına göre maksillofasiyal protezler .....	11
2.3.4. Tutuculuk sağlama şekline göre maksillofasiyal protezler .....	12
2.4. Maksillofasiyal Protez Materyalleri .....	12
2.4.1. Maksillofasiyal protez materyalinde bulunması gereken özellikler .....	12
2.4.2. Maksillofasiyal protezlerin yapımında kullanılan materyaller .....	13

2.4.3. Maksillofasiyal protezlerin yapımında günümüzde kullanılan materyaller.....	14
2.4.4. Maksillofasiyal protezlerde pigmentlerin kullanımı .....	19
2.5. Maksillofasiyal Protezlerde Dezenfeksiyon.....	20
2.6. Maksillofasiyal Protezlerin Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar .....	21
2.7. Maksillofasiyal Protezlerde Renk .....	22
2.7.1. Renk değişim eşik değeri .....	24
2.7.2. Renk farkı hesaplamaları .....	24
2.7.3. Renk ölçüm yöntemleri.....	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	31
3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller .....	31
3.2. Örnek Hazırlanması .....	33
3.3. Silikon Örneklerin Hazırlanması.....	35
3.4 Silikon Örneklerin Renk Parametrelerinin Ölçümü.....	38
3.5. Silikon Örneklerle Dezenfeksiyon Uygulaması.....	39
3.6. Silikon Örneklerine ait Renk Değişiminin Hesaplanması .....	39
3.7. İstatistiksel Analiz.....	40
4. BULGULAR.....	41
4.1. Maksillofasiyal Silikon Türlerinin Maksillofasiyal Silikonlarda Oluşturduğu Renk Değişiminin Karşılaştırması.....	42
4.2. Farklı Dezenfektan Materyallerinin Maksillofasiyal Silikonlarda Oluşturduğu Renk Değişiminin Karşılaştırılması .....	43
5. TARTIŞMA .....	45
6. SONUÇ VE ÖNERİLER:.....	57
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ .....	73

**ÇİZELGELERİN LİSTESİ**

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyallerin markası, üretici firmaları ve üretim kodları .....	32
Çizelge 3.2. Çalışma Grupları.....	37
Çizelge 4.1. Deney gruplarının renk değişimi değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler .	41
Çizelge 4.2. $\Delta E_{00}$ renk değişim değerlerine ilişkin iki yönlü varyans analizi (ANOVA).....	42
Çizelge 4.3. Renk değişimi değerlerinin farklı silikon gruplarına göre karşılaştırılması.....	43
Çizelge 4.4. Renk değişimi değerlerinin farklı dezenfektanlara göre karşılaştırılması .	44

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

**Sekil**

**Sayfa**

Şekil 4.1.  $\Delta E_{00}$  renk değişimi değerlerinin dezenfektanlara ve silikonlara göre incelenmesi 42



**RESİMLERİN LİSTESİ**

Resim 3.1. Çalışmada kullanılan silikonlar .....	32
Resim 3.2. Silikon renk pigmentleri.....	33
Resim 3.3. Hazırlanan silikon örneklerle ait boyutların şematik olarak gösterimi .....	33
Resim 3.4. Üç boyutlu baskı yöntemiyle üretilen rezin kalıplar .....	34
Resim 3.5. Üç boyutlu baskı rezin kalıpların içerisine mum replikaların yerleştirilmesi.....	34
Resim 3.6. Mufla içerisine alçı dökülmesi .....	35
Resim 3.7. Hassas tartıda maksillofasiyal silikonlara ait katalizör baz oranının ayarlanması .....	35
Resim 3.8. Renk pigmentleri ve silikonun karıştırılması .....	36
Resim 3.9. Silikon örneklerin ultrasonik temizleme cihazında temizlenmesi .....	37
Resim 3.10. a) M511, b) Teksil S-25 ve c) Z004 silikon örnekleri.....	37
Resim 3.11. Spektrofotometre.....	38

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
>	Büyüktür
<	Küçüktür
%	Yüzde
$\Delta a$	Kırmızı-Yeşil renk farkı bileşeni
$\Delta b$	Sarı-Mavi renk farkı bileşeni
$\Delta E_{00}$	CIEDE2000 renk farkı değeri
$\Delta L$	Açıklık farkı bileşeni
°C	Santigrat derece
mm	Milimetre
cm	Santimetre
nm	Nanometre
$\mu m$	Mikrometre
$\pm SS$	Ortalama $\pm$ Standart Sapma
n	Örnek sayısı
10:1 / 9:1 / 1:1	Baz:katalizör oranı
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
AE	Algılanabilir Eşik Değeri
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>HTV</b>	High Temperature Vulcanized (Yüksek Isıda Vulkanize Edilen)
<b>IBM</b>	International Business Machines Corporation
<b>KEE</b>	Kabul Edilebilir Eşik Değeri
<b>RGB</b>	Kırmızı-Yeşil-Mavi renk uzayı
<b>RTV</b>	Room Temperature Vulcanized (Oda Sıcaklığında Vulkanize Edilen)
<b>SPSS</b>	Statistical Package for the Social Sciences
<b>STL</b>	Standard Tessellation Language (Standart Üçgensel Ağ Dili)
<b>UV</b>	Ultraviyole



## 1. GİRİŞ

Travma, hastalıklı dokunun cerrahi olarak çıkarılması, konjenital malformasyonlar veya yanıklara bağlı olarak baş-boyun bölgesinde yapısal bütünlüğün bozulması, hastaların yaşam kalitesini olumsuz edilgen faktörlerdir [1]. Bu tür durumlar sonucunda oluşan maksillofasiyal defektler; lokalizasyonlarına, büyüklüklerine, etiyojilerine, hastanın yaşına, genel sağlık durumuna ve tercihine bağlı olarak cerrahi teknikler veya maksillofasiyal protezler ile rehabilite edilebilmektedir [2]. Günümüzde estetik ve plastik cerrahi alanındaki gelişmiş tekniklere rağmen, bazı defektlerin tedavisi her zaman mümkün olmamaktadır ve protetik rekonstrüksiyona başvurulmaktadır [3]. Bu durumlarda yapılan anatomik, fonksiyonel ve estetik amaçlı protetik restorasyonlara “maksillofasiyal protezler” adı verilmektedir [4].

Maksillofasiyal protezler, defekt bölgesinde estetik ve fonksiyonel bütünlüğü sağlayarak hastaların psikolojik durumlarının iyileştirilmesine yardımcı olur [5]. Başarılı bir kulak, göz veya burun protezinin; renk, şekil, yüzey detayları ve translusensi bakımından kaybedilen dokuları gerçekçi şekilde taklit edebilmesi ve toplum içinde fark edilmeden kullanılabilmesi istenmektedir. Maksillofasiyal protezlerde başarı; defektin tipine, lokalizasyonuna, büyüklüğüne, defekt bölgesindeki dokuların durumuna, protez uzmanının tecrübesine ve kullanılan materyallere bağlıdır [6].

Maksillofasiyal protezlerin yapımında; akrilik reçineler, akrilik kopolimerler, polivinil klorür ve kopolimerleri, poliüretan esaslı elastomerler ve silikon elastomerler başta olmak üzere pek çok malzeme kullanılmıştır [7]. İlk olarak Barnhart tarafından 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanan silikon elastomerler, kimyasal tepkimeye girmemeleri, güçlü ve dayanıklı olmaları ayrıca manipülasyonlarının kolay olması nedeniyle günümüzde en çok kullanılan maksillofasiyal protez materyali olmuşlardır [7], [8]. Maksillofasiyal silikonlar; gerçekçi bir görünüme sahip olmaları ve yeterli dayanıklılıkları ile, yüz protezleri için uygun fiziksel ve mekanik özellikler sunan, manipülasyonu kolay ve biyouyumlu materyallerdir. Ancak bu materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerinde kısa sürede meydana gelen bozulmalar ve tamirlerinin zor olması gibi dezavantajları vardır [9], [10], [11]. Özellikle kullanım sürecinde ortaya çıkan renk değişikliği, maksillofasiyal silikonlarla ilgili en sık görülen şikayetler arasında yer almaktadır [9], [10]. Klinik gözlemler, silikon protezlerin

günlük kullanımda renk değiştirdiğini ve kullanım ömrünün bir ila iki yıl arasında değiştiğini göstermektedir [12]. Maksillofasiyal protezlerde kullanım esnasında meydana gelen renk değişimi ve silikon yapısındaki bozulmalar; sıklıkla güneş işiğı, sıcaklık değişimleri, nem, hava kirliliği, vücut salgıları ve dezenfeksiyon uygulamalarından kaynaklanmaktadır [9], [13].

Yüz protezlerinin temizliği, temasta olduğu dokuların sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Protezlerde mikroorganizmaların adezyonu ve kolonizasyonunu önlemek amacıyla, protezlere günlük temizlik ve dezenfeksiyon işlemi yapılması gereklidir [14], [15]. Ancak, kullanılan dezenfektan ajanların da çevresel etkilerinin yanı sıra protezin rengine ve fiziksel özelliklerinde değişikliklere sebep olduğu bildirilmektedir [16]. Bu nedenle, temizleyici seçimi yapılırken; temizleyici maddenin antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra, materyalin yapısında meydana getirebileceği deformasyonlar da göz önünde bulundurulmalıdır [16], [17]. Bu sebeple günümüzde hem geniş, spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahip hem de canlı dokulara ve protez materyaline zarar vermeyen dezenfektan arayışı devam etmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı; farklı dezenfektan solüsyonlarının maksillofasiyal silikon materyallerinin renk değişimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Tümör veya enfeksiyon sebebiyle hastalıklı dokuların cerrahi olarak çıkarılması; kazalar, silah yaralanmaları, yanık gibi travmatik durumlar sonucu doku ve organ kayıpları ve konjenital anomaliler nedeniyle maksillofasiyal defektler ortaya çıkmaktadır. Maksillofasiyal defektlerin; hastaların yüz görünümünü, konuşmasını, duyma ve nefes alma gibi fonksiyonlarını, psikolojilerini ve sosyal yaşamlarını etkileyerek yaşam kalitelerini önemli ölçüde düşürdüğü, klinik çalışmalarla ortaya konulmuştur [2], [18]. Çene-yüz defektleri, buldukları bölge ve kapsadıkları anatomik yapılara göre farklı sonuçlar ve tedavi yaklaşımları gerektirmektedir.

### 2.1. Çene-Yüz Defektlerinin Sınıflandırılması

#### 2.1.1. Çene-yüz defektlerinin etiyojisine göre sınıflandırılması

Çene yüz bölgesinde meydana gelen defektler, oluşma sebebine göre doğumsal (konjenital) ve kazanılmış olarak iki ana gruba ayrılır [19].

#### Doğumsal (konjenital) defektler

Baş boyun bölgesinde yaygın görülen doğumsal defektler arasında dudak damak yarığı, mandibular gelişim bozuklukları ve mikrotia yer almaktadır. Bu defektler; genetik bozukluklar, sendromlar veya fetal gelişim aşamasında ağız ve yüz yapılarının gelişiminden sorumlu büyüme merkezlerinin çevresel koşullar (travma, radyasyon, ilaçlar vb.) tarafından engellenmesi sonucu yani gelişimsel olarak meydana gelebilirler [20].

#### Kazanılmış defektler

İnsan hayatının herhangi bir döneminde çeşitli sebeplerle ortaya çıkan defektlerdir. Bu defektlerin sebepleri arasında tümörlerin cerrahi olarak çıkarılmaları, travmatik yaralanmalar (ateşli silah yaralanmaları, kazalar) ve yanık vakaları gelmektedir [21].

### 2.1.2. Çene-yüz defektlerinin bölgelere göre sınıflandırılması

Çene yüz defektleri, etkilediği bölgeye göre ağız içi (intraoral) ve ağız dışı (ekstraoral) defektler olmak üzere 2 ana kısımda incelenmektedir.

#### Ağız içi (İntraoral) defektler:

Maksilla ve mandibuladaki anatomik yapılar ile komşu dokuları farklı ölçülerde kapsayan defektlerdir. Sert damak, yumuşak damak, alveol kemiği, tüber maksilla, zigomatik kemik, orbita tabanı, mandibulanın ramus ve kondiler bölümü, ağız tabanı, dille tonsilla yaygın olmak üzere diğer komşu dokuların da deformiteleri ağız içi defektler olarak nitelendirilmektedir [22].

#### Ağız dışı (Ekstraoral) defektler:

Kraniofasiyal bölgedeki kulak, burun, göz, dudak, yanak defektleri ile genellikle bunların kombinasyonlarından oluşan orta yüz defektleri, ağız dışı defektlerdir [23].

#### Kulak defektleri

Total ve kısmi kulak defektleri, kulak bölgesinde tümöral oluşumların cerrahi olarak çıkarılması veya travmatik amputasyonlar sonucu hayatın herhangi bir döneminde meydana gelmiş olabilir veya mikrotia gibi konjenital malformasyonlara bağlı doğuştan gelebilirler [24]. Kulak kepçesinin olmaması hastada işitmede zorlanma, kulak zarını rüzgârdan koruyamama ve gözlük kullanımının zorlaşması gibi problemler meydana getirir.

#### Burun defektleri

Burun bölgesi defektleri, genellikle neoplazmaların cerrahi rezeksiyonları sonucu ortaya çıkmakla birlikte, travmaya bağlı olarak da meydana gelebilmektedir [24]. Bir göz bandı orbital defektli, uzun bir saç modeli kulak defektini kamufle edebilirken, burnun total rezeksiyonu sonucu ortaya çıkan yüz profili kaybını gizlemek oldukça zordur. Burun defektlerinde ayrıca defekt bölgesinin bantlarla kapatılması genellikle hava akışını engelleyerek burun solunumunu ve konuşmayı olumsuz etkiler [25].

## Göz defektleri

Ekzenterasyon, ekstraoküler kaslar da dahil olmak üzere orbitanın tüm içeriğinin çıkarılmasıdır [26]. Ekzenterasyon genellikle malign tümörlerin cerrahi olarak çıkarılması amacıyla yapılmakla beraber tedavi edilemeyen inatçı bakteriyel ve fungal enfeksiyonlar veya travma sebebiyle de uygulanabilmektedir. Göz kapaklarının etkilenmediği ve alttaki dokuların direkt takibinin zorunlu olmadığı defektlerde, göz kapakları cerrahi esnasında çıkarılmayıp defektin tabanını oluşturacak şekilde korunabilir [26].

## Kombine Defektler

Orta yüz bölgesinin ilerlemiş tümörleri bazen geniş cerrahi rezeksiyon gerektirir ve ortaya çıkan defekt; burun, üst dudak, yanak ve orbita gibi ekstraoral yapıları ve beraberinde maksilla, mandibula segmentleri, ilişkili yumuşak dokular ve dişler gibi intraoral yapıları da içerebilir [24]. Kombine defektler, hastalarda ciddi boyutta fonksiyonel ve estetik problemlere yol açarlar.

### **2.2. Ağız Dışı Maksillofasiyal Defektlerin Tedavisi**

Maksillofasiyal defektlerin rehabilitasyonunda; cerrahi rekonstrüksiyon ve protetik tedavi olmak üzere iki temel yaklaşım vardır. Tedavi şeklinin seçiminde; defektin bulunduğu bölge, büyüklüğü, kapsadığı anatomik yapılar, etiyojisi ve hastanın genel sağlık durumu, beklentileri ve yaşı gibi faktörler bir arada değerlendirilmektedir [12].

#### **2.2.1. Cerrahi rekonstrüksiyon**

Maksillofasiyal defektlerde, öncelikle hastanın kendi dokuları veya medikal implantlar ile cerrahi rekonstrüksiyonu tercih edilmektedir. Ancak bu bölgedeki defektlerin cerrahi rekonstrüksiyonu zor ve zahmetlidir [18]. Cerrahi girişimler; sistemik hastalıklar, morbidite, postoperatif iyileşme zorluğu, hastanın daha fazla cerrahi işlem istememesi gibi sebeplerle mümkün olmayabilir [27], [28]. Bununla birlikte, radyoterapi sonrasında dokuların kanlanması bozulması sebebiyle cerrahi işlemler nekroz, doku kaybı ve oronazal fistüller gibi ciddi komplikasyonların meydana gelme riskini artırır [29]. Ayrıca tedavi süresinin

uzaması ve masrafların artması cerrahi rekonstrüksiyonu kısıtlayabilmektedir. Tüm bu durumlar defektlerin yol açtığı fonksiyonel ve estetik sorunların protezle rehabilite edilmesini gerektirir [11], [30].

### **2.2.2. Protetik rehabilitasyon**

Plastik ve rekonstrüktif cerrahideki gelişmelere rağmen özellikle kanser ve travma hastalarında, maksillofasiyal protetik rehabilitasyona sıklıkla ihtiyaç duyulmaktadır. Stomatognatik ve kraniyofasiyal yapılardaki bozuklukların hareketli veya sabit protezlerle restorasyonu ile ilgilenen prostodonti dalına “maksillofasiyal protez bilimi” adı verilmektedir. Herhangi bir stomatognatik ve/veya kraniyofasiyal yapının bir kısmını veya tamamını restore edebilmek için hazırlanan ve kullanılan proteze “maksillofasiyal protez” adı verilir [31].

### **2.3. Maksillofasiyal Protezlerin Sınıflandırılması**

Maksillofasiyal protezler; uygulanacağı defektin bulunduğu bölgeye, kullanım zamanı ve amacına ve tutuculuğun sağlanma şekline göre sınıflandırılmaktadır [32].

#### Defektin bulunduğu bölgeye ve boyutuna göre

Ağız içi (intraoral) defekt protezleri

- a. Üst çene (maksiller) obtüratörleri
- b. Alt çene (mandibular) defekt protezleri

Ağız dışı (ekstraoral) defekt protezleri (epitezler)

- a. Kulak protezleri
- b. Burun protezleri
- c. Göz protezleri
- d. Kombine defekt protezleri

### Kullanım Zamanına Göre

- a. Geçici protezler
- b. Daimî protezler

### Kullanım Amacına Göre

- a. Restoratif protezler
- b. Tamamlayıcı protezler

### Tutuculuk Sağlama Şekline Göre

- a. Anatomik yapılardan tutuculuk sağlayan protezler
- b. Adezivler ile tutuculuk sağlayan protezler
- c. İmplantlar ile tutuculuk sağlayan protezler

### **2.3.1. Defektin bulunduğu bölgeye göre maksillofasiyal protezler**

#### Ağız içi (intraoral) defekt protezleri

- a. Üst çene (maksiller) obtüratörleri:

Ağız ve burun boşlukları arasındaki açıklıkları kapatarak hastaların fonksiyonel, fonetik, estetik ve psikolojik sorunlarını gidermeyi amaçlayan protezlere obtüratör protezleri denir [33].

- b. Alt çene (mandibula) defekt protezleri:

Mandibulanın çeşitli nedenlerle oluşan diş, destek doku ve kemik kayıplarını yerine koymak amacıyla yapılan protezlerdir. Mandibular defekt protezleri hem fonksiyonel hem de estetik rehabilitasyon sağlamayı amaçlayan restorasyonlardır. Bu protezler, hastanın ihtiyaçlarına ve defektin boyutuna göre kişiye özel olarak tasarlanır ve uygulanır [33].

### Ağız dışı (ekstraoral) defekt protezleri (Epitezler)

Ağız dışı protezler; genellikle hastanın göz, kulak, burun ve orta yüz bölgesinde kaybedilen sert ve yumuşak dokuların rehabilitasyonunu sağlayan protetik apareylerdir. Bu protezler “epitez” olarak da adlandırılmaktadır [34]. Hastanın kaybedilen dokularını estetik olarak yerine koyan ve fizyolojik işlevlerinin iyileştirmesine rol oynayan bu protezlerin hastaların yaşam kalitesini artırdığı ortaya konulmuştur [2].

#### a. Kulak protezleri

Doğuştan eksik olan (mikrotia veya anotia), hastalık veya travma nedeniyle hasar görmüş ya da kaybedilmiş kulak yapısının yerine geçen, estetik ve fonksiyonel özellikleri rehabilite eden protezlerdir. Bu protezler, genellikle hastanın yüz anatomisine uygun olarak özelleştirilir ve doğal bir görünüme sahip olması hedeflenir. Kulak kepçesinin total olarak amputasyonunda yapılan protezler, kısmi kayıp veya doğumsal deformitelerle kıyaslandığında, genellikle klinik açıdan daha kolay ve başarılı bir rehabilitasyon sunarlar [24]. Ancak bu durum, her hasta için bireysel olarak değerlendirilmelidir, çünkü estetik beklentiler, mevcut doku koşulları ve hasta anatomisi gibi faktörler tedavi planını etkileyebilir. Tek taraflı kulak protezlerinde sağlam kulak ile simetrisinin sağlanması, iki taraflı protezlerde ise hastanın yüzü ile uyumlu protezlerin yapımı hedeflenir. Kulak protezleri; estetik rehabilitasyonla beraber protez gözlük çerçevelerini destekleme kulak kanalını rüzgârdan ve toz parçacıklarından koruma ve işitmeyi iyileştirme gibi fonksiyonel katkıları ile hastaların yaşam kalitesini artırır [35].

#### b. Burun protezleri:

Kısmi burun defektlerinin çoğu estetik ve plastik cerrahi teknikleri ile tedavi edilebilirken, geniş burun defektleri genellikle protezle rehabilite edilmektedir [24]. Rinektomi, yüz konturunu tamamen bozarak, yüzde kapatılması ve saklanması çok zor bir kayıp oluşturduğu için defektin erken dönemde rehabilitasyonunu gerektirir. Estetik önemi yanı sıra, burun protezi; defektin bantlarla kapatılmasına kıyasla hava akışını sağlar ve konuşmayı iyileştirir [25]. Altındaki dokunun zarar görmesini önler [35]. Burun simetrisinin olmayan bir organ olduğu için şekil ve büyüklük olarak yüz ile uyumlu olması, defekt sınırlarında doğal bir

geçiş oluşturacak şekilde kapatması ve dokuları rahatsız etmemesi gerekir. Uygun form ve büyüklük için, mümkünse ameliyattan önce yüz ölçülerinin ve fotoğraflarının alınması, ameliyat sonrası hekime bilgi vermesi açısından gereklidir.

#### c. Göz protezleri:

Kısmi veya tam göz kaybı sadece görme kaybına yol açmakla kalmaz, aynı zamanda hastanın psikolojisini ve sosyal hayatını da etkiler [36]. Göz protezlerinin birincil amacı; gözlerin insan ilişkilerinde önemli bir faktör olmasından dolayı, hastaların toplum içine rahat çıkabilmelerini sağlamaktır [36]. Göz protezleri, kapsadığı alana göre oküler ve orbital protezler olmak üzere ikiye ayrılırlar.

##### Oküler protez

Göz kapaklarının mevcut olup göz küresinin kaybedildiği durumlarda, kozmetik amaçla hazırlanan yapay bir göz küresidir. Genellikle akrilik reçineden yapılan bu protezler, hastanın sağlam gözünün formuna uygun şekillendirilir ve rengini taklit edecek biçimde renklendirilerek doğal bir görünüm sağlarlar [37].

##### Orbital protez

Göz küresini ve çevresindeki dokuları içeren defektleri tamamlayarak yüz estetiğini yeniden sağlamayı amaçlayan protetik yapılardır [37]. Orbital protezler, hastanın sağlam gözü ile uyumlu görünüme sahip olacak şekilde bireysel olarak hazırlanır. Ancak bu protezlerde karşılaşılan en büyük zorluk; sağlam gözde göz küresinin hareketli bir yapı olması ve göz kapaklarının açıklığının her an değişken olması sebebiyle simetri sağlanmasının zorluğudur. Diğer yandan, şekil ve renk olarak hastaya uyumlu bir şekilde hazırlanmış protezin uygun bir gözlük kullanımı sayesinde kamufle edilebilme avantajı vardır [26].

#### d. Kombine defekt protezleri:

Birden fazla ekstraoral ve intraoral yapıyı içine alan kombine defektler sonucu ağız boşluğunun bütünlüğünün kaybı; çiğneme, yutma, tükürük kontrolü ve konuşmada zorluklara neden olurken yüz bölgesinde kozmetik şekil bozukluğu ve buna bağlı sorunlar

ortaya çıkar. Sonuçta kombine defektler hastaların yaşam kalitesini ciddi düzeyde etkiler ve bu defektlerin rehabilitasyonu oldukça zordur [38].

Kombine defektlerde, kaybedilen tüm sert ve yumuşak dokuların cerrahi rekonstrüksiyon ile onarılması genellikle mümkün olmaz. Bu hastalarda, detaylı bir değerlendirme yapıldıktan sonra; protez veya protezler hem estetik hem de fonksiyonel açıdan en iyi şekilde restore edilecek şekilde multidisipliner bir yaklaşımla planlanmalıdır. Protetik uygulamalar; geniş defektlerde konuşma ve yutkunma fonksiyonlarını destekler, çiğneme fonksiyonunu iyileştirir ve tükürük kontrolüne yardımcı olur. Estetik olarak da doğal yapıyı her zaman tamamen taklit edemese de hastanın sosyal hayata katılımını mümkün kılar [24].

### **2.3.2. Kullanım zamanına göre maksillofasiyal protezler**

#### **a. Geçici maksillofasiyal protezler**

Maksillofasiyal defektlerde geçici protezler, genel olarak defektin meydana geldiği erken dönemde, hastalara fonksiyonel ve psikolojik destek sağlamak ve daimî proteze hazırlık amacıyla yapılır. Geçici protezler, maksillofasiyal defektin kapsadığı bölgeye göre farklı özelliklere sahip olacak şekilde tasarlanır.

İntraoral defektlerde, genellikle maksilla rezeksiyonları sonrası yara iyileşmesi döneminde geçici obturatörler kullanılır. Geçici obturatörler; damak bütünlüğünü sağlamayı yani bozulan oronazal ayrımı oluşturarak yutkunma ve konuşma fonksiyonlarını iade etmeyi hedefler. Bununla beraber, defekt bölgesinin şekillenmesine rehberlik eder, hastalara psikolojik destek sağlar ve hastaların daimi obturatöre alışmalarına katkıda bulunur. Geçici obturatörler rezeksiyonu takiben 1-2 hafta içinde yapılır. Operasyon bölgesinin durumuna göre 3-4 ay süreyle kullanılan bu protezlerin, kontrolü için hasta iki haftada bir görülür [39]. Çünkü yaranın iyileşmesi sırasında defekt içinde hızlı yumuşak doku değişiklikleri meydana gelebilir.

Ekstraoral defektlerde, operasyondan yaklaşık 4-6 hafta sonra yara, genellikle geçici epitez yapımına izin verecek kadar iyileşmiş olur [24]. Bu dönemde, ısı ile polimerize olan metil metakrilat; skar kontraktürü ve yara organizasyonuna bağlı doku değişikliklerini telafi

edebilme özelliği nedeniyle sıklıkla tercih edilir. Alternatif olarak, silikon elastomerden de geçici ekstraoral maksillofasiyal protezler hazırlanabilir. Bu protezlerin; hastaların daimi proteze alışmasını kolaylaştırma, daimi protezin modelaj aşamasına hazırlık ve implantlardan tutuculuk sağlanacaksa implant pozisyonlarına rehberlik yapma gibi avantajları söz konusudur .

### b. Daimi maksillofasiyal protezler

Daimi intraoral protezler, ağız içi defektlerin rehabilitasyonunda kullanılan ve kaybolan dokuları mümkün olduğunca doğal şekilde taklit eden protezlerdir. Bu protezlerin uygulanabilmesi için doku iyileşmesinin tamamlanması genellikle birkaç ay sürebilir. Daimi intraoral protezler; hastanın çiğneme, konuşma ve yutkunma fonksiyonlarını desteklemenin yanı sıra, ağız içi yapılarla biyouyumlu olacak şekilde tasarlanmalı ve doğal diş dokusuyla estetik bir bütünlük sağlamalıdır [22].

Daimi ekstraoral protezler, yüz bölgesindeki kalıcı defektlerin uzun vadeli rehabilitasyonu için kullanılan protezlerdir. Ekstraoral defektlerde yara organizasyonu ve doku iyileşmesi için 4-5 ay geçtikten sonra uzun süreli kullanılacak olan protezlerin yapımına başlanabilir [24]. Bir yüz protezinin; toplum içinde dikkat çekmeden, günlük aktiviteler esnasında stabilitesini koruyarak ve hastayı rahatsız etmeden fonksiyon görmesi beklenir. Bunun için, bu protezler dokularla fiziksel ve biyolojik özellikler açısından uyumlu materyaller kullanılarak tecrübeli kişiler tarafından yapılmalı ve uygun bir tutuculuk sağlanmalıdır [40].

### **2.3.3. Kullanım amacına göre maksillofasiyal protezler**

Maksillofasiyal protezler kullanım amacına göre genellikle tamamlayıcı ve restoratif olarak ikiye ayrılır.

Tamamlayıcı protezler kapsamında; ameliyat öncesi rehber protezler, cerrahi operasyonların hemen sonrası doku iyileşmesinin yönlendirilmesi için kullanılan protezler ve radyoterapi apareyleri yer almaktadır [35], [41]. Radyoterapi protezleri, radyum tutucu aparatlar olarak da bilinirler ve radyoaktif elementlerin tümör bölgesine yönlendirilmesini ve komşu sağlıklı

dokular tarafından emilen dozların azaltılmasını sağlarlar [42]. Bu protezlerin tasarımı ve yapımında radyoterapist ve protez uzmanı birlikte hareket eder.

Restoratif protezler ise kayıp dokuların yerini alarak, estetik ve fonksiyonu mümkün olan en iyi şekilde hastaya iade etmeyi amaçlayan protezlerdir [35].

### **2.3.4. Tutuculuk sağlama şekline göre maksillofasiyal protezler**

Ekstraoral maksillofasiyal protezlerin tutuculuğunu sağlamak için, defektin bulunduğu bölgeye ve hacmine bağlı olarak farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler arasında; anatomik tutuculuk bölgeleri, doku adezivleri ve mekanik apareyler yer almaktadır. Geleneksel tutuculuk faktörlerinin yanı sıra, 1970'li yıllardan bu yana osseoentegre implantlar da maksillofasiyal protezlerin tutuculuğunda yaygın olarak kullanılmaktadır [43], [44].

Tutuculuk için doku adezivleri kullanıldığında; dokularda alerjik reaksiyonlar meydana gelebilir, tutuculuk kuvveti yetersiz kalabilir ve sık sık tekrar uygulama gereksinimi nedeniyle hasta konforu olumsuz etkilenebilir [45]. Kemik içi implantların kullanımı ile bu dezavantajların önemli ölçüde üstesinden gelinebilmektedir [46]. İmplant destekli protezlerle, protezin tutuculuğu ve stabilitesi önemli ölçüde artar, hastanın protezi kabul etmesi kolaylaşır, marjinlerin daha ince ve doğal yapılabilmesi sağlanır. Ayrıca, bu sistemler cilt yapıştırıcılarına karşı oluşabilecek reaksiyon riskini ortadan kaldırarak; hasta konforunu, hijyeni ve protezin yerleştirme doğruluğunu artırır. Günlük bakım ihtiyacını azaltarak kullanım süresini uzatır ve estetik bütünlüğü korurlar [47].

## **2.4. Maksillofasiyal Protez Materyalleri**

### **2.4.1. Maksillofasiyal protez materyalinde bulunması gereken özellikler**

Maksillofasiyal protezlerin hasta tarafından kabul edilip rahat kullanımı ve uzun süreli klinik başarısı için sahip olması gereken fiziksel, biyolojik ve klinik özellikler araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Buna göre ideal materyalin sahip olması gereken bazı kriterler belirtilmiştir [48]:

Maksillofasiyal protez materyalleri;

- Toksik ve alerjik olmamalı, biyolojik olarak uyumlu olmalı,
- Yüksek çekme ve yırtılma dayanımına sahip olmalı,
- Derinin rengini ve translüensliğini taklit edebilmeli,
- Dokularla uyumlu esnekliğe sahip olmalı,
- Kullanım esnasında rengini ve esnekliğini korumalı,
- Kolay temizlenebilir olmalı ve mikroorganizma üremesine karşı dirençli olmalı,
- Uygulama esnasında ve sonrasında boyutsal stabiliteye sahip olmalı,
- Büyük hacimli protezlerin hafif olması için özgül ağırlığı düşük olmalı,
- Polimerize olmuş materyal iç yapısında pörözite içermemeli, su emmemeli,
- Isı iletimi düşük olmalı,
- Kokusuz olmalı,
- Ekonomik olmalı,
- Raf ömrü uzun olmalı,
- Manipülasyonu kolay olmalı, detay verilebilmeli,
- Tamir edilebilmelidir.

#### 2.4.2. Maksillofasiyal protezlerin yapımında kullanılan materyaller

Maksillofasiyal protezlerin tarihçesi hakkında net bilgiler bulunmamakla beraber bu protezlerin kullanımının eski Mısır'a (MÖ 2000) ve Çin'e dayandığı bildirilmektedir [49]. Tarihteki belgelenmiş ilk yüz protezinin, Fransız cerrah Ambroise Pare (1510–1590) tarafından altın, gümüş ve astar bezi kullanılarak yapıldığı bilinmektedir [50]. 1800'lü yıllarda altın ve porselen, yüz protezi materyalleri olarak kullanılmıştır. Dr. Morton, kadın hastasına tutuculuk için gözlüklerinden faydalanarak porselenden bir burun protezi yapmıştır [51]. 19. yy'ın sonlarından itibaren yüz protezlerinin yapımında plastikler kullanılmaya başlanmıştır. 1913 yılında jelatin ve gliserin karışımı bir madde ile yumuşak yüz protezi yapımına geçilmiştir. 1937 yılında akrilik rezin diş hekimliğine girmiş ve vulkanize kauçuğun yerini almıştır. Sertliğine rağmen yarı saydamlığı, renklendirilebilirliği ve kolay işlenebilirliği gibi önemli avantajları ile kullanımı yaygınlaşmıştır. Akrilik rezinin sertlik probleminin üstesinden gelmek için Tylman, yüz protezleri için esnek vinil kopolimer

akrilik rezini kullanıma sunmuştur [38]. Birinci ve İkinci Dünya Savaşları sırasında çok sayıda yaralının tedavi ihtiyacı, Birleşik Krallık ve İngiliz Kolonilerinde plastik cerrahi ve maksillofasiyal protez ünitelerinin kurulmasına yol açtırmıştır [52]. Bu dönemden sonra başlayan materyal çalışmaları sonucunda günümüze kadar uzanan protetik malzemelerin geliştirilmesi ile yaygınlaşmıştır. 1960'lı yıllardan yüz protezi materyali olarak kullanılmaya başlanan silikon elastomerler, o dönemden bu yana geliştirilen fiziksel özellikleri ile halen yüz protezlerinin ana materyali olmaya devam etmektedir [53].

### 2.4.3. Maksillofasiyal protezlerin yapımında günümüzde kullanılan materyaller

1. Polimetilmetakrilatlar (akrilik rezinler)
2. Akrilik kopolimerler
3. Poliüretan elastomerler
4. Silikon esaslı elastomerler
  - a. Oda ısısında vulkanize olan silikonlar (RTV)
  - b. Isıyla vulkanize olan silikonlar (HTV)

#### Akrilik rezinler

Akrilik rezinlerin diş hekimliğinde; hareketli protezlerin takım dişlerinin yapımı, protez kaide materyali, tamir ve besleme materyali gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır [54]. Geleneksel akrilik rezin materyali toz halindeki polimer (polimetil-metakrilat) ve likit yapıdaki monomer (metil-metakrilat) kısımlarının karıştırılması ile hazırlanır [55]. Akrilik rezinler polimerizasyon türüne göre kimyasal reaksiyon, ısı veya ışık ile polimerize akrilik rezinler olarak üçe ayrılır.

Maksillofasiyal protezlerde akrilik rezinler; obturatörler, geçici yüz protezleri, göz protezleri ve implant destekli protezlerde ataşmanları taşıyan retantif parçayı içeren altyapı materyalinin yapımında kullanılmaktadır [56]. Polimetilmetakrilatlar, transparan bir reçinedir ve pigmente edilerek dokulara uygun renklendirilebilirler [57]. Kolay temizlenebilir olmaları, birçok adeziv ile uyumlu olmaları, düşük kalınlıklarda dayanıklılık göstermeleri ve kenar bölgelerde ince hazırlanabilmeleri avantajları arasındadır [58], [59]. Ancak akriliklerin sertliği, yüz protezlerinde dezavantaj oluşturur. Hareketli doku

bölgelerinde esnemezler ve marjinal açıklıkların oluşmasına sebep olabilirler. Su emilimi göstermeleri ve ağır olmaları, büyük kitle olarak kullanımlarını sınırlandırmaktadır [57], [60].

### Akrilik kopolimerler

Akrilik kopolimerler, esnek ve yumuşak bir materyal elde etmek için, metil metakrilat ve plastisizerlerin bir araya gelmesiyle oluşurlar [55]. Zamanla plastisizerin uzaklaşması sonucu materyalin ilk özelliklerini yitirerek sert bir hale geldiği görülmüştür [38]. Maksillofasiyal protezler için kullanılan plastisizerli metakrilat materyaller silikon ve akrilik protez malzemeleri ile doku düzenleyici olarak kullanılmaktadır [55]. Ancak; kenar uyumlarının iyi olmaması, renklendirme işlemlerinin zor olması, restorasyon bitiminden sonra toz toplama ve lekelenmeye yatkın olmaları ve güneş ışığına maruz kaldıklarında renk değişiminin olması nedeniyle; maksillofasiyal protez yapımında tercih edilmezler [61].

### Poliüretan elastomerler

Poliüretanlar, yumuşak bir poliol bileşeninin, sert ve toksik bir diizosiyanat bileşeninin ve bir organotin katalizörünün karıştırılmasıyla elde edilirler. Bu elastomerler üretan bağlantıları içerdiklerinden dolayı poliüretan olarak adlandırılırlar [62], [63].

Poliüretanlar kenar bölge dayanıklılığından ödün vermeden oldukça elastik hale getirilebilir, böylece doku kenarlarının incelmesine izin verirler. Esnek olmalarından dolayı, özellikle hareketli dokulara sahip defektler için uygundur [30]. Kürlenmeleri, izosiyanatın duyarlılığı sebebiyle hassasiyet gerektirir [58]. İzosiyanatlar neme duyarlıdır ve su ile kontamine olduğunda gaz kabarcıkları meydana gelip; pöröz bir elastomerin oluşumuna yol açar [59]. Alçı kalıplar kullanılıyorsa, bunların önceden kurutulması gerekir. Poliüretan, ultraviyole ışığın ve yüzey oksidasyonunun etkileri nedeniyle renk stabilitesi sağlamaz [64]. Bu malzemeler mevcut yapıştırıcı sistemleriyle zayıf uyumluluğa sahiptirler. Yapıştırıcıyı protezden temizlemek birçok hasta için uğraştırıcıdır. Esneklik ve renklendirme kolaylığı gibi olumlu özelliklere sahiptirler, ancak yapım aşamaları zordur. Poliüretan, düzgün, temizlenebilir bir yüzey yaratarak silikonda sık görülen mantar enfeksiyonlarını azaltır. Bu

nedenle günümüzde genellikle, yüz protezlerinin doku yüzeyinde bir astar materyali olarak kullanılırlar [65].

### Silikon elastomerler

Maksillofasiyal protez yapımında geçmişten günümüze farklı materyaller kullanılmış; 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanan silikon elastomerler, zaman içinde geliştirilen fiziksel özellikleri ile en yaygın kullanılan materyal olmuştur [66]. Yüz bölgesinde meydana gelmiş doku kayıpları, estetik ve fonksiyonel olarak doğal görünüme yakın biçimde silikon elastomerler kullanılarak restore edilebilir [11], [67].

Polidimetilsiloksanlar olarak da adlandırılan silikonlar; organik ve inorganik bileşiklerin karışımından oluşan sentetik materyallerdir. Üretimleri; silikanın elemental silikona indirgenmesi, ardından çeşitli reaksiyonlarla silikonun metilklorit ile birleşerek dimetildiklorsiloksani oluşturması ve bu maddenin su ile birleşerek polimeri meydana getirmesi aşamalarından oluşmaktadır [4]. Bu polimerler solgun, beyaz, saydam sıvılar olup akışkanlığı polimer zincirinin uzunluğu ile belirlenir. Sonraki aşamada, polimer yapıya ilave olarak doldurucular eklenerek dayanıklılığı artırılır. Bu amaçla kullanılan silika parçacıklarının yapısı hidrofiliktir. Silikon hidrofilik bir dolgu maddesiyle doldurulduğunda; dolgu maddesi çevredeki nem ve rutubetle reaksiyona girerek suyu emer. Malzemenin hem yapısı hem de rengi bozulur. Bunu önlemek için doldurucuların yüzeyi silanlanarak hidrofobik yapıya dönüştürülür [56]. Bu şekilde üretilen maksillofasiyal silikon elastomerler klinik uygulama aşamasında insan derisi ile renk uyumunun sağlanabilmesi için çeşitli pigmentler kullanılarak renklendirilir.

Silikon elastomerlerin plastik halden lastik yapıya geçişini sağlamak için vulkanize ajanlar ve antioksidanlar kullanılır. Uzun zincirli polimerler çeşitli bölgelerden birbirine bağlanarak (çapraz bağlanma) sağlam bir iskelet yapı oluşturur. Polimerlerin bu şekilde çapraz bağlanmasına "vulkanizasyon" denir [38]. Çapraz bağlayıcı ajan veya vulkanizasyon ajanı, uzun polimer zincirleri arasında çapraz bağlar oluşmasını sağlar. Bu yapı, polimerin plastik halden tamamen lastik yapıya geçmesini sağlar. Çapraz bağların sayısının artması materyalin daha sert ve kırılğan olmasına sebep olur. Çapraz bağlar, zincirlerin belli noktalarında olduğundan, çapraz bağlayıcı ajanın belli bir miktarın üzerinde kullanılması sertliği daha

fazla artırmayacaktır. Polimerizasyon reaksiyonunun gerçekleşmesi için basınç, ısı ve kimyasal ajanlar gibi katalizörler kullanılır [56].

Silikon elastomerler polimerizasyonlarının gerçekleştiği sıcaklığa göre 2'ye ayrılır:

#### Oda ısısında vulkanize olan silikonlar (RTV-Room temperature vulkanized silicone)

Oda ısısında vulkanize olan silikonlar, fiziksel özelliklerinin iyi olması aynı zamanda kullanımlarının kolay ve pratik olmasından dolayı tercih edilen materyallerdir [56]. RTV silikonların polimerizasyonu, başlıca iki mekanizmayla gerçekleşmektedir: bunlardan ilki, asetoksi gruplarının nemle etkileşimi sonucu kondensasyon yoluyla çapraz bağlanmadır ve bu süreçte yan ürün olarak asetik asit açığa çıkar. İkincisi ise platin katalizli ekleme kürüdür ki bu yöntemde reaksiyondan yan ürün oluşmaz ve bu özelliğinden dolayı biyouyumlu tıbbi yapıştırıcıların üretiminde sıklıkla tercih edilir [68]. Modern silikonlarda çapraz bağlama ajanı olarak kloroplatinik asit katalizörü ve hidrometil siloksan bulunmaktadır. Platin silikonların ayarı kolayca bozulur çünkü platin, organosülfür bileşikleri veya aminler gibi elektron veren maddelere kolayca bağlanır ve bu da katalizörün inaktivasyonuna ve polimerizasyon sürecinin engellenmesine neden olur. Bu nedenle, yağ, vazelin veya kil gibi organik maddeler silikon karışımına dahil edilmemelidir [68], [69], [70]. Silikon elastomer polimerize olduktan sonra, platin katalizörü çoğunlukla platin metal nanopartiküllerine dönüşür [71], [72]. Silikon polimerler platin metal nano-partiküllerini stabilize etme eğiliminde olduğundan, özellikle malzeme yüksek platin konsantrasyonları ile hazırlandığında [73], [74], [75], silikon elastomerlerde kahverengi veya sarı tonlar yaygın olarak gözlenir [72].

Yüz protezi yapımında kullanılan RTV silikonlar, transparan veya opak özellikleriyle farklılık gösterirler. Sertleşme mekanizmalarına göre ilave ve kondanse tip olmak üzere 2 farklı RTV silikon bulunmaktadır. İlave tip olanlarda sertleşme işlemi sırasında çok az yan ürün oluşur ya da hiç oluşmaz. Yüzey yapışkanlığından kaçınmak ve zaman kazanmak için ilave tip silikonlar, yükseltilmiş sıcaklıklarda da sertleştirilebilir (65-85°C), bu nedenle bu silikonlar düşük ısıda vulkanize (Low Temperature Vulkanized Silicone-LTV) şeklinde de adlandırılabilirler [7].

### Yüksek ısıyla vulkanize olan silikonlar (HTV-High temperature vulkanized silicone)

Yapımları zaman alıcı olan HTV silikonların vulkanizasyonları ısı altında ve metal kalıplarda basınçla gerçekleştirilir. Vulkanizasyondan önce yarı katıdırlar. İşlem ısısı 220°C'dir [76]. HTV'nin katalizörü dibenzol kloro peroksit vulkanize edici ajanı platin tuzudur [77]. Sertlik, dayanıklılık ve uzama derecesine bağlı olarak çeşitli miktarlarda dolgu maddeleri eklenir. Protezin sertliğini ve katılığını azaltmak için polidimetil siloksan eklenebilir [58]. Yırtılmaya dayanıklı, esnek, doku uyumu iyi olan materyallerdir. Bu materyallerin işlenmeleri ve pigmentlendirilmeleri zor olmasına rağmen, uygulamadan sonra iyi sonuçlar alınabilir [7], [57].

HTV silikonlar yapımında RTV'lere göre daha fazla malzeme gerektirir ve yapımları uzun sürer. Ağız dışı maksillofasiyal protezlerin üretimi için halihazırda kullanılan malzemelerle ilgili bir anketin sonuçları; maksillofasiyal protez uzmanlarının ve diş teknisyenlerinin yalnızca %3'ünün HTV silikon kullandığını göstermiştir [78]. HTV silikonlar genel olarak RTV silikonlardan daha iyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. HTV silikonların en büyük dezavantajlarından biri esnek olmadığı için yumuşak doku bölgelerinde kullanılmamalarıdır [79].

### Silikonun avantajları ve dezavantajları

Silikon bazlı materyaller, yumuşak dokuların biyomekanik özelliklerini başarılı bir şekilde taklit edebilen esnek bir yapıya sahip olup, biyouyumlulukları sayesinde protez uygulamalarında yaygın olarak tercih edilmektedirler. İç ve dış boyama teknikleri ile dokunun doğal rengini yansıtabilme yetenekleri, estetik açıdan önemli bir avantaj sunmaktadır. Kolay duplike edilebilmeleri ve temizlenebilir olmaları, protezlerin uzun süreli kullanımı açısından klinik pratikte büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca, yarı şeffaf yapıları sayesinde deri altı dokuların görünümünü taklit edebilmektedirler, hafif olmaları sebebiyle de hastalar için konforlu bir kullanım sunmaktadırlar. Oda sıcaklığında vulkanize olabilen silikonlar, uygulama kolaylığı sağlarken, kimyasal tepkimeye girmemeleri biyouyumluluk açısından avantaj sunmaktadır [56].

Bununla birlikte, silikon materyallerin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. İnce kenarlarda düşük mekanik dayanıklılık göstermeleri, protezlerin deformasyona uğrama riskini artırmaktadır. Bu materyaller zamanla renk değişimi gösterirler ve fiziksel özelliklerinde bozulmalar görülebilir, bu durum protezin estetik ve fonksiyonel performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ayrıca, vücut sıvıları ile temas eden yüzeylerde mikroorganizma kolonizasyonu riski bulunmakta olup, bu durum protezin hijyen ve biyolojik stabilitesi açısından dikkat edilmesi gereken bir husustur [56].

#### **2.4.4. Maksillofasiyal protezlerde pigmentlerin kullanımı**

Maksillofasiyal silikon protezlerin estetik başarısını artırmak amacıyla uygulanan renklendirme işlemlerinde farklı fiziksel form ve kimyasal yapıya sahip pigmentler kullanılmaktadır. Fiziksel formlarına göre pigmentler; toz (powder), sıvı (liquid), pasta (paste) ve sprej (spray) olmak üzere sınıflandırılır. Toz pigmentler, genellikle inorganik metal oksitlerden oluşur ve iç pigmentasyon için yaygın olarak tercih edilir [80]. Sıvı pigmentler, silikon bazlı taşıyıcılar içinde çözünmüş formdadır ve homojen renk dağılımı sağlamada avantajlıdır. Pasta pigmentler, yüksek konsantrasyonlu yarı katı pigmentler olup kontrollü dozlamaya ile kullanılır. Dış renklendirme amacıyla kullanılan sprej veya boya pigmentler, protez yüzeyine uygulanarak estetik detaylar kazandırmak için tercih edilir [81].

Kimyasal yapılarına göre ise pigmentler inorganik ve organik olmak üzere iki ana grupta incelenirler. İnorganik pigmentler, UV ışınlarına ve çevresel etkilere karşı yüksek direnç gösterirken, organik pigmentler canlı renkler sağlamakla birlikte zamanla solmaya daha yatkındırlar [82].

Ayrıca renklendirme yöntemi bakımından silikon elastomerler, üretici tarafından önceden renklendirilmiş (kendinden renkli/precolored) ya da uygulama öncesi manuel olarak pigment eklenmiş (elden renklendirilmiş/hand-colored) olmak üzere ikiye ayrılır. Her iki yöntemin de estetik açıdan avantajları bulunmakla birlikte, precolored silikonların, pigmentlerin silikon matriksiyle daha homojen ve stabil şekilde birleşmesi nedeniyle daha yüksek renk stabilitesi sunduğu bildirilmiştir [83].

## 2.5. Maksillofasiyal Protezlerde Dezenfeksiyon

İnsan derisi, yüzeyinde doğal olarak bulunan ve yaşayan bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalardan zengindir. Aşırı ısı ve nem varlığında, kontrol edilemeyen diyabet vakalarında ve uzun dönemli antibiyotik kullanımı sonrasında, bu mikroorganizmalar biyofilm formasyonuna ve enfeksiyonlara neden olabilmektedir [84]. Bu nedenle defekt bölgesi ve çevre dokularla temasta olan yüz protezlerinin temizliği ve dezenfeksiyonu oldukça önemlidir. Güneşten gelen ultraviyole ışınları ve materyalin yapısal reaksiyonları sebebiyle bozulma hasta ve hekim tarafından kontrol edilmesi mümkün olmayan sebepler iken protez dezenfeksiyonunda kullanılan yöntemler arasında materyali en az etkileyeni seçmek, yapımı zahmetli ve maliyetli olan bu protezlerin ömrünü uzatmak için önemli bir konudur.

Yüz protezlerinin yapımında sıklıkla kullanılan silikonların temizliğinde uygulanan dezenfeksiyon yöntemleri; biyofilm tabakasının mekanik yöntemlerle uzaklaştırılması (diş fırçası ile fırçalama veya su/nötral sabunla el ile yıkama), temizleme tabletlerinin (efervesan tabletler uygulaması), kimyasal olarak dezenfektanlar ile mikroorganizmaların inaktive edilmesi ve fitoterapi uygulamalarıdır [84].

Mekanik temizliğin mikroorganizmaların elimine edilmesinde tek başına yeterli olmadığı, üstelik yanlış uygulama yapılması durumunda materyalin yüzey topografisini etkileyerek tutunmayı kolaylaştıran bir yüzey haline getirebildiği ve yüzeysel tabakada pigmentleri uzaklaştırarak rengi bozabileceği gösterilmiştir [85], [86]. Kimyasal protez temizleyicileri çalışma şekillerine ve içeriklerine göre temel olarak; hipokloritler, peroksitler, enzim içerikli nötral peroksitler, enzimler, asitler ve dezenfektanlar olarak sınıflandırılabilir. Kullanılan dezenfektan solüsyonu proteze uygulandıktan sonra bir süre bekleyip silinmelidir. Kimyasal dezenfeksiyon daha etkili olduğundan tercih edilmektedir ancak canlı dokulara zarar vermeyecek ve silikonun yapısını bozmayacak özellikte olmasına dikkat edilmelidir. Silikon protezlerin dezenfeksiyonu; protezi solüsyon içine daldırarak ya da protezin yüzeyine spreyle uygulayarak yapılabilir. Solüsyona daldırıldığında protezin tüm yüzeyleri solüsyon ile temas edebilmektedir. Spreyle uygulandığında bu durum sağlanamasa da materyalde dezenfektan solüsyona bağlı değişiklik görülme ihtimali azalmaktadır ve daha az solüsyon kullanılarak dezenfeksiyon yapılabilir [87].

## 2.6. Maksillofasiyal Protezlerin Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar

Kimyasal dezenfeksiyon, maksillofasiyal protez materyali olarak kullanılan silikonlarda bazı özellik değişikliklerine neden olabilmektedir. Bu nedenle dezenfektanların etkilerinin değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Mevcut literatürde; klorheksidin (CHX), antibakteriyel sabunlar, efervesan protez temizleyicileri, hipoklorit solüsyonları gibi kolay ulaşılabilir ve düşük maliyetli çeşitli dezenfektanların maksillofasiyal protezlerin dezenfeksiyonunda kullanımına yer verilmiş ve bu dezenfektanların silikonların fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir [1], [14].

Ancak doğrudan cilt temizliğinde kullanılan hipokloröz asit içeren dezenfektan solüsyon, etil alkol (%67,2) içeren dezenfektan solüsyon, katyonik sürfaktan içeren miselar su solüsyonu, aleksidin dihidroklorid içeren çok amaçlı solüsyon ve polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyonların kullanımına rastlanmamıştır.

Hipokloröz asit (HOCl) doğal olarak nütrofiller tarafından üretilen, güçlü oksidan ve protein yıkıcı yapısıyla antimikrobiyal özelliğe sahip cilt dezenfektanıdır. Hipokloröz asidin sodyum hipoklorit (NaOCl) ve hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) göre antimikrobiyal etkisinin daha geniş, sitotoksitesi daha düşük olduğu bildirilmektedir [88].

Geniş antimikrobiyal etkinlik gösteren etil alkol, cilt dezenfektanı olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Kullanımının kolay olması, hafif kokulu ve renksiz yapıda bulunması, hızlı etki göstermesi gibi avantajları bulunmaktadır [89]. Ayrıca, etil alkol diğer alkollerden daha az iritan ve daha az toksik özelliğe sahiptir [44], [90].

Cilt temizliğinde kullanılan miselar sular sürfaktan özelliğe sahiptir. Yüzey aktif ajan olarak tanımlanan sürfaktanlar, hem hidrofobik hem de hidrofilik özelliğe sahip moleküllerdir. Bu özellikleri sayesinde ciltle temas ettiklerinde yüzey enerjisini düşürerek kirleri toplar ve cildi temizlerler. Sürfaktanlar; anyonik, katyonik, noniyonik ve amfoterik olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan solüsyon setrimonyum bromür katyonik sürfaktanı içermektedir [91].

Çok amaçlı dezenfektan solüsyonlar, kontakt lenslerin hijyeninden sorumlu olup içeriklerindeki biyositler sayesinde biyosidal etki göstermektedirler. Biyositler, bir veya birden fazla aktif maddenin karışımıyla mikroorganizmaları kontrol altına alan veya öldürücü etkisi olan kimyasal maddelerdir. Silikon esaslı kontakt lenslerin teknolojisindeki gelişmeler doğrultusunda üretici firmalar yeni kontakt lens bakım ürünleri geliştirmiştir. Bu çok amaçlı solüsyonların içerdiği farklı biyositler ve konsantrasyon düzeylerinin, maksillofasiyal silikonlar üzerinde de etkili olabileceği düşünülmektedir. Piyasada farklı içeriklere sahip çok sayıda solüsyon bulunmakla birlikte; biyosidal etkinliği araştırılarak etkili olduğu tespit edilen solüsyonların içeriklerinde genellikle polikuateryum ve aleksidin dihidroklorür biyositlerinin bulunduğu görülmektedir. Bu bileşenler farklı biyositlerle birlikte değişen kombinasyon ve konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında aleksidin içeren çok amaçlı solüsyon kullanılacaktır. Söz konusu solüsyonun içeriğindeki aleksidin dihidroklorür, tıpkı klorheksidin gibi işgalci patojenlere karşı konağın savunmasının başlangıç safhasıyla ilişkili olan Toll-like reseptörleri (TLR) uyararak bakteri zarı bileşenlerini nötralize etmektedir [92].

## **2.7. Maksillofasiyal Protezlerde Renk**

Estetik bir protez için protez materyalinin insan cildiyle doğru renk ve yarı saydamlık uyumu esastır [93]. Geleneksel olarak maksillofasiyal silikonun renklendirilmesi deneme-yanılma yöntemiyle gerçekleştirilir. Maksillofasiyal protez uzmanı, cilt rengini görsel olarak değerlendirerek, silikona pigment ekler; elde edilen rengi hastanın cildiyle karşılaştırır ve hedef renge ulaşana kadar pigment eklemeye devam eder [94]. Deneyimli ve yetenekli bir maksillofasiyal protez uzmanı bu yöntemle başarılı sonuçlar elde edebilir.

Son yıllarda, renk uyumunun daha objektif ve tekrarlanabilir biçimde sağlanabilmesi amacıyla spektrofotometre ve kolorimetre gibi dijital renk ölçüm cihazlarının kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu dijital sistemler, cilt rengini sayısal verilerle analiz ederek daha hassas eşleştirme yapılmasına imkân tanır [95].

Hastaların protezleriyle ilgili memnuniyetsizliklerinin başında protezin renginde zamanla meydana gelen soluklaşmaların olduğu bildirilmiştir [16]. Çene-yüz protezlerindeki bu bozulmalar; UV ışınları, hava kirliliği, ısı ve nem değişimleri, kullanım hataları veya

temizleyici ajanlar gibi faktörlere bağılı olarak gelişmektedir [13]. Diğer yandan yüz protezlerinin hijyen yetersizlikleri cerrahi operasyon geçirmiş defekt bölgesinin sağlığını olumsuz yönde etkilemekte enfeksiyon riskini arttırmaktadır [96], [97]. Bu nedenle çevre dokuların sağlığının korunabilmesi için yüz protezlerinin uygun şekilde dezenfeksiyonu şarttır.

Bazı çalışmalarda; temizlik işlemi ne kadar hassas yapılırsa yapılsın, parmakla ovma sırasında protezin renk uyumunu sağlayan yüzey boyalarının ve yapısındaki çeşitli materyallerin uzaklaşabileceği bildirilmiştir [13], [96], [98]. Silikon yüz protezlerinin temizliğinde kullanılan diğer bir seçenek ise çeşitli kimyasal solüsyonlarda bekletmektir. Solüsyonların konsantrasyonları ve uygulama yöntemleri için birçok farklı seçenek bulunmaktadır. Bu seçeneklerin hepsi silikon materyalin özelliklerinde değişikliklere sebep olmaktadır.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar incelendiğinde silikon yüz protezlerinin dezenfeksiyonu için ideal solüsyon konusunda halen net bir sonuca varılamamıştır [15], [98], [99].

Silikon yüz protezleri, materyalin yapısında meydana gelen bozulmalar nedeniyle genellikle 3 ay ile 2 yıl arasında değişen kullanım ömrüne sahiptirler [12], [28], [100]. Protezlerde meydana gelen bozulmaların sebepleri arasında dış etkenler bulunmakla beraber bu dış etkenlerin hiçbirine maruz kalmayan karanlık ortamda, ısı ve nem koşullarının optimal olduğu koşullarda bekletilen silikon elastomerler de bile, polimer yapısında devam eden çapraz bağlantı reaksiyonları ve pigmentlerin etkileşimleri sebebiyle bir miktar renk değişimi gösterdiği bildirilmiştir [101]. Maksillofasiyal protezler, defekt bölgesindeki ve çevresindeki dokularla renk uyumu gösterdiği sürece kullanılabilir. Ancak renk değişimi gözle görülebilir ve dikkat çekici düzeye ulaştığında protezlerin değiştirilmesi gerekir [102]. Protezlerin klinik kullanımında göz ile yapılan bu değerlendirme protezin kullanım ömrünü belirler. Ancak bilimsel çalışmalarda maksillofasiyal silikonların renk değişiminin belirlenmesinde renk ölçüm cihazlarından spektrofotometre sıklıkla kullanılmaktadır [13]. Güneşten gelen UV ışınları ve materyalin yapısal reaksiyonları sebebiyle bozulma, hasta ve hekim tarafından kontrol edilmesi mümkün olmayan sebepler iken, protez dezenfeksiyonunda kullanılan yöntemler arasında materyali en az etkileyen ajanı seçmek,

yapımı zahmetli ve maliyetli olan bu protezlerin ömrünü uzatmak için önemli bir konudur [13].

### **2.7.1. Renk değişim eşik değeri**

Eşik değeri, diş hekimliği ve maksillofasiyal protezler gibi alanlarda, bir materyalin renk değiştirmesi insan gözüyle algılanabilir (AE- Algılanabilir Eşik Değeri) ya da kabul edilebilir (KEE- Kabul Edilebilir Eşik Değeri) sınırlar içinde olup olmadığını tanımlayan kritik bir kavramdır.

#### Algılanabilir eşik değeri (AE):

Bir bireyin, iki renk arasındaki farkı fark edebildiği en küçük değerdir. Bu değer, %50 oranında algılanabilirlik seviyesini ifade eder [103].

#### Kabul edilebilir eşik değeri (KEE)

İki renk arasındaki farkın, bireyler tarafından estetik olarak kabul edilebilir bulunduğu en büyük değerdir. Bu da %50 oranında kabul edilebilirlik seviyesini temsil eder [104].

İki örnek arasındaki renk farkı AE'de veya altındaysa, mükemmel bir eşleşmeyi temsil eder; fark AE ve KEE arasındaysa, kabul edilebilir bir eşleşmeyi temsil eder ve fark KEE'nin üzerindeyse, kabul edilemez bir eşleşmeyi temsil eder [105], [106], [107].

### **2.7.2. Renk farkı hesaplamaları**

CIELab ve CIEDE2000 renk farkı formülleri, eşik değerlerini belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır [103], [104], [108]

#### CIE L\*a\*b\* Renk Sistemi

1931'de Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), üç bileşenli renk görme teorisine dayalı olarak X, Y ve Z tristimulus değerleri kavramını tanımlamıştır. Bu teori, gözün

kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç ana renk için reseptörlere sahip olduğunu belirtmektedir. Diğer tüm renkler bu ana renklerin karışımı olarak görülür [109], [110].

1976'da CIE tarafından tanımlanan  $L^*a^*b^*$  renk sistemi, şu anda nesne rengini ölçmek için en popüler sistemlerden biridir ve hemen hemen tüm alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemde  $L^*$  aydınlık,  $a^*$  ve  $b^*$  ise renk koordinatlarıdır.  $L^*$  koordinatı 0'dan (mutlak siyah) 100'e (mutlak beyaz) değerler içeren vertikal eksenin üzerinde yer alır.  $a^*$  ve  $b^*$  koordinatları  $L^*$ 'nin etrafındaki eksenlerde döner.  $a^*$  ve  $b^*$  renk yönlerini gösterirken  $+a^*$  kırmızı yön,  $-a^*$  yeşil yön,  $+b^*$  sarı yön ve  $-b^*$  mavi yöndür. Merkez akromatiktir;  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri arttıkça ve nokta merkezden uzaklaştıkça rengin doygunluğu artar [109], [111], [112], [113].

Diğer bir renk sistemi,  $L^*C^*h$  renk sistemidir.  $L^*a^*b^*$  renk sistemiyle aynı diyagramı kullanır, ancak dikdörtgen koordinatlar yerine silindirik koordinatları vardır. Bu renk uzayında  $L^*$  aydınlığı belirtir ve  $L^*a^*b^*$  renk uzayının  $L^*$  değeri ile aynıdır.  $C^*$  chromadır ve  $h$  ton açısıdır. Kroma  $C^*$  değeri merkezde 0'dır ve merkezden uzaklığa göre artar. Hue açısı  $h$ ,  $+a^*$  ekseninden başlayarak tanımlanır ve derece olarak ifade edilir:  $0^\circ +a^*$  (kırmızı),  $90^\circ +b^*$  (sarı),  $180^\circ -a^*$  (yeşil) ve  $270^\circ -b^*$  (mavi) olur [109].

CIELab renk sistemi ile görsel algıdaki renk farklılıkları sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Renk değişimi sayısal olarak aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır ve  $\Delta E$  ile ifade edilir [114].

Eşitlik 2.1.

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

Endüstriyel uygulamalarda enstrümantal ve görsel renk değerlendirmeleri arasındaki doğruluğu geliştirmek için, CIE tarafından yeni bir CIELab tabanlı renk farkı formülü (CIEDE2000) önerilmiştir. CIEDE2000, renk farkı değerlendirmesinde CIELab renk farkı sisteminin tekdüzeliğini düzeltmek için ağırlık fonksiyonları (SL, SC ve SH), aydınlatma ve görüntüleme koşullarının etkisini hesaba katan parametreler (KL, KC ve KH) ve mavi

bölgedeki kroma ve hue farklılıkları arasındaki etkileşimi açıklayan bir fonksiyonu (RT) içermektedir [115], [116].

Eşitlik 2.2.

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

Formül resmi olarak en son renk farkı denklemi olarak kabul edilmiştir ve küçük renk farklılıklarına dayalı deneysel verilerde CIELab formülüne göre daha doğru olduğu kabul edilmiştir [117].

Literatürde maksillofasiyal protezlerde kullanılan renk farkı sistemleriyle belirlenen algılanabilir eşik değeri (AE) ve kabul edilebilir eşik değeri (KEE) açısından, çalışmalarda cilt tipi ve renk farkı formülüne bağlı olarak değişken sonuçlar bildirilmiştir. Leow ve diğerleri (2006), sadece CIELab ( $\Delta E^*ab$ ) sistemini kullanmış ve açık cilt için AE: 0,8, KEE: 1,8; koyu cilt için ise AE: 1,3, KEE: 2,6 olarak değerler rapor etmişlerdir [103]. Paravina ve diğerlerinin (2009) çalışmasında her iki sistem birlikte değerlendirilmiş; açık ciltte AE: 1,1, KEE: 3,0 (CIELab), AE: 0,7, KEE: 2,1 (CIEDE2000); koyu ciltte ise AE: 1,6, KEE: 4,4 (CIELab), AE: 1,2, KEE: 3,1 (CIEDE2000) olarak bildirilmiştir [104]. Lagouvardos ve diğerleri (2018) tarafından yalnızca CIELab sistemi kullanılmış ve AE: 1,497, KEE: 1,808 değerleri tanımlanmıştır [108]. Kurt ve diğerlerinin (2022) çalışmasında açık cilt için AE: 3,07, KEE: 3,0 (CIELab), AE: 2,49, KEE: 2,1 (CIEDE2000); koyu cilt için ise AE: 2,96, KEE: 4,4 (CIELab), AE: 2,33, KEE: 3,1 (CIEDE2000) değerleri kaydedilmiştir [94]. Araştırmacıların 2024 yılında yaptıkları diğer bir çalışmada açık ciltte AE: 0,8, KEE: 3,35 (CIELab), AE: 0,59, KEE: 2,25 (CIEDE2000); koyu ciltte ise AE: 2,63, KEE: 10,07 (CIELab), AE: 1,75, KEE: 7,04 (CIEDE2000) değerleri elde edilmiştir [118]. Bu veriler, açık cilt tonlarında renk farkı algısının daha düşük değerlere sahip olduğunu; koyu ciltlerde ise daha yüksek farkların tolere edilebilir olduğunu göstermektedir [103], [104]. Eşik değerleri, protezlerin estetik başarısında kritik bir rol oynar. Araştırmalar, açık ve koyu cilt tonlarında farklı eşik değerlerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

### 2.7.3. Renk ölçüm yöntemleri

Maksillofasiyal protezlerde estetik başarının sağlanmasında, protezin doğal cilt dokusu ile renk uyumu büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle renk değerlendirmeleri, genellikle görsel veya aletsel analiz yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir [119].

#### Görsel renk analizi

Klinik uygulamalarda sık kullanılan görsel yöntemler; yaş, cinsiyet, göz yorgunluğu, renk görme bozuklukları gibi bireysel faktörlerden ve aydınlatma koşulları, malzemenin translüsensi ve yüzey yapısı gibi çevresel faktörlerden etkilenebilmektedir [119], [120].

#### Aletsel renk analizi

Aletsel renk analizleri objektiftir ve bir sayısal değer belirtir. Bu cihazlarla daha hızlı renk ölçümü yapılabilir. Aletsel renk analizleri, görsel renk analizine göre avantajlıdır [121]. 1970'lerin başından beri, diş hekimliğinde renk değerlendirmesi için çeşitli elektronik cihazlar çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Günümüzde renk seçimi için spektrofotometreler, kolorimetreler, spektoradyometreler ve dijital kameralar tercih edilir [122].

#### *Kolorimetreler*

Kolorimetreler, ışığın görünür spektrumunun kırmızı, yeşil, mavi alanlarında filtreler ve tristimulus (x,y,z renk koordinat) değerlerini ölçer. Kolorimetreler spektral yansımayı kaydetmez ve spektrofotometrelerden daha az hassasiyete sahiplerdir [109], [123], [124].

#### *Spektrofotometreler*

Spektrofotometreler, diş hekimliğinde renk seçme ve renk değerlerini belirlemek için kullanılan en doğru araçlar arasındadır. Bu cihazlar görünür spektrum boyunca 1-25 nm aralıklarla bir nesneden yansıyan ışık enerjisi miktarını ölçerler [109], [123].

Bir spektrofotometre, bir optik radyasyon kaynağı, bir ışık dağıtma aracı, renk ölçümü için bir optik sistem, bir detektör ve elde edilen ışığı analiz edilebilecek bir sinyale dönüştürme

aracı içerir. İnsan gözüyle veya geleneksel tekniklerle yapılan renk seçmeyle karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin doğrulukta %33 artış ve vakaların %93,3'ünde daha objektif bir renk seçimi yapıldığı bulunmuştur [109], [123].

Spektrofotometrik renk ölçümleri, ölçüm geometrisine ve aydınlatıcıya bağlı olarak farklılık göstermektedir. Dental materyallerin rengini ölçmek için gün ışığının bir fazını temsil eden D65 standart aydınlatıcı kullanılmaktadır [125].

Tüm cihazlar arasında mutlak renk ölçümü için en doğru olan cihaz spektrofotometrelerdir. Bu aletlerin çalışma ömrü kolorimetrelerden daha uzundur ve metamerizminden etkilenmezler [124].

### *Spektroradyometre*

Spektroradyometreler, parlaklık (irradiance) ve ışınım (radiance) gibi radyometrik değer ölçümleri için geliştirilmiş olup radyometrik enerji, görünür ışık spektrumunun 5, 10 veya 20 nm aralığında ölçebilmektedir. Spektroradyometreler yüzeyi parlak cisimlerin renk ölçümlerini yapılabilmektedir. Ölçüm pozisyonunda oluşabilecek en küçük bir değişiklik sonuçta farklılık yaratabileceğinden, ölçümler büyük bir dikkatle yapılmalıdır [126].

### *Dijital kameralar*

Dijital kameralar ve görüntüleme sistemleri, diş hekimliği uygulamalarına önemli faydalar sunar. Diş hekimliğinde dijital kameraların kullanımı, bulunabilirliği, maliyeti ve kullanım kolaylığı nedeniyle diş hekimleri için avantajlıdır. Dijital kamera kullanımıyla renk seçiminde morfoloji ve renkleri değil, aynı zamanda yüzey dokusu, renk dağılımı gibi diğer özelliklerin de teknisyene aktarılması sağlanır [111]. Genellikle RGB cihazları olarak adlandırılan dijital kameralar mikroskobik boyutlarda milyonlarca ışığa duyarlı elemanlar içeren sensörler aracılığıyla görüntüleri yakalarlar ve renkli bir görüntü oluşturmak için kırmızı, yeşil ve mavi renk sinyallerini kullanırlar [123].

Bu tez çalışmasının amacı; silikon elastomerlerin dezenfeksiyonunda kullanılacak distile su (kontrol grubu), hipokloröz asit içeren dezenfektan solüsyon, etil alkol içeren dezenfektan

solüsyon, katyonik sürfaktan içeren miselar su solüsyonu, aleksidin dihidroklorid içeren çok amaçlı solüsyon ve polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyonların maksillofasiyal silikon materyallerinin renk değişimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi: maksillofasiyal silikon türünün ve kullanılan dezenfektanların test edilen maksillofasiyal silikonların renk değişiminde etkili olmayacağı yönündedir.





### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmanın amacı; üç farklı maksillofasiyal silikon materyaline, hipokloröz asit, etil alkol (%67,2), katyonik sürfaktan içeren miselar su, aleksidin dihidroklorür ve polikuanteriyum-1 içeren dezenfektan solüsyonları ile günlük kullanımı taklit eden dezenfeksiyon işlemleri uygulandığında oluşan renk değişimlerinin incelenmesidir. Farklı dezenfektanlarla dezenfekte edilen maksillofasiyal silikon materyallerin renk stabilitesinin değerlendirildiği bu tez çalışması, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TDH-2023-8988 numaralı proje kapsamında desteklendi. Çalışma, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarında gerçekleştirildi.

Bu çalışma aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

1. Farklı baz/katalizör oranlarına sahip üç maksillofasiyal silikon elastomerin seçilmesi
2. Silikon örneklerin renklendirilmesi ve standart kalıplar ile örnek hazırlanması
3. Belirlenen dezenfektan gruplarıyla günlük klinik kullanımı taklit eden dezenfeksiyon uygulamaları
4. Dezenfeksiyon öncesi ve sonrası renk ölçümlerinin dijital spektrofotometre ile yapılması
5.  $\Delta E_{00}$  renk farkı hesaplamalarının yapılması (CIEDE2000 formülü ile)
6. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

#### 3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri Çizelge 3.1'de gösterildi.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyallerin markası, üretici firmaları ve üretim kodları

Materyal	Yapısal özellikler	Katalizör oranı	Marka-Üretici firma (Şehir, Ülke)	Ürün parti numarası
Maksillofasiyal silikon	Isıyla vulkanize olan (HTV)	10:1	M511; Technovent Ltd. (South Wales, Birleşik Krallık)	B24E
Maksillofasiyal silikon	Isıyla vulkanize (HTV) & Oda ısısında vulkanize (RTV)	9:1	Teksil S-25; Technovent Ltd. (South Wales, Birleşik Krallık)	B24A/4
Maksillofasiyal silikon	Isıyla vulkanize (HTV)&Oda ısısında vulkanize (RTV)	1:1	Z004; Technovent Ltd. (South Wales, Birleşik Krallık)	B14D
Maksillofasiyal Renk pigmentleri	Renk pigmenti	-	Spectromatch Ltd.QuickWeigh LSR (Bath, Birleşik Krallık)	White:231 Light Grey:242 Red:241 Ochre:241
Dezenfektan	Distile su	-	Deiyonize Su; EGAŞ (Ankara, Türkiye)	20491122001
Dezenfektan	Hipokloröz asit	-	Farmisol; Farmaso İlaç San. Tic. A.Ş. (İstanbul, Türkiye)	1610824009
Dezenfektan	Etil alkol (%67,2)	-	Maratem M105; Eczacıbaşı Profesyonel (İstanbul, Türkiye)	2012425
Dezenfektan	Katyonik sürfaktan	-	Bioderma Sensibio H2O; NAOS İstanbul Kozmetik San. ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul, Türkiye)	R1X8709XQ1907V
Dezenfektan	Aleksidin dihidroklorid	-	ReNu Advanced; Bausch + Lomb (Rochester, ABD)	MJ2524
Dezenfektan	Polikuanteryum-1	-	Biotrue; Bausch + Lomb (Rochester, ABD)	MJ1144

Çalışmada 10:1 (M511), 9:1(TeksilS-25) ve 1:1(Z004) baz/katalizör oranında karıştırılan üç farklı maksillofasiyal silikon materyali kullanıldı. Çalışmada test edilen maksillofasiyal silikon elastomerler; polivinilsiloksan yapıda, platin katalize, ilave polimerizasyon mekanizmasına sahiptir. Silikon elastomerlerin üçü de yüz protezlerinde kullanım amacıyla üretilmiş materyaller olup baz/katalizör oranı, polimerizasyon ısısı ve süresi açısından farklılık göstermektedirler (Resim 3.1).



Resim 3.1. Çalışmada kullanılan silikonlar

Maksillofasiyal silikonların klinik kullanım koşullarını taklit edebilmek amacıyla silikon yapısına deri rengini taklit edecek şekilde dört farklı silikon pigmenti (beyaz, açık gri, kırmızı, koyu sarı) (QuickWeigh LSR; Spectromatch Ltd., Bath, Birleşik Krallık) %10 oranında ilave edildi (Resim 3.2).

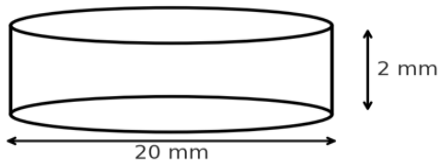


Resim 3.2. Silikon renk pigmentleri

Çalışmada renklendirilmiş silikon örnekler, maksillofasiyal protezlerin günlük dezenfeksiyon işlemini taklit etmek amacıyla distile su (kontrol grubu), hipokloröz asit içeren dezenfektan solüsyon, etil alkol (%67,2) içeren dezenfektan solüsyon, katyonik sürfaktan içeren miselar su solüsyonu, aleksidin dihidroklorid içeren çok amaçlı solüsyon ve polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyonlarla dezenfekte edildi.

### 3.2. Örnek Hazırlanması

Çalışmada silikon örnekler, 2 mm kalınlığında ve 20 mm çapında disk şeklinde hazırlandı (Resim 3.3).



Resim 3.3. Hazırlanan silikon örneklere ait boyutların şematik olarak gösterimi

Bu örneklerin üretimi için üç boyutlu tasarım yazılımında (Onshape; PTC, Rockwell Automation, Boston, MA, ABD) 20 mm çap ve 2 mm derinliğinde iç boşluğa sahip, tabanı

kapalı kalıp tasarlandı ve elde edilen veriler Standart Üçgensel Ağ Dili (STL) dijital dosya formatında dışa aktarıldı. Fotopolimer reçine (Model Resin; Powerresins, İstanbul, Türkiye) ve dijital ışık işleme (DLP) 3B yazıcı (DentaFab; İstanbul, Türkiye) kullanılarak üç boyutlu baskı yöntemiyle üretildi. Her baskı katmanının kalınlığı 100 µm olarak ayarlandı ve modelin altına koni şeklinde, yarıçapı 0,25 mm ve uzunluğu 1 mm olan bir baskı destek yapısı eklendi (Resim 3.4)



Resim 3.4. Üç boyutlu baskı yöntemiyle üretilen resin kalıplar

Resin kalıplar tip 4 sert alçı (Cerestone, Extra Hard Dental Plaster, Türkiye) ile dental muflaların içine gömüldü. Muflanın üst parçası dökülmeden önce kalıplar içine modelaj mumu (Polymax, Bilkim chemical company, İzmir, Türkiye) eritilip döküldü (Resim 3.5). Mufla yüzeyi alçı ayırıcı ile izole edildikten sonra üst parçası yerleştirilip alçı dökülerek basınç altında sertleşmesi beklendi. Muflanın parçaları ayrılıp mum atımı yapıldı (Resim 3.6). Böylece silikonun yerleştirilip polimerize edildiği negatif boşlukların üç boyutlu yazıcıda standart bir şekilde üretimi ve bunların alçı ile mufla içine gömülerek üretici tarafından önerilen ısı-basınç altında geleneksel polimerizasyonu sağlandı.



Resim 3.5. Üç boyutlu baskı resin kalıpların içerisine mum replikaların yerleştirilmesi



Resim 3.6. Mufla içerisine alçı dökülmesi

### 3.3. Silikon Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada test edilen maksillofasiyal silikon elastomerler; baz/katalizör oranı, polimerizasyon ısısı ve süresi açısından farklılık göstermektedirler. Bu nedenle her bir materyal, üretici firmaların önerileri doğrultusunda hazırlandı. Buna göre; M511 Addition (Platinum) Silicone Rubber 10/1, Z004 Addition (Platinum) Silicone Rubber 1/1 ve Teksil S-25 9/1 baz/katalizör oranında hassas terazide tartıldı (Resim 3.7).



Resim 3.7. Hassas tartıda maksillofasiyal silikonlara ait katalizör baz oranının ayarlanması

Baz ve katalizör homojen bir karışım elde edilene kadar temiz bir yüzey üzerinde spatül ile karıştırıldı. Maksillofasiyal silikonların klinik kullanım koşullarını taklit edebilmek amacıyla, silikon yapısına deri rengini taklit edecek şekilde silikon renk pigmentleri (beyaz, açık gri, kırmızı, koyu sarı) eşit oranda eklenerek toplam ağırlığın %10'u kadar renk pigmenti ilave edildi. Renk pigmentleri silikon ile homojen bir karışım elde edilene kadar karıştırıldı (Resim 3.8).



Resim 3.8. Renk pigmentleri ve silikonun karıştırılması

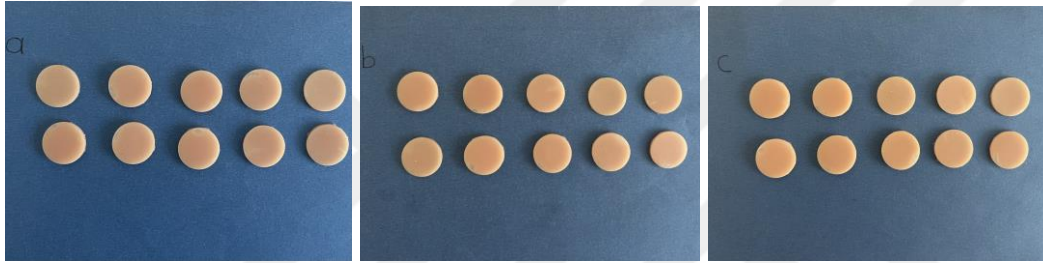
Elde edilen silikon karışım, alçı kalıp içindeki negatif boşluklara küçük bir spatül yardımıyla hava boşluğu kalmayacak şekilde küçük miktarlar halinde yerleştirildi. Silikon yerleştirilen kalıpların yerleştirme esnasında oluşabilecek hava kabarcıklarının yüzeye çıkabilmesi için 10 dakika bekletildikten sonra muflanın üst parçası kapatılıp basınç altında polimerizasyonları yapıldı. Polimerizasyon süresi ve ısısı her bir silikon için üretici talimatlarına göre uygulandı. Buna göre; M511 Addition (Platinum) silikon elastomer 10/1 baz katalizör oranında karıştırılıp 100 santigrat derece fırında 1 saat, Z004 Addition (Platinum) Silicone Rubber 1/1 baz katalizör oranında karıştırılıp 100 santigrat derece fırında 2 saat ve TeksilS-25 silikon elastomer 9/1 baz katalizör oranında karıştırılıp 100 °C fırında 2 saat polimerize edildi. Polimerizasyon süreleri sonunda kalıplar fırından çıkarılıp oda sıcaklığına gelene kadar kendi kendine soğuması beklenildi.

Alçı kalıplar açılarak içinden silikon örnekler çıkarıldı. Alçı ve alçı ayırıcı atıkların temizlenmesi için su altında yıkandı. Örnek kenarlarındaki fazla silikonlar bistüri ile kesilerek uzaklaştırıldı. Silikon örnekler incelendi ve yapısında hava boşluğu, eksiklik ve şekil bozukluğu gibi mekanik özellikleri etkileyecek defektleri olan örnekler çalışmaya dahil edilmedi. Bu örnekler tekrar hazırlandı.

Test edilecek örnekler ultrasonik temizleme cihazında (Model JP-4820; GT SONIC – Guangdong GT Ultrasonic Co., Ltd., Çin) (Resim 3.9), 5 dk boyunca temizlendi. Örnekler, testlerden önce kurutularak ışık görmeyen ortamda 24 saat bekletildi.



Resim 3.9. Silikon örneklerin ultrasonik temizleme cihazında temizlenmesi



Resim 3.10. a) M511, b) Teksil S-25 ve c) Z004 silikon örnekleri

Çalışmada her bir silikon materyaline ait 60 adet örnek hazırlandı. Örnekler; hipokloröz asit, %67,2 etil alkol içeren dezenfektan solüsyon, katyonik sürfaktan içeren miselar su solüsyonu, aleksidin dihidroklorid içeren çok amaçlı solüsyon ve polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyon ile distile su (kontrol) dezenfektan gruplarının uygulaması için rastgele olarak 10'arlı gruplara ayrıldı (Resim 3.10.). Çalışmada toplam 180 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Deney grupları ve her bir gruba ait örnek sayıları Çizelge 3.2'te belirtildi.

Çizelge 3.2. Çalışma Grupları

Silikon Türü / Oran	Dezenfektan Türü	Numune Sayısı
<b>M-511</b> Silikon Elastomer / 10:1	Hipokloröz Asit	n=10
	Etil Alkol	n=10
	Miselar Su	n=10
	Aleksidin Dihidroklorid	n=10
	Polikuanteriyum-1	n=10
	Distile Su (Kontrol)	n=10
<b>Teksil S-25</b> Silikon Elastomer / 9:1	Hipokloröz Asit	n=10
	Etil Alkol	n=10
	Miselar Su	n=10
	Aleksidin Dihidroklorid	n=10
	Polikuanteriyum-1	n=10
	Distile Su (Kontrol)	n=10
<b>A-2000</b> Silikon Elastomer / 1:1	Hipokloröz Asit	n=10
	Etil Alkol	n=10
	Miselar Su	n=10
	Aleksidin Dihidroklorid	n=10
	Polikuanteriyum-1	n=10
	Distile Su (Kontrol)	n=10

### 3.4 Silikon Örneklerin Renk Parametrelerinin Ölçümü

Dezenfeksiyon öncesinde silikon örneklerin renk parametreleri dijital spektrofotometre (Konica Minolta CM-2300d; Konica Minolta, Tokyo, Japonya) ile ölçüldü (Resim 3.11.). Ölçümler, CIE standart aydınlatıcı D65 ışık kaynağı altında, %10 gözlem açısıyla ve  $d/8^\circ$  (diffüz aydınlatma/ $8^\circ$  gözlem açısı) ölçüm geometrisinde yapıldı. Cihaz her grup ölçümünden önce cihaza ait beyaz kalibrasyon plağı ile kalibre edildi. Numuneler, düz beyaz bir zemin üzerine yerleştirilerek, kapalı ışık kutusu içinde ölçüldü. Her örnek için üç tekrar ölçüm alınarak ortalaması hesaplandı.



Resim 3.11. Spektrofotometre

### 3.5. Silikon Örneklere Dezenfeksiyon Uygulaması

Çalışmada, her bir silikon türü için hazırlanan disk şeklindeki örneklere dezenfektanlar, 12 aylık klinik kullanım koşullarını taklit edecek şekilde uygulandı. İki ay boyunca günde altı kez iki saat ara verilip, dezenfektan uygulanarak bir yıldaki günlük dezenfeksiyon süreci simüle edildi. Dezenfeksiyon işlemi için tüm dezenfektanlar özdeş sprey şişelerine konuldu. Uygulama sırasında sprey şişeleri örnek yüzeyinden yaklaşık 10 cm mesafede tutularak ikişer kez püskürtüldü ve örnek yüzeyinin tamamen ıslanması sağlandı. İşlem sonrası örnekler oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı.

Çalışmada kullanılan dezenfektanlar:

- Distile su (Kontrol grubu)
- Hipokloröz asit içeren dezenfektan solüsyon
- Etil alkol (%67,2) içeren dezenfektan solüsyon
- Katyonik sürfaktan içeren miselar su solüsyonu
- Aleksidin dihidroklorid içeren çok amaçlı solüsyon
- Polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyon

Dezenfeksiyon işlemleri süresince tüm örnekleri kuru ve ışık almayan koşullarda saklandı.

### 3.6. Silikon Örneklerine ait Renk Değişiminin Hesaplanması

Dezenfektan uygulanan silikon örneklerin renk parametrelerinin ölçümleri dijital spektrofotometre cihazı (Konica Minolta Cm2300d; Minolta Konica, Tokyo, Japonya) kullanılarak aynı koşullarda gerçekleştirildi.

Her bir örnek için dezenfeksiyon öncesi ve sonrasında elde edilen renk parametreleri, CIEDE2000 formülüne yerleştirilerek renk değişimi ( $\Delta E_{00}$ ) hesaplandı [115]:

Eşitlik 3.1.

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

### 3.7. İstatistiksel Analiz

Çalışmada silikonlar ve dezenfektanlar arasındaki farkların ve silikon-dezenfektan etkileşiminin analizinden önce verilerin homojenliği Bartlett testi ile analiz edildi. Verilerin homojen bulunması sonucu iki yönlü ANOVA analizi ile gruplar arası etkileşim incelendi.

ANOVA testi sonucunda istatistik olarak anlamlı bulunan farkların ikili alt grup karşılaştırmalarında; homojen varyanslı ikililerde Tukey testi, heterojen varyanslı ikililerde ise Games-Howell testi kullanıldı.

Tüm tablolarda temel tanımlayıcı istatistikler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verildi. Fark analizinde anlamlı bulunan ikililer için satır/sütun harf gösterimi kullanıldı. Çalışmanın veri derleme ve istatistiksel analiz süreçlerinde “Microsoft Excel 2016” ve “IBM SPSS Statistics 22.0” paket programları kullanıldı.

Sonuçlar  $P = 0,05$  düzeyi için anlamlı kabul edildi.

## 4. BULGULAR

Bu çalışmada maksillofasiyal protez yapımında kullanılan baz/katalizör oranları birbirinden farklı üç farklı silikon örneklere farklı cilt dezenfektanları ile günlük kullanımı taklit eden dezenfeksiyon işlemi uygulanarak örneklerdeki renk değişimi incelendi.

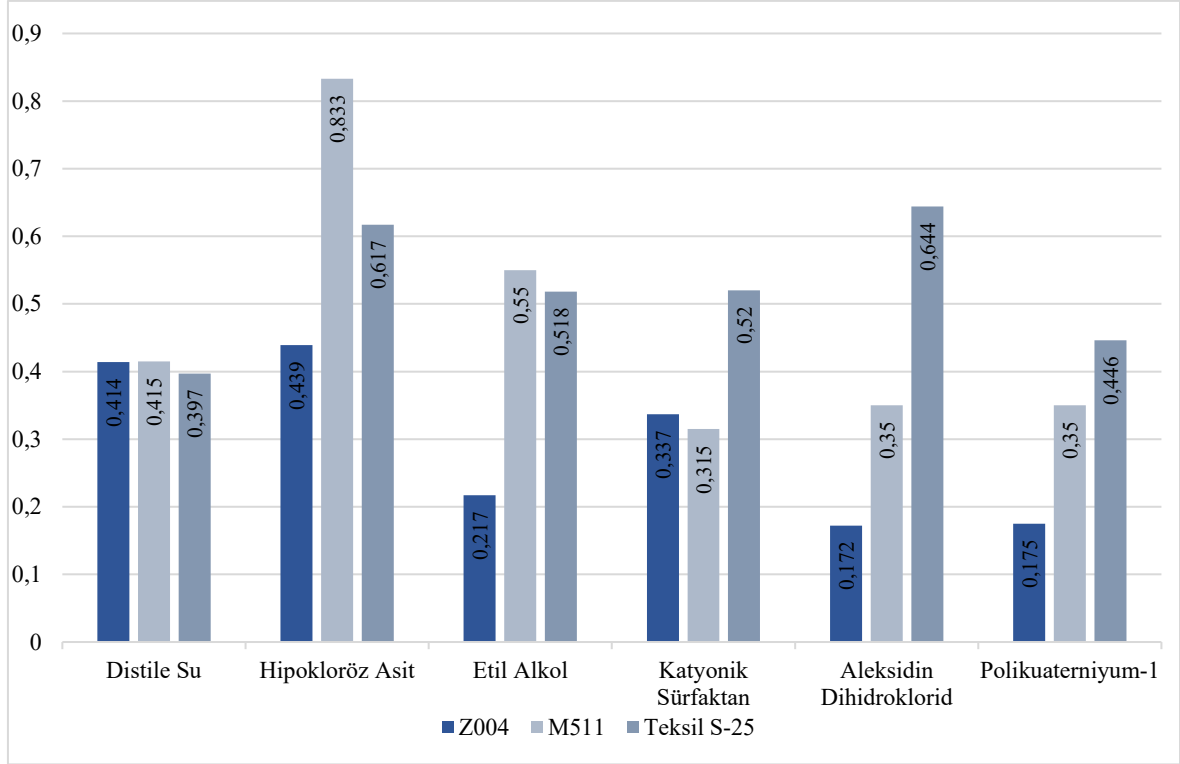
Deney gruplarına ait renk değişimi ölçüm değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.1’de sunuldu.

Çizelge 4.1. Deney gruplarının renk değişimi değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Dezenfektan	Silikon		
	Z004 ( <i>n</i> =60)	M511( <i>n</i> =60)	TeksilS-25 ( <i>n</i> =60)
	Ortalama (±SS)	Ortalama (±SS)	Ortalama (±SS)
<b>Distile Su</b> ( <i>n</i> =30)	0,414 (±0,356)	0,415 (±0,285)	0,397 (±0,096)
<b>Hipokloröz Asit</b> ( <i>n</i> =30)	0,439 (±0,210)	0,833 (±0,907)	0,617 (±0,268)
<b>Etil Alkol</b> ( <i>n</i> =30)	0,217 (±0,128)	0,550 (±0,974)	0,518 (±0,838)
<b>Katyonik Sürfaktan</b> ( <i>n</i> =30)	0,337 (±0,244)	0,315 (±0,111)	0,520 (±0,304)
<b>Aleksidin Dihidroklorid</b> ( <i>n</i> =30)	0,172 (±0,096)	0,350 (±0,170)	0,644 (±0,765)
<b>Polikuaterniyum-1</b> ( <i>n</i> =30)	0,175 (±0,109)	0,350 (±0,166)	0,446 (±0,141)

Hipokloröz asit Hipokloröz asit, Z004 ve M511 silikonlarında en fazla renk değişimine ( $\Delta E_{00}$ ) yol açtı. Aleksidin dihidroklorid, Teksil S-25 silikon grubunda en yüksek renk değişimine neden oldu .Polikuaterniyum-1 ve aleksidin dihidroklorid, özellikle Z004 silikon grubunda en düşük renk değişimi ile en stabil sonuçları verdi.

Silikon türlerine göre farklı dezenfektan uygulamalarının ortalama  $\Delta E_{00}$  renk değişimi değerleri, karşılaştırmalı olarak Grafik 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1.  $\Delta E_{00}$  renk değişimi değerlerinin dezenfektanlara ve silikonlara göre incelenmesi

Renk değişimi ( $\Delta E_{00}$ ) ölçüm değerlerine ait veriler, iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edildi. Farklı silikon ve dezenfektanların renk değişimi değerleri üzerindeki etkisinin incelendiği ANOVA sonuçlarına göre, silikon ve dezenfektanların arasında etkileşim bulunmadı ( $P=0,347$ ;  $P>0,05$ ).

Çizelge 4.2.  $\Delta E_{00}$  renk değişim değerlerine ilişkin iki yönlü varyans analizi (ANOVA)

Kaynak	Sd	DKT	DKO	F	P
Silikon	2	2,186	1,093	13,821	0,000
Dezenfektan	5	1,868	0,374	4,724	0,000
Silikon x Dezenfektan	10	0,890	0,089	1,125	0,347
Hata	162	12,813	0,079		
Toplam	179	17,757			

$R^2=79,3$  - Düz  $R^2=77,0$

#### 4.1. Maksillofasiyal Silikon Türlerinin Maksillofasiyal Silikonlarda Oluşturduğu Renk Değişiminin Karşılaştırması

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda silikonlar arasında  $\Delta E_{00}$  değerleri bakımından anlamlı bir farklılık bulunduğu Çizelge 4.2’de belirtilmiştir ( $P<0,05$ ). Çizelge 4.3’te farklı maksillofasiyal silikon türlerinin renk değişimi ( $\Delta E_{00}$ ) açısından karşılaştırılması yapıldı.

Çizelge 4.3. Renk değişimi değerlerinin farklı silikon gruplarına göre karşılaştırılması

	Silikon			Toplam
	Z004 (n=60)	M511(n=60)	TeksilS-25 (n=60)	(n=180)
Ortalama (±SS)	Ortalama (±SS)	Ortalama (±SS)	Ortalama (±SS)	Ortalama (±SS)
<b>Toplam</b> (n=180)	0,292 (±0,230) <sup>a</sup>	0,469 (±0,571) <sup>b</sup>	0,524 (±0,483) <sup>b</sup>	0,428 (±0,460)

<sup>a,b</sup> : Farklı harfler, silikonlar arası anlamlı farklılığı ifade eder.

Z004 silikonu diğer silikonlara göre istatistik olarak anlamlı şekilde en düşük  $\Delta E_{00}$  değerini gösterdi ( $P < 0,05$ ). Silikonlar arasında en yüksek renk değişimini Teksil S-25 silikonu göstermiş olup M511 silikonun renk değişimi ile arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0,05$ ). M511 ve Teksil S-25 silikonlarının  $\Delta E_{00}$  değerleri, algılanabilir eşik değerinin ( $\Delta E = 0,7$ ) üzerinde, ancak kabul edilebilir eşik değerin ( $KEE = 2,1$ ) altında kaldı [104].

#### 4.2. Farklı Dezenfektan Materyallerinin Maksillofasiyal Silikonlarda Oluşturduğu Renk Değişiminin Karşılaştırılması

Dezenfektanlar arasında da  $\Delta E_{00}$  değerleri bakımından anlamlı farklılıklar bulunduğu Çizelge 4.2’de belirtildi ( $P < 0,05$ ). Çizelge 4.4’te farklı dezenfektanların tüm silikonlar için renk değişimi değerleri ( $\Delta E_{00}$ ) sunuldu.

Çizelge 4.4. Renk değişimi değerlerinin farklı dezenfektanlara göre karşılaştırılması

Dezenfektan	Ortalama ( $\pm$ SS)
Distile Su ( $n=30$ )	0,409 ( $\pm$ 0,260) <sup>C</sup>
Hipokloröz Asit ( $n=30$ )	0,630 ( $\pm$ 0,564) <sup>A</sup>
Etil Alkol ( $n=30$ )	0,428 ( $\pm$ 0,735) <sup>B</sup>
Katyonik Sürfaktan ( $n=30$ )	0,391 ( $\pm$ 0,244) <sup>C</sup>
Aleksidin Dihidroklorid ( $n=30$ )	0,389 ( $\pm$ 0,483) <sup>D</sup>
Polikuaterniyum-1 ( $n=30$ )	0,324 ( $\pm$ 0,177) <sup>E</sup>

*Ortak büyük harfe sahip dezenfektanlarda, gruplar arası ortalama değerler arasında fark yoktur ( $P>0,05$ ).*

Renk değişim değerleri incelendiğinde, hipokloröz asit uygulamasının istatistik olarak anlamlı şekilde en yüksek  $\Delta E_{00}$  değerini göstermiştir ( $P<0,05$ ). Diğer dezenfektanlarla kıyaslandığında farkın kaynağını hipokloröz asit – etil alkol, hipokloröz asit – aleksidin dihidroklorid ve hipokloröz asit – polikuaterniyum-1 oluşturmaktadır.

Etil alkol uygulanan grupta renk değişimi distile suya kıyasla daha yüksek olmakla birlikte, hipokloröz asit kadar belirgin bir değişim göstermedi. Aleksidin dihidroklorid içeren solüsyon renk değişimi açısından incelendiğinde etil alkol ve polikuaterniyum-1 içeren dezenfektan ile birbirine benzer değerler gösterdi. En düşük renk değişimi ise polikuaterniyum-1 içeren dezenfektan ile gözlemlendi. Diğer dezenfektanlar (distile su ve katyonik sürfaktan) arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı, bu da bazı dezenfektanların silikonun renk stabilitesi üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir.

Dezenfeksiyon uygulaması sonrasında silikonlarda meydana gelen renk değişimleri, insan gözü tarafından algılanabilir ve klinik olarak kabul edilebilir renk farkı eşik değerlerine göre değerlendirildi. Buna göre, Z004, M511 ve Teksil S-25 silikonlarının ortalama  $\Delta E_{00}$  değerleri, hem açık ten ( $\Delta E_{00} = 0,80$ ) hem de koyu ten ( $\Delta E_{00} = 1,10$ ) için belirlenen algılanabilir eşik değerlerin (AE) altında kaldı [106]. Bu durum, test edilen dezenfektanların neden olduğu renk değişimlerinin insan gözü tarafından algılanabilir düzeyin altında olduğunu gösterdi. Ayrıca tüm silikon gruplarının  $\Delta E_{00}$  değerleri, klinik olarak kabul edilebilir eşik değer (KEE = 1,80) sınırının da altında kalmış olup, bu bulgu renk değişimlerinin estetik açıdan klinik olarak kabul edilebilir olduğu göstermektedir [106].

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada silikon elastomerlerin dezenfeksiyonunda kullanılacak distile su (kontrol grubu), hipokloröz asit içeren dezenfektan solüsyon, etil alkol içeren dezenfektan solüsyon, katyonik sürfaktan içeren miselar su solüsyonu, aleksidin dihidroklorid içeren çok amaçlı solüsyon ve polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyonların renk değişimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışma sonucunda hipokloröz asit diğer cilt dezenfektanlarına göre tüm silikon elastomerlerde yüksek renk değişimine yol açtı. Ancak tüm gruplar için tespit edilen renk değişimleri kabul edilebilir eşik değerinin altında bulundu. Bu sonuçlara göre maksillofasiyal silikon türü ve dezenfektan türü test edilen maksillofasiyal silikonların renk değişimi değerlerinde anlamlı farka neden olduğundan sıfır hipotezi reddedildi.

Maksillofasiyal protezler, doğumsal anomaliler, travma veya tümör cerrahisi sonrası oluşan yüz defektlerini onarmak amacıyla yapılır. Bu protezler, defektin konumu, boyutu, çevre dokuların durumu ve hastanın genel sağlık durumuna göre plastik cerrahi ile kombine olarak veya tek başına uygulanabilir. Maksillofasiyal protezler, hastaların yalnızca estetik gereksinimlerini karşılamakla kalmaz; fonksiyonel katkılar da sunarak hastanın yaşam kalitesini artırır [16]. Mevcut literatürde, yüz protezi kullanan hastalarda hasta memnuniyeti, yaşam kalitesi ve sosyal etkileşim gibi parametreleri inceleyen çalışmalar; maksillofasiyal protez kullanan hastaların, anatomik form, renk ve kullanım konforu açısından memnuniyet gösterdiğini bildirmiştir [2], [127], [128]. Ancak ekstraoral maksillofasiyal protezlerde hasta memnuniyeti ve yaşam kalitesine olan etkisi; defektin lokalizasyonu, büyüklüğü ve protezin tutuculuğuna göre değişiklik göstermektedir. Özellikle burun ve göz protezi olan hastalar, protezlerin görünürlüğünün fazla olması nedeniyle, kulak protezi kullananlara kıyasla daha düşük yaşam kalitesi bildirmişlerdir. [127]. Gaudin ve diğerlerinin (2022) yaptığı klinik çalışmalar, kulak protezi kullanan hastalara genel memnuniyet düzeylerinin yüksek olduğunu, sosyal yaşama entegrasyonlarının daha kolay gerçekleştiğini ve işe geri dönebilme ile hobi sürdürebilme oranlarının daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur [127]. Bu hastalarda depresif semptomların ise daha az gözlemlendiği bildirilmiştir. Defektin lokalizasyonu ve büyüklüğünün yanı sıra, maksillofasiyal protezlerde sağlanan retansiyon da hasta memnuniyetini etkilemektedir [2], [128]. Kraniofasiyal implantların maksillofasiyal protezlere birçok avantaj sağlayarak protezlerin

başarısını arttırdığı bildirilmiştir [129], [130]. Diğer yandan Nayar ve diğerleri (2024) tarafından yayınlanan bir sistematik derleme, implant destekli protezlerin ekstraoral maksillofasiyal defekt hastalarında yaşam kalitesini iyileştirebileceğine dair kanıtların sınırlı olduğunu ifade etmiştir [131].

Maksillofasiyal protezlerin yapımında; biyolojik, estetik ve fiziksel özelliklerinin uygun olması sebebiyle uzun yıllardır silikon elastomerler kullanılmaktadır. Silikonlar, uygun renklendirici maddeler ve renklendirme teknikleri uygulandığında insan derisini renk, translüsensi ve yüzey özellikleri açısından doğala çok yakın bir şekilde taklit edebilirler [132]. Silikon elastomerlerin kondansasyon polimerizasyonu ve ilave polimerizasyon olmak üzere iki ana polimerizasyon mekanizması vardır. İlave polimerizasyonlu silikonlar; reaksiyon sonucu yan ürün oluşmaması ve bu sayede boyutsal değişim göstermemeleri, çalışma sürelerinin kontrol edilebilirliği ve baz/katalizör oranındaki küçük sapmaların polimerizasyon işlemini etkilememesi gibi avantajları sebebiyle günümüzde yüz protezlerinin yapımında sıklıkla tercih edilirler [133]. İlave polimerize silikonlar; baz yani rezin kitlesi ve katalizör olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Bu iki bileşen üretici tarafından belirtilen oranlarda homojen bir karışım elde edilecek şekilde karıştırılarak kullanılır. Silikon elastomerlerin baz/katalizör oranlarındaki farklılıkların, polimer zincirlerinin çapraz bağlanma şekillerini ve zincir yapılarını belirlediği için materyalin renk stabilitesi ve mekanik dayanıklılığı gibi fiziksel özellikleri üzerinde etkileri vardır [94]. Bu çalışmada hem klinik uygulamada sıkça kullanılan hem de literatürde çeşitli özellikleri araştırılmış olan farklı baz/katalizör oranlarına sahip (Z004: 1:1, M511: 10:1, Teksil S-25: 9:1) üç farklı maksillofasiyal silikon kullanılmıştır [134].

Maksillofasiyal protezlerin estetik başarısı; çevre dokularla renk uyumunun sağlanması, yüz anatomisine uygun formun sağlanması, yüzey özelliklerinin doğal dokuları taklit edebilmesi ve protezin çevre dokularla doğal bir birleşim göstermesi gibi birçok faktöre bağlıdır. Ancak bu faktörler arasında, protezlerin hastanın cildiyle iyi bir renk uyumunu sağlayacak şekilde renklendirilmesinin maksillofasiyal protezlerde estetiğin en önemli belirleyicisi olduğu bilinmektedir [135]. Çalışmalar ve gözlemler maksillofasiyal protezin şekli yüz dokuları ile mükemmel bir uyum içinde olmasa da protez ile cilt arasında iyi bir renk ve translüsensi uyumu sağlanırsa protezin doğal görünümü ve estetik başarısının sağlandığını ortaya koymuştur [2], [93], [133].

Günümüzde kullanılan maksillofasiyal protez materyalleri ve renklendirme teknikleri ile insan derisine çok yakın renkte renklendirilmiş ve translüensliği deriye uygun protezlerin yapımı mümkündür. Ancak başlangıçta elde edilen bu renk uyumunun zamanla bozulması maksillofasiyal protezlerin en önemli dezavantajlarıdır. Renk değişimi, protezin doğal görünümün bozularak estetik başarısının azalmasına ve böylece kullanım süresinin sınırlanmasına yol açmaktadır [10], [136], [137]. Maksillofasiyal protezlerde renk uyumunun bozulmasının yalnızca fiziksel bir sorun olmadığı; aynı zamanda hasta üzerinde olumsuz psikolojik ve sosyal etkiler doğurabileceği literatürde belirtilmiştir [12], [21].

Maksillofasiyal protezlerde zamanla gözlenen bu renk değişimi; UV ışınları, nem, sıcaklık değişimleri, ter, temizlik ajanları ve kozmetik ürünler gibi çevresel faktörlerin etkisiyle materyalin yapısında meydana gelen kimyasal değişimler sonucu meydana gelmektedir [137], [138]. Yapılan araştırmalar, yüz protezlerinin deformasyonu ve renk bozulmasında bu faktörler arasında en önemlisinin güneş ışınlarının içerdiği ultraviyole UV radyasyon olduğunu bildirmektedir [82], [139], [140]. Mevcut literatür incelendiğinde uzun yıllardır UV ışınların silikon elastomerler üzerindeki etkilerini azaltarak renk stabilitesi ve mekanik özelliklerinin korunması için nanoksitler ve UV koruyucuların denendiği çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir [10], [141], [142]. Ancak protezlerin günlük kullanımında önemli bir konu olan dezenfeksiyon işlemlerinin renk değişimi üzerine olan etkilerini araştıran çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir [14], [83], [143], [144].

İnsan vücudunda; deri, mukoza ve bazen de açık yara yüzeyleri ile direkt temasta olan maksillofasiyal protezlerin enfeksiyon gelişimini engellerken dokuları irrite etmeyecek şekilde temizliği ve dezenfeksiyonu hem sağlık hem de protezin uzun ömürlü kullanımı açısından çok önemlidir. Çünkü protez yüzeyinde, kullanım esnasında gerek dış etkenlerden kaynaklı gerekse dokuların florasında yer alan mikroorganizmalar bulunur. Bu mikroorganizmaların protez yüzeyinde “biyofilm” adı verilen yapıyı oluşturmaları hem temasta oldukları dokuların sağlığı hem de protez açısından önemli sorunlara yol açabilmektedir. Biyofilm tabakası; mikroorganizmaların protetik materyalin yüzeyine yapışması, mikrobiyal koloniler oluşmaya başlaması ve mikroorganizmaların hücre dışı polisakkarit salgılayarak matriks oluşturmaları aşamalarını takiben meydana gelir. Matriks, mikrobiyal hücreleri bir kütle halinde birleştirir ve bunları altta yatan yüzeye sabitler. Bu matriks aynı zamanda antimikrobiyal kimyasalların biyofilm hücrelerine erişimini

engelleyerek antimikrobiyal direnç oluşmasına neden olur. Biyofilm büyümesinin son aşaması ise hücrelerin biyofilm kolonisinden ayrılması ve çevreye yayılmasıdır [145]. Bu yayılım sonucu hastanın genel sağlık durumu ve bakterilerin patojenitesine bağlı olarak lokal veya sistemik enfeksiyonlar gelişebilmektedir [146]. Biyofilm maksillofasiyal protezlerde çok önemli bir kavramdır çünkü silikon elastomerlerin yüzeyi mikroorganizma tutunmasına ve yayılmasına çok elverişli yapıdadır [147]. Silikonun polimerizasyonu sırasında oluşan gazların uzaklaşması, materyal yüzeyinde mikroskobik düzeyde gözenekli ve geçirgen bir yapı oluşmasına neden olur. İnsan derisinin çizgilerini, kırışıklıklarını, gözeneklerini taklit etmek için protez yüzeyinde oluşturulan doku da tutunumu kolaylaştırır. Biyofilmin yanı sıra protez altında kalan yüzeylerde havalanma olmaması ve nem de enfeksiyona yatkınlığı arttıran faktörlerdir. Bu hastalarda radyoterapi ve kemoterapi gibi tedavi yöntemlerinin enfeksiyonla mücadele kapasitesini azaltabileceği gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, maksillofasiyal protezlerde hijyenin önemi daha da belirgin hâle gelmektedir [148]. Protez kullanmaya başlayan hastalarda, protezin kullanımı ve bakımı ile ilgili bilgilendirme yaparken temizlik ve dezenfeksiyonun doğru uygulaması ve bunun uzun dönem de sağlıklı bir protez kullanımı açısından önemi açıklanmalıdır.

Maksillofasiyal protezlerin günlük temizliğinde, fırçalama veya el ile yıkama gibi mekanik yöntemler ve çeşitli dezenfekte edici ajanların uygulamasını içeren kimyasal yöntemler kullanılmaktadır [143], [149]. Mekanik yöntemlerin tek başına akrilik protezlerin yüzeyinde kolonileşen mikroorganizmaları ortadan kaldırmak için yetersiz olduğu gösterilmiştir [85]. Özellikle silikon esaslı protez materyalleri, gözenekli ve geçirgen yapısı sebebiyle mikrobiyal kolonileşmeye yatkındırlar [150]. Bu sebeple maksillofasiyal protezlerin rutin temizliğinde, su ile yumuşak fırçalamanın yanı sıra antimikrobiyal etki gösterecek temizleyicilerin kullanımı önerilmektedir [84], [147], [151]. Mevcut literatürde maksillofasiyal protezlerin dezenfeksiyonda en yaygın olarak kullanılan dezenfektanlar arasında; nötral sabun, %1 konsantrasyonda sodyum hipoklorit, temizleyici tabletler, %2-4'lük veya %0,5-1'lik konsantrasyonda klorheksidin ve çeşitli bitkisel antimikrobiyal solüsyonlar yer almaktadır [98], [149], [152]. Bu çalışmalarda kullanılan dezenfektanların orta veya şiddetli düzeyde renk değişimine yol açtığı gözlemlenmiştir [83], [151], [153]. Bu sebeple halen maksillofasiyal protezler için biyolojik olarak uyumlu, silikonun fiziksel özelliklerinde olumsuz etkilere yol açmayacak etkin antimikrobiyal etkiye sahip dezenfektan arayışı devam etmektedir. Bizim çalışmamızda, protez dezenfeksiyonu için hipokloröz asit

içeren solüsyon, %67,2 etil alkol içeren cilt dezenfektanı, katyonik sürfaktan içeren miselar su, aleksidin dihidroklorid içeren çok amaçlı solüsyon, polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyon ile kontrol grubu olarak distile su kullanılmıştır. Özellikle yara bakımı, oftalmik temizlik ve hassas cilt hijyeni gibi amaçlarla medikal alanda yaygın kullanılan bu dezenfektanların maksillofasiyal protezlerin temizliğinde kullanımını üzerine bilgiye rastlanmamıştır.

Maksillofasiyal protezlerde dezenfektanların uygulama yöntemleri, sıklıkları ve konsantrasyonları literatürde oldukça değişkenlik göstermektedir [15], [16], [99], [102]. Yaygın uygulama yöntemleri arasında daldırma, sprej sıkma, silme, fırçalama, akan su ile yıkama, efervesan tabletle temizlik, nötral sabunla ovma, mikrodalga, ultrasonik temizleme ve otoklav cihazıyla sterilizasyon yer almaktadır [13], [44], [153]. Bizim çalışmamızda homojen solüsyon halinde bulunan dezenfektanlar sprej yöntemi ile uygulanmıştır. Sprej ile uygulama kolay, hızlı ve hijyenik bir yöntem olması sebebiyle tercih edilmiştir. Literatürde, dezenfeksiyon işlemi yöntemiyle uygulayan çalışmalarda, sprej günde 6 kez olmak üzere 60 gün boyunca uygulanarak bir yıllık klinik kullanımın simüle edildiği çalışmalar mevcuttur [13], [14], [83]. Aynı uygulama protokolü çalışmamızda da kullanılmış olup, dezenfeksiyonun uzun dönem etkileri deney koşullarında hızlandırılmış şekilde değerlendirilmiştir. Bu yöntem, hasta kullanımına benzer koşulların kontrollü bir şekilde sağlanmasını hedeflemektedir.

Maksillofasiyal silikonun rengini etkileyen bir diğer etmen de üretim adımlarındaki farklılıklardır. Literatürde, vulkanizasyon sıcaklığı ve süresi, kalıp türü ve ayırma maddeleri, silikon rengini etkileyen işleme faktörleri olarak önerilmiştir [154], [155], [156]. Sethi ve diğerleri (2015) polimerizasyon işlemi sırasında kalıp hazırlanan alçının renginin ve izolasyon maddelerinin renk üzerindeki etkisini araştırmışlardır [154]. Beyaz, yeşil ve turuncu alçıdan hazırladıkları kalıpları aljinat bazlı, sabun çözültisi ve reçine bazlı olmak üzere üç farklı izolasyon maddesi ile kaplamışlardır: Turuncu renkli kalıp taşları kalıplama malzemeleri arasında en yüksek renk değişikliği ( $\Delta E = 3,19$ ) göstermiş ve izolasyon malzemeleri arasında da farklılıklar bulunmuştur [154]. İnal ve diğerleri (2025) mavi sert alçı, açık kahverengi sert alçı ve 3B baskılı reçineden ürettikleri kalıplarda polimerize olan maksillofasiyal silikonların rengini ve kontrol grubu olarak kullandıkları paslanmaz çelik kalıpta polimerize olan silikonu referans alarak karşılaştırmışlardır [132]. Çalışma

sonucunda alçı kalıplarda polimerize edilen silikonların 3B baskılı reçine kalıpta polimerize edilene göre paslanmaz çelik örneklerden önemli ölçüde daha yüksek renk farklılıkları ortaya koydukları bildirilmiştir [132]. Bu çalışmada da hem örnek boyutlarının hassas bir standardizasyonunu sağlamak hem de kalıp materyalinin silikonun rengi üzerindeki etkisini en aza indirmek için silikonlar 3B baskılı kalıplarda polimerize edildi.

Maksillofasiyal protezler, genellikle defekt alanı ve çevre dokularla renk uyumunu sürdürdüğü sürece kullanılır, renk değişiminin gözle fark edilecek seviyeye ulaştığında protezin yenilenmesi düşünülür [102]. Klinikte bu renk değişiminin değerlendirmesi görsel yolla yapılmaktadır, gözle fark edilebilen ve dikkat çeken renk değişimleri protezin renk uyumunun bozulduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Bilimsel araştırmalarda ise renk değişimlerinin objektif olarak değerlendirilmesi amacıyla spektrofotometre ve kolorimetre gibi renk ölçüm cihazları kullanılmaktadır [16], [98], [102], [144]. Spektrofotometre cihazı ile ölçüm; yüksek doğruluk, hassasiyet ve tekrarlanabilirlik sunmasının yanı sıra, insan gözüyle algılanamayan renk farklılıklarının da belirlenmesini mümkün kılmaktadır. Spektrofotometrik sistemlerin başarısı, ölçüm koşullarına, ışık kaynağına ve kullanılan cihazın teknik yeterliliklerine bağlı olarak değişebilir. Özellikle translusent yapıdaki maksillofasiyal silikon materyallerde; ölçüm yapılacak zemin, ışık kaynağı ve gözlem geometrisi gibi çevresel faktörlerin kontrol altında tutulması, doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar elde edilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır [157]. Çalışmamızda ölçümler profesyonel spektrofotometre cihazı ve standart D65 aydınlatmasına sahip bir ölçüm kutusu kullanılarak, her örnek grubunun ölçümü sonunda kalibre edilerek yapıldı. Böylece ölçümler ve renk farkı hesaplamaları çevre koşullarının etkisi altında kalmadan standart koşullar altında yapıldı.

Görsel algıdaki renk farklılıkları subjektif bir kavram olup, objektif değerlendirme için sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (International Commission on Illumination- CIE) 1976 yılında CIEL\*a\*b\* renk sistemini geliştirmiştir. Bu sistemle rengi  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  olmak üzere üç eksenle tanımlamış;  $L^*$  eksenini, açıklık, koyuluk, parlaklık veya siyah/beyaz derecesini,  $a^*$  eksenini rengin kırmızılık-yeşillik oranını ve  $b^*$  eksenini sarılık-mavilik oranını göstermektedir. CIEL\*a\*b\* sistemine göre iki renk arasındaki farkı niceliksel olarak CIELab formülü ile ifade edilmektedir [158]. Ancak CIELab formülü ile hesaplanan renk farkının çeşitli sınırlamalarının olduğu ve renk

farklılıklarının her zaman doğru ve tutarlı bir şekilde ölçülemediği bildirilmiştir [117], [159]. Bu sınırlamaları aşmak için CIE tarafından, 2001 yılında daha gelişmiş bir formül olan CIEDE2000 geliştirilmiştir. CIEDE2000 ile yapılan iyileştirmeler arasında, düzgün olmayan renk aralıklarının düzeltilmesi, renk tonu ve renk yoğunluğu farklılıklarının daha doğru bir şekilde hesaplanması ve insan görme sisteminin algısal düzensizliğünün dikkate alınması yer almaktadır. CIEDE2000, özellikle eşit aralıklı olmayan renkler ve daha büyük renk farklılıkları için daha hassas ve tutarlı bir renk farkı ölçümü sunar [160], [161], [162], [163], [164]. Bu nedenle, bu tez çalışmasında  $\Delta E_{00}$ 'daki renk farklarının nicel ölçümlerini hesaplamak için CIE2000 sistemi kullanılmıştır. Diş hekimliğinde ve maksillofasiyal protez alanında son yıllarda yapılan çalışmalarda çoğunlukla CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) formülü tercih edilmektedir [107], [165], [166], [167].

CIELab veya CIEDE2000 formülleri kullanılarak hesaplanan renk farklılıklarının sayısal değerlerinin insan gözü tarafından algılanması, eşik değerler doğrultusunda yorumlanmaktadır. Renk farkı eşik değeri; iki örnek arasındaki renk farkının insan gözüyle algılanabilir veya klinik olarak kabul edilebilir olup olmadığını belirleyen sınır değerleri tanımlar. Algılanabilir eşik değeri (AE) iki nesne arasında gözlemcilerin %50'si tarafından algılanabilen renk farkını belirtir. Kabul edilebilir eşik değeri (KEE) ise iki nesne arasındaki renk farkının gözlemcilerin %50'si tarafından kabul edilebilir bulunduğu değerdir [106], [168]. Bu değerler, görsel değerlendirmeler ve cihazla yapılan ölçümlerin karşılaştırılabilirliğini sağlamak ve estetik sonuçların bilimsel olarak standartlaştırılmasına olanak tanımaktadır [94]. Bilimsel araştırmalarda renk farkı sonuçlarının yorumlanmasında, renk farkının hesaplanması için kullanılan formüller farklı hesaplama kriterlerine sahip olduğundan, yorumlamada kullanılan eşik değerlerin de aynı sisteme ait olması gerekmektedir. Maksillofasiyal protezler için Paravina ve diğerleri (2009) tarafından bildirilen CIEDE2000'e göre eşik değerler açık tonlar için algılanabilir fark: 0,7, kabul edilebilir fark: 2,1; koyu tonlar için algılanabilir fark: 1,2, kabul edilebilir fark: 3,1 olarak belirlenmiştir [104]. Kurt ve diğerleri (2022) tarafından yapılan çalışmada, CIEDE2000 sistemine göre, açık cilt grubunda algılanabilir eşik değeri (AE) 2,49; kabul edilebilir eşik değeri (KEE) ise 2,1 olarak bildirilmiştir [94]. Koyu cilt grubunda ise bu değerler sırasıyla 2,33 / 3,1 olarak rapor edilmiştir . 2024 yılında yayımlanan başka bir çalışmada da Kurt ve diğerleri açık cilt için CIEDE2000 sistemine göre, algılanabilir eşik değerini (AE) 0,59; kabul edilebilir eşik değerini (KEE) ise 2,25 olarak belirtmiştir. Koyu cilt grubunda ise

algılanabilir eşik değeri (AE) 1,75; kabul edilebilir eşik değeri (KEE) 7,04 olarak hesaplanmıştır [118]. Çalışmamızda kullanılan dezenfektanların uygulama süreleri sonunda materyallerde meydana getirdiği renk değişimleri farklılık göstermekle beraber tüm değerler kabul edilebilir eşik değerinin altında bulunmuştur.

Maksillofasiyal protezlerin dezenfeksiyonunda kullanılan kimyasal ajanlar silikonun renginde, sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve mekanik özelliklerinde istenmeyen değişikliklere yol açabilmektedir. Mevcut literatür incelendiğinde, maksillofasiyal silikonlara uygulanan çeşitli dezenfeksiyon işlemlerinin hem renk değişimi hem de farklı fiziksel özellikler üzerindeki etkilerini inceleyen çeşitli çalışmaların bulunduğu görülmektedir [14], [15], [16], [17]. Chamaria ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, 2% klorheksidin glukonat solüsyonu ve antibakteriyel sabunun, pigmente edilmiş ve edilmemiş maksillofasiyal silikonlar üzerindeki renk değişimi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, en yüksek renk değişimi antibakteriyel sabunla gözlenmiş ( $\Delta E$  ort. = 4,86), bunu klorheksidin glukonat ( $\Delta E$  ort. = 2,42) takip etmiştir. Distile su kullanılan kontrol grubunda ise en az renk değişimi meydana gelmiştir ( $\Delta E$  ort. = 1,76). Klorheksidin solüsyonu ile elde edilen renk değişiminin klinik olarak algılanabilir ancak kabul edilebilir düzeyde olduğu, sabunla temizliğin ise klinik olarak kabul edilemeyecek renk bozulmasına yol açtığı belirtilmiştir [14]. Kurt ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada; farklı dezenfeksiyon yöntemlerinin (distile su, efervesan tablet, nötral sabun, dermal dezenfektan, klorheksidin glukonat ve otoklav) maksillofasiyal silikonların renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada yalnızca otoklav grubunda  $\Delta E_{00}$  değeri klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin üzerinde bulunmuş ( $\Delta E_{00} = 3,79$ ), diğer tüm gruplarda  $\Delta E_{00}$  değerleri 0,92 ile 1,37 arasında değişmiş ve klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu rapor edilmiştir [13]. Ayrıca, Kurt ve diğerleri (2020) çalışmasında klorheksidin glukonat uygulamasının hem renk değişimi hem de yüzey pürüzlülüğü açısından en az etki gösteren dezenfeksiyon yöntemi olduğu vurgulanmıştır. Bu bulgu, klorheksidin protez dezenfeksiyonunda hâlâ geçerli bir alternatif olduğunu ve yeni nesil dezenfektanlarla karşılaştırıldığında halen referans niteliği taşıdığını göstermektedir.

Srivastava ve diğerleri (2024) 2% klorheksidin solüsyonu ile *Mangifera indica* (*M. indica*) yaprak ekstresi içeren bitkisel dezenfektanın maksillofasiyal silikonların renk stabilitesi üzerindeki etkisini karşılaştırmıştır. Bulgulara göre, en yüksek renk değişimi MM-CHX

(elde renklendirilmiş silikon + klorheksidin) grubunda ( $\Delta E = 1,85 \pm 0,27$ ), en düşük renk değişimi ise P-MI (fabrika çıkışlı renklendirilmiş silikon + M. indica ekstresi) grubunda ( $\Delta E = 0,39 \pm 0,05$ ) gözlenmiştir [83]. Bu çalışma, dezenfektan tipi kadar silikonun renklendirilme yönteminin de renk stabilitesi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Fabrika çıkışlı renklendirilmiş silikonlar, elde boyanmış silikonlara göre daha stabil bulunmuştur. Ayrıca, M. indica içeren bitkisel dezenfektan, 2% klorheksidin solüsyonuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az renk değişimine neden olmuş ve bu yönüyle alternatif bir dezenfektan olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Chotprasert ve diğerleri (2022) dezenfeksiyon yöntemlerinin fabrikada renklendirilmiş ve elde renklendirilmiş maksillofasiyal silikonların renk stabilitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada dört farklı dezenfektan (distile su, %2 klorheksidin çözeltisi, klorheksidin içeren sıvı sabun ve antibakteriyel sıvı sabun) kullanılmıştır. Bulgulara göre, en yüksek renk değişimi %2 klorheksidin solüsyonu ile dezenfekte edilen elde renklendirilmiş silikonlarda (MM-CHX:  $\Delta E = 2,12$ ), en düşük renk değişimi ise distile suyla temizlenen fabrika çıkışlı renklendirilmiş silikonlarda (P-DW:  $\Delta E = 0,39$ ) gözlenmiştir [153]. Araştırmada hem dezenfeksiyon yöntemi hem de renklendirme tekniği, renk stabilitesini anlamlı şekilde etkilemiştir. Fabrika çıkışlı renklendirilmiş silikonlar, elde renklendirilmişlere kıyasla daha az renk değişimine uğramıştır. Bu durum, renk pigmentlerinin silikonun polimer ağına daha kararlı şekilde bağlanmasıyla açıklanmıştır. Ayrıca, klorheksidin içeren sıvı sabun ve antibakteriyel sabunların da anlamlı renk değişimlerine yol açtığı, ancak distile suya göre daha yüksek  $\Delta E$  değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Uzun süreli kullanımı hedeflenen maksillofasiyal protezlerde, dezenfeksiyon protokolünün belirlenmesinde hem materyal uyumu hem de renk stabilitesi dikkate alınmalıdır. Klinik pratikte, renk değişimini en az düzeyde tutacak ve hasta tarafından uygulanabilirliği yüksek olan dezenfektanların tercih edilmesi önerilmektedir. Literatürde yaygın olarak kullanılan klorheksidin ve sabun bazlı dezenfektanlara ek olarak, çalışmamızda değerlendirilen hipokloröz asit, etil alkol içeren dezenfektan, katyonik sürfaktan, aleksidin dihidroklorid, ve polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyonların renk stabilitesi üzerindeki etkilerine dair sınırlı veri bulunmaktadır. Buna göre çalışmamızda değerlendirilen ajanlar ile yapılan uygulamalarda gözlenen düşük renk değişimleri dikkate alındığında, bu dezenfektanlar maksillofasiyal silikonlar için alternatif dezenfeksiyon yöntemi olarak değerlendirilebilir.

Çalışmamızda, hipokloröz asit içeren dezenfektan solüsyon, her üç silikon elastomerde de diğer dezenfektanlara kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek renk değişimine yol açmıştır. Bu durum, hipokloröz asidin güçlü oksidatif yapısına bağlı olarak silikon materyali içerisindeki pigment yapısını bozabilme potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir. Özellikle estetik açıdan renk stabilitesinin kritik olduğu maksillofasiyal protezlerde hipokloröz asidin uzun süreli kullanımda önerilmemesi gerektiği sonucuna varılabilir. Aleksidin dihidroklorid ve polikuanteriyum-1 içeren çok amaçlı solüsyonlar ise üç farklı silikon tipinde, distile suya kıyasla hafif ancak istatistik olarak anlamlı renk değişimlerine neden olmuş; ancak bu değişimler CIEDE2000 sistemine göre klinik olarak algılanabilir eşik değeri altında kalmıştır. Bu sonuçlar, söz konusu dezenfektanların silikon materyaller üzerinde daha güvenli olduklarını ve klinik kullanıma uygunluk açısından alternatif olarak değerlendirilebileceklerini ortaya koymaktadır. Katyonik sürfaktan içeren miselar su solüsyonu, renk değişimi açısından düşük etki göstermiştir. Su bazlı yapısı ve düşük irritatif potansiyeli sayesinde, silikon pigmentleri üzerinde agresif bir etki oluşturmadığı düşünülmektedir. Bu durum, miselar suyu hassas yüzeylerin temizliğinde tercih edilebilir kılmaktadır. Etil alkol içeren dezenfektan, özellikle M511 ve Teksil S-25 silikonlarında diğer ajanlara kıyasla daha yüksek  $\Delta E_{00}$  değerlerine yol açmıştır. Bu bulgu, alkol bazlı çözücülerin silikon polimer ağı içerisindeki pigmentlerle kimyasal etkileşime girerek renk bozulmalarını artırabileceğini düşündürmektedir. Kontrol grubundaki distile su ile elde edilen minimal renk değişimleri, dezenfektanlardan bağımsız olarak silikonların zamanla yaşlanma ve su absorpsiyonu gibi faktörlerden etkilenebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmanın çeşitli sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, yalnızca üç farklı baz/katalizör oranına sahip silikon elastomerin değerlendirilmiş olması, elde edilen sonuçların tüm maksillofasiyal silikon materyallere genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Günümüzde piyasada farklı üreticilere ait, çeşitli kimyasal bileşimlerde birçok silikon materyal bulunmakta olup, bu çeşitlilik ilerleyen çalışmalarda dikkate alınmalıdır. İkinci olarak, bu çalışmada yalnızca dezenfektanların renk stabilitesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiş; mekanik özellikler (sertlik, yırtılma direnci, elastikiyet gibi) ve yüzey pürüzlülüğü gibi diğer fiziksel parametreler analiz edilmemiştir. Üçüncü olarak, kullanılan dezenfektanların antimikrobiyal etkinlikleri değerlendirilmemiştir. Oysa dezenfektanların klinik kullanımı açısından materyal uyumluluğu kadar, mikrobiyal kontaminasyonu azaltma kapasiteleri de büyük önem taşımaktadır. Bu tür değerlendirmeler için agar difüzyon testi, minimum

inhibitör konsantrasyon (MIC) tayini veya yüzey mikrobiyal yük analizi gibi yöntemlere ihtiyaç vardır. Son olarak, çalışmanın laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş olması, klinik kullanım koşullarındaki tüm değişkenlerin birebir yansıtılamamasına neden olabilmektedir. Gelecek çalışmalarda, uzun dönemli yaşlandırma testlerinin, hasta bazlı uygulamaların ve geniş materyal yelpazelerinin dahil edildiği çok yönlü protokollerin kullanılması önerilmektedir.





## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Bu çalışmanın sınırlamaları dâhilinde aşağıdaki sonuçlara ulaşıldı:

- 1) Maksillofasiyal protez yapımında kullanılan farklı baz/katalizör oranlarına sahip üç silikon elastomer üzerine uygulanan hipokloröz asit, etil alkol, katyonik sürfaktan, aleksidin dihidroklorid ve polikuanteriyum-1 içeren dezenfektanların tümünde; kontrol grubuna kıyasla gözlemlenen renk değişimi, insan gözüyle kabul edilebilir eşik (KEE) değerinin altında kaldı.
- 2) Z004 silikon elastomer, tüm dezenfektan gruplarında en düşük renk değişimi ( $\Delta E_{00}$ ) değerini gösterdi. M511 ve Teksil S-25 silikonları arasında anlamlı fark gözlenmedi.
- 3) Hipokloröz asit içeren dezenfektan kullanıldığında, üç silikon türünde de istatistiksel olarak anlamlı şekilde en yüksek  $\Delta E_{00}$  değerleri görüldü. Bu sebeple maksillofasiyal protezlerde uzun süreli kullanımından kaçınılması veya alternatif dezenfeksiyon ajanlarının tercih edilmesi önerilebilir.
- 4) Polikuanteriyum-1 ile dezenfeksiyon en düşük renk değişimi değerlerini gösterdi, bunu sırasıyla aleksidin dihidroklorid ve katyonik sürfaktanın takip ettiği belirlendi. Bu dezenfektanlar, silikon elastomerlerin renk stabilitesine olumsuz etkileri en az düzeyde olduğu için, maksillofasiyal protezlerin günlük temizliğinde önerilebilir.



## KAYNAKLAR

- [1]. Goiato, M. C., Pesqueira, A. A., Santos, D. M. D., and Dekon, S. F. D. C. (2009). Evaluation of hardness and surface roughness of two maxillofacial silicones following disinfection. *Brazilian Oral Research*, 23, 49-53.
- [2]. Nemli, S. K., Aydin, C., Yilmaz, H., Bal, B. T., and Arici, Y. K. (2013). Quality of life of patients with implant-retained maxillofacial prostheses: a prospective and retrospective study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(1), 44-52.
- [3]. Kiat-amnuay, S., Gettleman, L., Khan, Z., and Goldsmith, L. J. (2001). Effect of adhesive retention of maxillofacial prostheses. Part 2: Time and reapplication effects. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 85(5), 438-441.
- [4]. Beumer, J., Curtis, T. A., and Firtell, D. N. (1996). Maxillofacial rehabilitation: prosthodontic and surgical considerations. (*No Title*), Mosby, 311–397
- [5]. Haug, S. P., Moore, B. K., and Andres, C. J. (1999). Color stability and colorant effect on maxillofacial elastomers. Part II: weathering effect on physical properties. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 81(4), 423-430.
- [6]. Farook, T. H., Jamayet, N. B., Abdullah, J. Y., Asif, J. A., Rajion, Z. A., and Alam, M. K. (2020). Designing 3D prosthetic templates for maxillofacial defect rehabilitation: A comparative analysis of different virtual workflows. *Computers in Biology and Medicine*, 118, 103646.
- [7]. Bal, B. T., Öztürk, E., ve Karakoca, S. (2007). Maksillofasiyal protezlerin yapımında kullanılan materyallerdeki gelişmeler. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 1(4), 63-68.
- [8]. Andres, C. J., Haug, S. P., Brown, D. T., and Bernal, G. (1992). Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers: part II—report of survey. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 68(3), 519-522.
- [9]. Gary, J. J., Huget, E. F., and Powell, L. D. (2001). Accelerated color change in a maxillofacial elastomer with and without pigmentation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 85(6), 614-620.
- [10]. Han, Y., Zhao, Y., Xie, C., Powers, J. M., and Kiat-amnuay, S. (2010). Color stability of pigmented maxillofacial silicone elastomer: effects of nano-oxides as opacifiers. *Journal of Dentistry*, 38, e100-e105.
- [11]. Chang, T. L., Garrett, N., Roumanas, E., & Beumer III, J. (2005). Treatment satisfaction with facial prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(3), 275-280.
- [12]. Karakoca, S., Aydin, C., Yilmaz, H., and Bal, B. T. (2010). Retrospective study of treatment outcomes with implant-retained extraoral prostheses: survival rates and prosthetic complications. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 103(2), 118-126.

- [13]. Kurt, M., Kılıçkaya, N., Güngör, M. B., ve Nemli, S. K. (2020). Dezenfeksiyonun maksillofasiyal silikon elastomerin fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30(2), 274-281.
- [14]. Chamaria, A., Aras, M. A., Chitre, V., and Rajagopal, P. (2019). Effect of chemical disinfectants on the color stability of maxillofacial silicones: An in vitro study. *Journal of Prosthodontics*, 28(2), e869-e872.
- [15]. Eleni, P. N., Perivoliotis, D., Dragatogiannis, D. A., Krokida, M. K., Polyzois, G. L., Charitidis, C. A., and Gettleman, L. (2013). Tensile and microindentation properties of maxillofacial elastomers after different disinfecting procedures. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 28, 147-155.
- [16]. Goiato, M. C., Pesqueira, A. A., Santos, D. M. D., Zavanelli, A. C., and Ribeiro, P. D. P. (2009). Color stability comparison of silicone facial prostheses following disinfection. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 18(3), 242-244.
- [17]. Griniari, P., Polyzois, G., and Papadopoulos, T. (2015). Color and structural changes of a maxillofacial elastomer: the effects of accelerated photoaging, disinfection and type of pigments. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 13(2), 87-91.
- [18]. Karakoca Nemli, S., Bankoğlu Güngör, M., and Türkcan, I. (2016). Implant-retained maxillofacial prostheses for reconstruction of burned patients: a report of two cases. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 22(1), 63-9.
- [19]. Çiçek, K. B., and Hergüner, T. (2021). Üst çene defektinin obtüratör ile rehabilitasyonu. *Turkish Journal of Science and Health*, 2(2), 98-103.
- [20]. Sipahi, C. (2006). İmplant destekli çene-yüz protezlerinde retansiyon prensipleri. *Gülhane Tıp Dergisi*, 48, 119-124.
- [21]. Goiato, M. C., Pesqueira, A. A., da Silva, C. R., Gennari Filho, H., & Dos Santos, D. M. (2009). Patient satisfaction with maxillofacial prosthesis. Literature review. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 62(2), 175-180.
- [22]. Okay, D. J., Genden, E., Buchbinder, D., and Urken, M. (2001). Prosthodontic guidelines for surgical reconstruction of the maxilla: a classification system of defects. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86(4), 352-363.
- [23]. Pawar, S., ve Somwanshi, P. (2022). Classification of maxillofacial defects: a review article. *International Journal of Advanced Research*, 30(10), 361-7.
- [24]. Beumer, J., Reisberg, D. J., Marunick, M. T., Powers, J., Kiat-Amnuay, S., van Oort, R., and van Dijk, G. (2011). Rehabilitation of facial defects. *Maxillofacial rehabilitation: prosthodontics and surgical management of cancer-related, acquired, and congenital defects of the head and neck. 3d edition. Chicago: Quintessence Publishing Co*, 255-314.

- [25]. Becker, C., Becker, A. M., Dahlem, K. K. K., Offergeld, C., and Pfeiffer, J. (2017). Aesthetic and functional outcomes in patients with a nasal prosthesis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(11), 1446-1450.
- [26]. Parr, G. R., Goldman, B. M., and Rahn, A. O. (1983). Surgical considerations in the prosthetic treatment of ocular and orbital defects. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 49(3), 379-385.
- [27]. Cognetti, D. M., Weber, R. S., and Lai, S. Y. (2008). Head and neck cancer: an evolving treatment paradigm. *Cancer*, 113(S7), 1911-1932.
- [28]. Hooper, S. M., Westcott, T., Evans, P. L. L., Bocca, A. P., and Jagger, D. C. (2005). Implant-supported facial prostheses provided by a maxillofacial unit in a UK regional hospital: longevity and patient opinions. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 14(1), 32-38.
- [29]. Reece, G. P., Lemon, J. C., Jacob, R. F., Taylor, T. D., Weber, R. S., and Garden, A. S. (1996). Total midface reconstruction after radical tumor resection: a case report and overview of the problem. *Annals of Plastic Surgery*, 36(5), 551-557.
- [30]. Huber, H., and Studer, S. P. (2002). Materials and techniques in maxillofacial prosthodontic rehabilitation. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 14(1), 73-93.
- [31]. Academy of Prosthodontics. (2017). The glossary of prosthodontic terms. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(5), e1-105.
- [32]. Beydemir, B., ve Dalkız, M. (2000). *Çene-yüz protezleri*. 7th ed. Ankara: Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ayın Kitabı.
- [33]. Azak, A., and Evlioğlu, G. (2013). Edinsel maksiller defektler ve protetik tedavileri/proshetic rehabilitation of a acquired maxillary defects. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 38(1-2), 53-58.
- [34]. Gupta, A. D., Verma, A., Dubey, T., and Thakur, S. (2017). Maxillofacial prosthetics part-1: a review. *International Journal of Advanced Research*, 5(9), 31-40.
- [35]. de Caxias, F. P., Dos Santos, D. M., Bannwart, L. C., de Moraes Melo Neto, C. L., and Goiato, M. C. (2019). Classification, history, and future prospects of maxillofacial prosthesis. *International Journal of Dentistry*, 2019(1), 8657619.
- [36]. Goiato, M. C., dos Santos, D. M., Bannwart, L. C., Moreno, A., Pesqueira, A. A., Haddad, M. F., and Dos Santos, E. G. (2013). Psychosocial impact on anophthalmic patients wearing ocular prosthesis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(1), 113-119.
- [37]. Pekkan, G., Tuna, S.H., ve Aslan, Y. (2006). *Orbital protezler: İki olgu bildirimi*. 139-43.
- [38]. Beumer, J., Curtis, T.A., ve Marunick, M.T. (1996). *Maxillofacial rehabilitation: prosthodontic and surgical considerations*. Ishiyaku Euroamerica.

- [39]. Keskin, H., Uygun, N., Somtürk, E., Derviş, E., Karakullukçu, A., ve İyigün, D. (1992). Kaznılmış Defektli Maksillofasiyal Hastalarda Tedavi Obtürasyonu. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 26(4), 192–200.
- [40]. Neves, A. C. C., and Villela, L. C. (1998). Desenvolvimento de uma escala em silicona para tons de pele humana. *Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo*, 12, 57-63.
- [41]. Aramany, M. A., and Drane, J. B. (1972). Radiation protection prostheses for edentulous patients. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 27(3), 292-296.
- [42]. Goiato, M. C., Miyashita, M., and dos Santos, D. M. (2006). Radipherous protheses, an alternative for the treatment of head and neck neoplasias. *Revista Cubana Estomatologia*, 43(2).
- [43]. Mantri, S. S., Mantri, S. P., Rathod, C. J., and Bhasin, A. (2013). Rehabilitation of a mandibular segmental defect with magnet retained maxillofacial prosthesis. *Indian Journal of Cancer*, 50(1), 21-24.
- [44]. Goiato, M. C., Zucolotti, B. C. R., Mancuso, D. N., dos Santos, D. M., Pellizzer, E. P., and Verri, F. R. (2010). Care and cleaning of maxillofacial prostheses. *Journal of Craniofacial Surgery*, 21(4), 1270-1273.
- [45]. Chander, N. G., Venkat, N., and Rizwana, A. N. (2024). Innovations and advancements in adhesives for maxillofacial prosthesis in carcinoma rehabilitated patients. *Oral Oncology Reports*, 100625.
- [46]. Hatami, M., Badrian, H., Samanipoor, S., and Goiato, M. C. (2013). Magnet-retained facial prosthesis combined with maxillary obturator. *Case Reports in Dentistry*, 2013(1), 406410.
- [47]. Yeganeh, F., Haghghat, A., and Amini-Pozveh, M. (2018). Dental implant-retained auricular prosthesis. *Dental Research Journal*, 15(6), 444-446.
- [48]. Dubey, S. G., Balwani, T. R., Chandak, A. V., and Pande, S. (2020). Material in maxillofacial prosthodontics-A review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Science*, 9, 3319-3325.
- [49]. Bulbulian, A.H. (1973). *Facial Prosthetics*. In Springfield, USA: Charles C. Thomas Publisher.
- [50]. Conroy, B., and Hulterstrom, A. (1978). The history and development of facial prosthetics. *Dental Technology*, 31(3), 8-15.
- [51]. Bulbulian, A. H. (1946). Problems of facial prosthesis. *The Surgical clinics of North America*, 26, 846-858.
- [52]. Conroy, B. F. (1993). A brief sortie into the history of cranio-oculofacial prosthetics. *Facial Plastic Surgery*, 9(02), 89-115.

- [53]. Polyzois, G. L., Hensten-Pettersen, A., and Kullmann, A. (1994). An assessment of the physical properties and biocompatibility of three silicone elastomers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 71(5), 500-504.
- [54]. Bayrak, Ö. (2007). *Üç farklı çene yüz protezi silikon elastomerinin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [55]. Lontz, J. F. (1990). State-of-the-art materials used for maxillofacial prosthetic reconstruction. *Dental Clinics of North America*, 34(2), 307-325.
- [56]. Kılıçkaya N. (2021). *Ultraviyole koruyucu ilavesinin farklı maksillofasiyal silikonların mekanik özellikleri üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- [57]. Craig R.G., and Powers, J.M. (2002). *Restorative dental materials*. Baltimore: Mosby, 675–679.
- [58]. Lanzara, R., Viswambaran, M., and Kumar, D. (2021). Maxillofacial prosthetic materials: current status and recent advances: A comprehensive review. *International Journal of Applied Dental Sciences* , 7(2), 255-9.
- [59]. Deb, S. (2018). Maxillofacial prosthetic materials-an overview. *International Journal of Preventive and Clinical Dental Research*, 5(2), 63-65.
- [60]. Kantola, R., Lassila, L., and Vallittu, P. (2011). Adhesion of maxillofacial silicone elastomer to a fiber-reinforced composite resin framework. *International Journal of Prosthodontics*, 24(6), 582-8.
- [61]. Chalian, V. A., and Phillips, R. W. (1974). Materials in maxillofacial prosthetics. *Journal of Biomedical Materials Research*, 8(4), 349-363.
- [62]. Gonzalez, J. B. (1978). Polyurethane elastomers for facial prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 39(2), 179-187.
- [63]. Gonzalez, J. B., Chao, E. Y., and dAn, K. N. (1978). Physical and mechanical behavior of polyurethane elastomer formulations used for facial prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 39(3), 307-318.
- [64]. V S D. (2016). Maxillofacial Prosthetic Materials -An Update. *Journal of International Medicine and Dentistry*, 3(1), 2–11.
- [65]. Mahajan, H., and Gupta, K. (2012). Maxillofacial prosthetic materials: A literature review. *Journal of Orofacial Research*, 2(2), 87-90.
- [66]. Öztürk E. (2009). *Üç farklı çene yüz protezi silikon elastomerinin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi*. Doktora Tezi Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- [67]. Goiato, M. C., Delben, J. A., Monteiro, D. R., & dos Santos, D. M. (2009). Retention systems to implant-supported craniofacial prostheses. *Journal of Craniofacial Surgery*, 20(3), 889-891.
- [68]. Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., and Lemons, J. E. (1996). An introduction to materials in medicine. *Biomaterials science*, 484. San Diego: Elsevier; 2004. p. 80–6.
- [69]. Kiat-amnuay, S., Lemon, J. C., and Powers, J. M. (2002). Effect of opacifiers on color stability of pigmented maxillofacial silicone A-2186 subjected to artificial aging. *Journal of Prosthodontics*, 11(2), 109-116.
- [70]. Bayer, A. (1991). *Goldschmidt a. silicones: chemistry and technology*. Essen: Vulkan, 45–59.
- [71]. Stein, J., Lewis, L. N., Gao, Y., and Scott, R. A. (1999). In situ determination of the active catalyst in hydrosilylation reactions using highly reactive Pt (0) catalyst precursors. *Journal of the American Chemical Society*, 121(15), 3693-3703.
- [72]. Brook, M. A. (2006). Platinum in silicone breast implants. *Biomaterials*, 27(17), 3274-3286.
- [73]. Kent, K., Zeigel, R. F., Kent, K., Frost, A. L., and Schaaf, N. G. (1983). Controlling the porosity and density of silicone rubber prosthetic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(2), 230-236.
- [74]. Ramirez, E., Jansat, S., Philippot, K., Lecante, P., Gomez, M., Masdeu-Bultó, A. M., and Chaudret, B. (2004). Influence of organic ligands on the stabilization of palladium nanoparticles. *Journal of Organometallic Chemistry*, 689(24), 4601-4610.
- [75]. Huang, J., He, C., Liu, X., Xiao, Y., Mya, K. Y., and Chai, J. (2004). Formation and characterization of water-soluble platinum nanoparticles using a unique approach based on the hydrosilylation reaction. *Langmuir*, 20(12), 5145-5148.
- [76]. Zaimoğlu, A., Can, G., Ersoy, E., ve Aksu, L. (1993). *Diş hekimliğinde maddeler bilgisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi, 165–181.
- [77]. Bellamy, K., Limbert, G., Waters, M. G., & Middleton, J. (2003). An elastomeric material for facial prostheses: synthesis, experimental and numerical testing aspects. *Biomaterials*, 24(27), 5061-5066.
- [78]. Montgomery, P. C., and Kiat-Amnuay, S. (2010). Survey of currently used materials for fabrication of extraoral maxillofacial prostheses in North America, Europe, Asia, and Australia. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 19(6), 482-490.
- [79]. Reddy, Jr, Kumar, B.M., Ahila, S., and Rajendiran, S. (2015). Materials in maxillofacial prosthesis. *Journal of Indian Academy of Dental Specialist Researchers*, 2(1), 1. 27.

- [80]. McLaren, K. (1986). *The Colour Science of Dyes and Pigments*. (2nd ed). Bristol: Adam Hilger Ltd.
- [81]. Ouellette, J. E. (1969). Spray coloring of silicone elastomer maxillofacial prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 22(2), 271-275.
- [82]. Gary, J. J., and Smith, C. T. (1998). Pigments and their application in maxillofacial elastomers: a literature review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(2), 204-208.
- [83]. Srivastava, H., Mempally, H. K., Qureshi, S., Aysha, R., Pathan, F. L., and Mahajan, A. B. (2024). Effects of Chemical and Herbal Disinfection Methods on the Color Stability of Maxillofacial Silicone: An In Vitro Study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(Suppl 5), S4476-S4477.
- [84]. Guiotti, A. M., Cunha, B. G., Paulini, M. B., Goiato, M. C., Dos Santos, D. M., Duque, C., and de Almeida, M. T. G. (2016). Antimicrobial activity of conventional and plant-extract disinfectant solutions on microbial biofilms on a maxillofacial polymer surface. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(1), 136-143.
- [85]. Barnabé, W., de Mendonça Neto, T., Pimenta, F. C., Pegoraro, L. F., and Sclaro, J. M. (2004). Efficacy of sodium hypochlorite and coconut soap used as disinfecting agents in the reduction of denture stomatitis, *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(5), 453-459.
- [86]. Goiato, M. C., Haddad, M. F., Santos, D. M. D., Pesqueira, A. A., and Moreno, A. (2010). Hardness evaluation of prosthetic silicones containing opacifiers following chemical disinfection and accelerated aging. *Brazilian Oral Research*, 24, 303-308.
- [87]. Badrian, H., Ghasemi, E., Khalighinejad, N., and Hosseini, N. (2012). The effect of three different disinfection materials on alginate impression by spray method. *International Scholarly Research Notices*, 2012(1), 695151.
- [88]. Eryilmaz, M., and Palabiyik, I. M. (2013). Hypochlorous acid-analytical methods and antimicrobial activity. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 12(1), 123-126.
- [89]. Boyce, J. M. (2018). Alcohols as surface disinfectants in healthcare settings. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 39(3), 323-328.
- [90]. Moorer, W. R. (2003). Antiviral activity of alcohol for surface disinfection. *International journal of Dental Hygiene*, 1(3), 138-142.
- [91]. Li, Z. (2020). Modern mild skin cleansing. *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications*, 10(02), 85.
- [92]. Zorko, M., and Jerala, R. (2008). Alexidine and chlorhexidine bind to lipopolysaccharide and lipoteichoic acid and prevent cell activation by antibiotics. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 62(4), 730-737.

- [93]. Hu, X., and Johnston, W. M. (2011). Translucency estimation for thick pigmented maxillofacial elastomer. *Journal of Dentistry*, 39, e2-e8.
- [94]. Kurt, M., Nemli, S. K., Güngör, M. B., and Bal, B. T. (2022). Visual and instrumental color evaluation of computerized color matching system for color reproduction of maxillofacial prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 128(5), 1121-1127.
- [95]. Paravina, R. D. (2009). Performance assessment of dental shade guides. *Journal of Dentistry*, 37, e15-e20.
- [96]. Pesqueira, A. A., Goiato, M. C., Dos Santos, D. M., Haddad, M. F., and Moreno, A. (2012). Effect of disinfection and accelerated ageing on dimensional stability and detail reproduction of a facial silicone with nanoparticles. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 36(4), 217-221.
- [97]. Atay, A., ve Günay, Y. (2007). Çene-yüz protezlerinde bakım. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2007(2), 22–22.
- [98]. Guiotti, A. M., Goiato, M. C., Dos Santos, D. M., Vechiato-Filho, A. J., Cunha, B. G., Paulini, M. B., and De Almeida, M. T. G. (2016). Comparison of conventional and plant-extract disinfectant solutions on the hardness and color stability of a maxillofacial elastomer after artificial aging. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(4), 501-508.
- [99]. Eleni, P. N., Krokida, M. K., Polyzois, G. L., and Gettleman, L. (2013). Effect of different disinfecting procedures on the hardness and color stability of two maxillofacial elastomers over time. *Journal of Applied Oral Science*, 21(3), 278-283.
- [100]. Visser, A., Raghoobar, G. M., van Oort, R. P., and Vissink, A. (2008). Fate of implant-retained craniofacial prostheses: life span and aftercare. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(1), 89–98.
- [101]. Bankoglu, M., Oral, I., Gül, E. B., and Yilmaz, H. (2013). Influence of pigments and pigmenting methods on color stability of different silicone maxillofacial elastomers after 1-year dark storage. *Journal of Craniofacial Surgery*, 24(3), 720-724.
- [102]. Pesqueira, A. A., Goiato, M. C., dos Santos, D. M., Haddad, M. F., Ribeiro, P. D. P., Coelho Sinhoreti, M. A., and Sundfeld, M. L. M. M. (2011). Effect of disinfection and accelerated aging on color stability of colorless and pigmented facial silicone. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 20(4), 305-309.
- [103]. Leow, M. E., Ow, R. K., Lee, M. H., Huak, C. Y., and Pho, R. W. (2006). Assessment of colour differences in silicone hand and digit prostheses: perceptible and acceptable thresholds for fair and dark skin shades. *Prosthetics and Orthotics International*, 30(1), 5-16.
- [104]. Paravina, R. D., Majkic, G., del Mar Perez, M., and Kiat-amnuay, S. (2009). Color difference thresholds of maxillofacial skin replications. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 18(7), 618-625.

- [105]. Ristic, I., Stankovic, S., and Paravina, R. D. (2016). Influence of color education and training on shade matching skills. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 8(5), 287-294.
- [106]. Paravina, R. D., Ghinea, R., Herrera, L. J., Bona, A. D., Igiel, C., Linninger, M., and Mar Perez, M. D. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27, S1-S9.
- [107]. Basegio, M. M., Pecho, O. E., Ghinea, R., Perez, M. M., and Della Bona, A. (2019). Masking ability of indirect restorative systems on tooth-colored resin substrates. *Dental Materials*, 35(6), e122-e130.
- [108]. Lagouvardo, P., Spyropoulou, N., and Polyzois, G. (2018). Perceptibility and acceptability thresholds of simulated facial skin color differences. *Journal of Prosthodontic Research*, 62(4), 503-508.
- [109]. Ragain, J. C. (2016). A review of color science in dentistry: Colorimetry and color space. *Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy*, 4(1), 1-5.
- [110]. Westland, S. (2003). Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15, S5-S12.
- [111]. K ro glu, A., Makhloota, M., and Bal, B. T. (2021). A review of color matching in dentistry. *Medical Records*, 3(1), 44-49.
- [112]. Brewer J.D., Wee, A., and Seghi, R. 2004 (). Advances in color matching. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 341–58.
- [113]. Kurt, M., and Bal, B. T. (2019). Effects of accelerated artificial aging on the translucency and color stability of monolithic ceramics with different surface treatments. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(4), 712-e1.
- [114]. O'Brien, W. J., Kay, K. S., Boenke, K. M., and Groh, C. L. (1991). Sources of color variation on firing porcelain. *Dental Materials*, 7(3), 170-173.
- [115]. Sharma, G., Wu, W., & Dalal, E. N. (2005). The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur*, 30(1), 21-30.
- [116]. Xu, B. T., Zhang, B., Kang, Y., Wang, Y. N., & Li, Q. (2012). Applicability of CIELAB/CIEDE2000 formula in visual color assessments of metal ceramic restorations. *Journal of Dentistry*, 40, e3-e9.

- [117]. Luo, M. R., Cui, G., and Rigg, B. (2001). The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur*, 26(5), 340-350.
- [118]. Kurt, M., Nemli, S. K., Güngör, M. B., Bal, B. T., and Öztürk, E. (2024). Perceptibility and acceptability thresholds for color differences of light and dark maxillofacial skin replications. *Vision Research*, 223, 108474.
- [119]. Igiel, C., Weyhrauch, M., Wentaschek, S., Scheller, H., & Lehmann, K. M. (2016). Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. *Dental Materials Journal*, 35(1), 63-69.
- [120]. Liberato, W. F., Barreto, I. C., Costa, P. P., de Almeida, C. C., Pimentel, W., and Tioffi, R. (2019). A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 271-275.
- [121]. Seghi, R. R., Johnston, W. M., and O'Brien, W. J. (1989). Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *Journal of Dental Research*, 68(12), 1755-1759.
- [122]. Dozić, A., Kleverlaan, C. J., El-Zohairy, A., Feilzer, A. J., and Khashayar, G. (2007). Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *Journal of Prosthodontics*, 16(2), 93-100.
- [123]. Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., and Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38, e2-e16.
- [124]. Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Dunford, R. G., and Wee, A. G. (2007). In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(5), 353-358.
- [125]. Park, J. H., Lee, Y. K., and Lim, B. S. (2006). Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(6), 402-411.
- [126]. Lee, Y. K., Yu, B., and Lim, H. N. (2010). Lightness, chroma, and hue distributions of a shade guide as measured by a spectroradiometer. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 104(3), 173-181.
- [127]. Gaudin, R., Raguse, J. D., Krause, S., Mumm, J., Motzkus, Y., Ghanad, I., and Troeltzsch, D. (2023). Quality of life and psychological evaluation of patients after anaplastology. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 51(7-8), 485-489.
- [128]. Dings, J. P., Merckx, M. A., de Clonie Maclennan-Naphausen, M. T., van de Pol, P., Maal, T. J., and Meijer, G. J. (2018). Maxillofacial prosthetic rehabilitation: A survey on the quality of life. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(5), 780-786.

- [129]. Khan U, Dhawan P, Jain N. (2024) The Survival Rate of the Retention System for Extraoral Maxillofacial Prosthetic Implant: A Systematic Review. *Cureus*, 16(10), e70705.
- [130]. Alberga, J., Eggels, I., Visser, A., van Minnen, B., Korfage, A., Vissink, A., and Raghoobar, G. (2022). Outcome of implants placed to retain craniofacial prostheses—A retrospective cohort study with a follow-up of up to 30 years. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 24(5), 643-654.
- [131]. Nayer, S., Saranya, S. K., Mohan, A. S., Janakiram, C., Reintsema, H., & Mathew, A. (2024). EPA Consensus Project Paper: Do Implant Retained Prostheses Improve the Quality of Life of Patients with Extraoral Maxillofacial Defects-A Systematic Review. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 103(2), 118-126.
- [132]. İnal, C. B., Güngör, M. B., Bal, B. T., and Nemli, S. K. (2025). Effects of different types of molds on the color difference, translucency, surface roughness, and hardness of a maxillofacial silicone elastomer. *Journal of Oral Science*, 67(1), 19-23.
- [133]. McKinstry, R.E. (1995). *Fundamentals of Facial Prosthetics*. Arlington, VA: ABI Professional Publications.
- [134]. Hatamleh, M. M., and Watts, D. C. (2010). Mechanical properties and bonding of maxillofacial silicone elastomers. *Dental Materials*, 26(2), 185-191.
- [135]. Nemli, S. K., Güngör, M. B., Bağkur, M., Bal, B. T., and Arıcı, Y. K. (2018). In vitro evaluation of color and translucency reproduction of maxillofacial prostheses using a computerized system. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(6), 422-429.
- [136]. Gradinariu, A. I., Racles, C., Stoica, I., Stelea, C. G., Simionescu, A. M. A., Jehac, A. E., and Costan, V. V. (2024). Silicones for Maxillofacial Prostheses and Their Modifications in Service. *Materials*, 17(13), 3297.
- [137]. Bal, B. T., Güngör, M. B., Nemli, S. K., Aydın, C., and Arıcı, Y. K. (2023). Effect of ultraviolet protective agents on maxillofacial silicone elastomer, part 1: Color stability after artificial aging. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(3), 513-519.
- [138]. Zarrati, S., Safi, M., Rezaei, S. M. M., and Shadan, L. (2022). Effect of nano-oxides on the color stability of maxillofacial silicone elastomers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 127(2), 362-367.
- [139]. Kiat-amnuay, S., Beerbower, M., Powers, J. M., and Paravina, R. D. (2009). Influence of pigments and opacifiers on color stability of silicone maxillofacial elastomer. *Journal of Dentistry*, 37, e45-e50.
- [140]. Lemon, J. C., Chambers, M. S., Jacobsen, M. L., and Powers, J. M. (1995). Color stability of facial prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 74(6), 613-618.

- [141]. Bangera, B. S., and Guttal, S. S. (2014). Evaluation of varying concentrations of nano-oxides as ultraviolet protective agents when incorporated in maxillofacial silicones: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(6), 1567-1572.
- [142]. Akash, R. N., and Guttal, S. S. (2015). Effect of incorporation of nano-oxides on color stability of maxillofacial silicone elastomer subjected to outdoor weathering. *Journal of Prosthodontics*, 24(7), 569-575.
- [143]. Babu, A. S., Manju, V., and Gopal, V. K. (2018). Effect of Chemical Disinfectants and Accelerated Aging on Maxillofacial Silicone Elastomers: An: In Vitro: Study. *Indian Journal of Dental Research*, 29(1), 67-73.
- [144]. Goiato, M. C., Haddad, M. F., Pesqueira, A. A., Moreno, A., Dos Santos, D. M., and Bannwart, L. C. (2011). Effect of chemical disinfection and accelerated aging on color stability of maxillofacial silicone with opacifiers. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 20(7), 566-569.
- [145]. An, Y. H., and Friedman, R. J. (1998). Concise review of mechanisms of bacterial adhesion to biomaterial surfaces. *Journal of Biomedical Materials Research*, 43(3), 338-348.
- [146]. Depprich, R. A., Handschel, J. G., Meyer, U., and Meissner, G. (2008). Comparison of prevalence of microorganisms on titanium and silicone/polymethyl methacrylate obturators used for rehabilitation of maxillary defects. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 99(5), 400-405.
- [147]. Ariani, N., Visser, A., Teulings, M. R., Dijk, M., Rahardjo, T. B. W., Vissink, A., and van der Mei, H. C. (2015). Efficacy of cleansing agents in killing microorganisms in mixed species biofilms present on silicone facial prostheses—An in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 19, 2285-2293.
- [148]. Kumar, A., Seenivasan, M. K., and Inbarajan, A. (2021). A literature review on biofilm formation on silicone and polymethyl methacrylate used for maxillofacial prostheses. *Cureus*, 13(11), e20029.
- [149]. Cevik, P. (2023). Coloring effects of disinfectants on pure or nano-TiO<sub>2</sub>-incorporated maxillofacial silicone prostheses. *Materials*, 16(16), 5580.
- [150]. Hermann, C., Mesquita, M. F., Consani, R. L. X., and Henriques, G. E. P. (2008). The effect of aging by thermal cycling and mechanical brushing on resilient denture liner hardness and roughness. *Journal of Prosthodontics*, 17(4), 318-322.
- [151]. Miranda, N. B., de Arruda, J. A. A., de Almeida, S. B. M., Dos Santos, E. G., Medeiros, I. S., and Moreno, A. (2019). Optical parameters and hardness of two maxillofacial elastomers after immersion in different solutions of Brazilian green propolis extract. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(2), 168-175.
- [152]. Pathak, V., Kambala, S. R., Jaiswal, T., Bhoyar, A., Dhamande, M., and Dhamande, M. M. (2024). The Effect of Chemical Disinfectants on Maxillofacial Silicone With the Addition of Silver Nanoparticles: An Original Research. *Cureus*, 16(8), e66484.

- [153]. Chotprasert, N., Shrestha, B., and Sipiyaruk, K. (2022). Effects of Disinfection Methods on the Color Stability of Precolored and Hand-Colored Maxillofacial Silicone: An In Vitro Study. *International Journal of Biomaterials*, 2022(1), 7744744.
- [154]. Sethi, T., Kheur, M., Coward, T., and Patel, N. (2015). Change in color of a maxillofacial prosthetic silicone elastomer, following investment in molds of different materials. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 15(2), 153-157.
- [155]. Veli, A. (2019). Colour Difference Between Caucasian and Afro-Caribbean Skin Tone Silicone Elastomer Moulded in Type II and Type III Dental Stone. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 27(4), 172-181.
- [156]. Chugh, A., Hattori, M., Aboelez, M. A., Sumita, Y. I., and Wakabayashi, N. (2024). Assessment of the color stability of two silicone elastomers for maxillofacial prostheses upon exposure to cold beverages. *Journal of Oral Science*, 66(2), 116-119.
- [157]. Hu, X., Johnston, W. M., and Seghi, R. R. (2010). Measuring the color of maxillofacial prosthetic material. *Journal of Dental Research*, 89(12), 1522-1527.
- [158]. International Organization for Standardization. Dentistry — Guidance on colour measurement. Geneva, Switzerland; 2016.
- [159]. Nagai, T., Alfaraj, A., Chu, T. M. G., Yang, C. C., and Lin, W. S. (2024). Color stability of CAD-CAM hybrid ceramic materials following immersion in artificial saliva and wine. *Journal of Prosthodontics*. doi:10.1111/jopr.13868.
- [160]. Gruber, S., Kamnoedboon, P., Özcan, M., and Srinivasan, M. (2021). CAD/CAM complete denture resins: an in vitro evaluation of color stability. *Journal of Prosthodontics*, 30(5), 430-439.
- [161]. Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., and Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, 36, 2-7.
- [162]. Khashayar, G., Bain, P. A., Salari, S., Dozic, A., Kleverlaan, C. J., and Feilzer, A. J. (2014). Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *Journal of Dentistry*, 42(6), 637-644.
- [163]. Gómez-Polo, C., Muñoz, M. P., Luengo, M. C. L., Vicente, P., Galindo, P., and Casado, A. M. M. (2016). Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(1), 65-70.
- [164]. Gómez-Polo, C., Montero, J., Gómez-Polo, M., and Martin Casado, A. (2020). Comparison of the CIELab and CIEDE 2000 color difference formulas on gingival color space. *Journal of Prosthodontics*, 29(5), 401-408.
- [165]. Miotti, L. L., Santos, I. S., Nicoloso, G. F., Pozzobon, R. T., Susin, A. H., and Durand, L. B. (2017). The use of resin composite layering technique to mask discolored background: a CIELAB/CIEDE2000 analysis. *Operative Dentistry*, 42(2), 165-174.

- [166]. Basso, G. R., Kodama, A. B., Pimentel, A. H., Kaizer, M. R., Bona, A. D., Moraes, R. R., and Boscato, N. (2017). Masking colored substrates using monolithic and bilayer CAD-CAM ceramic structures. *Operative Dentistry*, 42(4), 387-395.
- [167]. Şoim, A., Strîmbu, M., Burde, A. V., Culic, B., Ducea, D., and Gasparik, C. (2018). Translucency and masking properties of two ceramic materials for heat-press technology. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 30(2), E18-E23.
- [168]. Paravina, R. D., Pérez, M. M., and Ghinea, R. (2019). Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(2), 103-112.



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BASTEM GÜLMEZ, NURDAN  
Uyruğu : T.C.

### Eğitim

Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet yılı
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/ Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.B.D.	Devam Ediyor
Lisans	Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi	2019
Lise	Nevzat Karabağ Anadolu Öğretmen Lisesi	2014

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2022-devam	Gazi Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.B.D.	Araştırma Gör.

### Yabancıdil

İngilizce

### Yayınlar

Bastem, N., İnal, C. B., & Karakoca Nemli, S. (2025). 3D printers in prosthetic dentistry. *Selcuk Dental Journal*, 12(1), 191–196. <https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1514388>





*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*