



**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**İMLANT DESTEKLİ TAM PROTEZ UYGULAMALARINDA,  
İMLANTLAR ARASI MESAFELERİN VE AÇILARIN  
TUTUCULUĞA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Hazırlayan**

Sabire Büşra Demir

Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı

Uzmanlık Tezi

**Danışman**

Dr. Öğr. Üyesi İlknur Usta Kutlu

TOKAT- 2024



**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**İMLANT DESTEKLİ TAM PROTEZ UYGULAMALARINDA,  
İMLANTLAR ARASI MESAFELERİN VE AÇILARIN  
TUTUCULUĞA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Hazırlayan**

Sabire Büşra Demir

Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı

Uzmanlık Tezi

**Danışman**

Dr. Öğr. Üyesi İlknur Usta Kutlu

TOKAT- 2024

## TEZ KABUL

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM  
DALI BAŞKANLIĞINA

İMLANT DESTEKLİ TAM PROTEZ UYGULAMALARINDA, İMLANTLAR  
ARASI MESAFELERİN VE AÇILARIN TUTUCULUĞA ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 18/04/2024

Jüri Üyeleri (Ünvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Başkan : Doç Dr. Işıl SARIKAYA

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İlknur USTA KUTLU

Üye : Doç. Dr. Kaan YERLİYURT

Bu tez, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulunun  
03/04/2024 tarih ve 06.01 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Dekan V. : Prof. Dr. Hatice BALCI YÜCE

**BİLİMSEL ETİK SAYFASI**

T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

Bu tez, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2023/28 proje numarası ile desteklenmiştir.



## TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim ve tez hazırlama sürecim boyunca yardımını ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan tez danışmanım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi İlknur USTA KUTLU'ya,

Uzmanlık eğitimime bilgi ve tecrübeleri ile katkıda bulunan Anabilim Dalı Başkanımız Doç. Dr. Işıl SARIKAYA ve Anabilim Dalımızın üyeleri, değerli hocalarım Doç. Dr. Kaan YERLİYURT, Dr. Öğr. Üyesi Meryem ŞAHİN ve Doç. Dr. Yeliz HAYRAN'a

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve uzmanlık sürecimi güzelleştiren sevgili eş kıdem asistan arkadaşlarım Hatice Nermin ÖZLÜ, Melike KARADENİZ'e ve diğer asistan arkadaşlarım ve çalışanlarımıza,

Tüm başarılarımın gerçek mimarları, gösterdikleri özveri ve fedakarlıkla bugünlere gelmemi sağlayan sevgili annem, babam ve kardeşlerime,

Tüm kalbim ve içtenliğimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sabire Büşra DEMİR

## ÖZET

### İmplant Destekli Tam Protez Uygulamalarında, İmplantlar Arası Mesafelerin Ve Açıların Tutuculuğa Etkisinin Değerlendirilmesi

**Amaç:** Çalışmanın amacı; alt çene iki implant destekli overdenture uygulamalarında, farklı açı ve mesafelerde yerleştirilen implantların, laboratuvar ortamında tutuculuk kuvvet değerlerine etkisinin araştırılması, elde edilen laboratuvar sonuçlarının, klinik uygulamalarda yol gösterici olması ve yeni çalışmalara katkı sağlamasıdır.

**Yöntem:** Bu çalışma için 72 adet implant analogu, 72 adet dayanak, 72 adet tutucu üst yapı kullanılarak, 36 adet implant analoglarının yerleştirileceği blok ve 36 adet protezi simüle eden blok hazırlanmıştır. İmplantlar arası 12 mm ve 22 mm mesafeye bağlı ve implantların sagittal düzlemle 0°,5°,10° derecelik açı yaptığı 6 farklı test grubu oluşturulmuştur (n=6). Her gruba; 3 ay, 6 ay ve 12 ay klinik kullanıma karşılık gelen; 360, 720, 1440 takma/çıkarma siklusu uygulanmıştır. Tutuculuk testi, Universal Test Cihazında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, IBM SPSS programına aktarılmıştır. İki grup arasında fark olup olmadığı, bağımsız örneklem t testi ile, ikiden fazla grup arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) ile incelenmiştir. Son aşama olarak protezin aşınma değerlerini incelemek için tutucu bileşenler taramalı elektron mikroskopuyla (SEM) incelenmiştir.

**Bulgular:** İmplantlar arasındaki mesafe ve açının Locator tutuculuğu üzerinde anlamlı bir etkisi gözlenmedi ( $P > .05$ ). Bununla birlikte, takma/çıkarma döngü sayısının tutuculuk üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıydı ( $P < .05$ ).1 yıllık kullanım sonrasında lastik tutucularda belirgin aşınmalar izlendi.

**Sonuç:** İmplantlar arasındaki mesafe ve açının retansiyon değerlerinin benzer olması, klinisyenlere, implantları mümkün olduğunca yakın ve 10° dereceye kadar lingual açılı bir şekilde yerleştirmeleri için bir fırsat sağlar.

**Anahtar kelimeler:** İmplantlar Arası Mesafe, İmplantlar Arası Açısı, Overdenture, Tutuculuk

## ABSTRACT

### The Effects Of Interimplant Distance And Angulations On Retention Of Implant-Supported Overdentures

**Objective:** The aim of this study is to investigate the effect of different inter-implant distances and angles on retention force values in lower jaw two-implant-supported overdenture applications in a laboratory setting. The obtained laboratory results are intended to guide clinical applications and contribute to further research.

**Method:** In order to create blocks for the implantation of 36 implant analogs and replicate 36 prostheses, 72 abutments, 72 retentive superstructures, and 72 implant analogs were employed in this study. Six different test groups were created based on 12 mm and 22 mm inter-implant distances and 0°, 5°, 10°-degree angulations of implants in the buccolingual direction (n=6). Each group underwent 360, 720, and 1440 insertion/removal cycles corresponding to 3 months, 6 months, and 12 months of clinical use. Retention tests were conducted using a Universal Testing Machine. The collected data were transferred to the IBM SPSS program. Independent sample t-test was used to determine if there was a difference between the two groups, and one-way analysis of variance (One Way ANOVA) was used to examine differences among more than two groups. As a final step, metal matrices and matrix inserts of the prostheses were examined by scanning electron microscopy (SEM) to assess the wear values of the retentive components.

**Results:** There was no significant effect of the distance between implants and the angulation on Locator retention ( $p > .05$ ). However, the effect of the insertion/removal cycle count on retention was statistically significant ( $p < .05$ ). Significant wear was observed in the rubber inserts after 1 year of use.

**Conclusion:** The similarity in retention values between the distances and angles of the implants provides clinicians with an opportunity to place the implants as close together as possible and with a buccal angulation of up to 10 degrees.

**Keywords:** Inter-Implant Distance, Inter-Implant Angle, Overdenture, Retention

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ KABUL</b> .....	
<b>BİLİMSEL ETİK SAYFASI</b> .....	i
<b>TEŞEKKÜRLER</b> .....	iii
<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	vi
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	x
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	xi
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	xiv
<b>1 GİRİŞ</b> .....	1
<b>2 GENEL BİLGİLER</b> .....	2
2.1 TÜM DİŞLERİ EKSİK OLAN HASTALAR İÇİN PROTETİK TEDAVİ SEÇENEKLERİ.....	2
2.2 GELENEKSEL TAM PROTEZLER.....	4
2.2.1 Geleneksel Tam Protezlerin Avantajları.....	5
2.2.2 Geleneksel Tam Protezlerin Dezavantajları.....	6
2.3 İMPLANT DESTEKLİ PROTEZ UYGULAMALARI.....	7
2.3.1 Dental İmplant Tanımı Ve Tarihçesi.....	7
2.3.2 İmplantların Sınıflandırılması.....	8
2.4 İMPLANT DESTEKLİ SABİT VE HAREKETLİ PROTEZLERİN SINIFLANDIRILMASI VE KARŞILAŞTIRILMASI.....	11
2.5 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ (OVERDENTURE)	12
2.6 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ (OVERDENTURE)	
ENDİKASYONLARI.....	13
2.7 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZLERİN AVANTAJLARI.....	14

2.8 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZLERİN DEZAVANTAJLARI .....	15
2.9 ÜST ÇENE İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ İÇİN TEDAVİ SEÇENEKLERİ .....	15
2.9.1 Üst Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 1 .....	16
2.9.2 Üst Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 2 .....	16
2.10 ALT ÇENE İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ İÇİN TEDAVİ SEÇENEKLER .....	16
2.10.1 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 1 .....	17
2.10.2 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 2 .....	17
2.10.3 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 3A.....	18
2.10.4 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 3B.....	19
2.10.5 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 4 .....	19
2.10.6 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 5 .....	20
2.11 MCGILL, 2002 VE YORK, 2009 ORTAK KARAR BİLDİRGESİ....	20
2.12 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ(OVERDENTURE) UYGULAMALARINDA TUTUCULUK .....	21
2.13 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ(OVERDENTURE) UYGULAMALARINDA TUTUCU SİSTEMLER .....	21
2.14 İMPLANT DESTEKLİ OVERDENTURE UYGULAMALARINDA ESNEKLİKLERİNE GÖRE TUTUCU TÜRLERİ .....	22
2.15 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ (OVERDENTURE) PROTEZLERDE TUTUCU SİSTEMLERİN İMPLANTLARIN BİRBİRİNE BAĞLANMALARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI.....	23
2.15.1 Splintlenen Tutucu Sistemler .....	24
2.15.2 Splintlenmeyen Tutucu Sistemler .....	27
2.16 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZLERDE KULLANILACAK TUTUCU SİSTEMİN BELİRLENMESİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER .....	36

2.17 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZUYGULAMALARINDA, KULLANILAN TUTUCU SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI: .....	37
2.17.1 Uzun Vadeli Başarı Oranı .....	37
2.17.2 Kemik yapısında meydana gelen değişiklikler (marjinal kemik kaybı) ...	38
2.17.3 Yumuşak Doku Değişiklikleri:.....	38
2.17.4 Protez bakım gereksinimleri ve olası komplikasyonlar: .....	39
2.17.5 Tutuculuk ve retansiyon özellikleri.....	40
2.17.6 Stres Emilimi:.....	45
2.17.7 Hasta Memnuniyeti: .....	46
2.17.8 Maliyet Faktörleri.....	47
2.17.9 Çiğneme Fonksiyonunun Etkinliği.....	47
2.18 KULLANILAN TUTUCU SİSTEMLERİN, TUTUCULUK KUVVET DEĞERLERİNİN ÖLÇÜMÜ .....	47
2.19 KULLANILAN TUTUCU SİSTEMLERİN 3D YAZICILAR KULLANILARAK MODELLERE AKTARILMASI .....	48
<b>3 GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	50
3.1 İMPLANT ANALOGLARININ VE METAL KEPLERİN YERLEŞTİRİLDİĞİ, ALT ÇENEYİ VE PROTEZİ TAKLİT EDEN FOTOPOLİMER REZİN BLOKLARIN 3D YAZICI İLE TASARLANMASI VE HAZIRLANMASI .....	53
3.2 İMPLANT ANALOGLARININ HAZIRLANAN ÖRNEKLERE YERLEŞTİRİLMESİ, DAYANAKLARLA BİRLEŞTİRİLMESİ VE BELİRLENEN NEWTONLA TORKLANMASI.....	58
3.3 ABUTMENT VE MATRİKSLERİN BAĞLANMASI VE POLİMERİZE EDİLMESİ .....	59
3.4 BAŞLANGIÇ TUTUCULUK TESTİ YAPILAN PROTEZE TAKMA ÇIKARMA SİKLUS TESTLERİNİN UYGULANMASI VE TUTUCULUK TESTİ UYGULANMASI.....	63

3.5	TUTUCU SİSTEM PARÇALARIN ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM) ALTINDA İNCELENMESİ .....	65
3.6	VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE İSTATİSTİKSEL ANALİZ	68
<b>4</b>	<b>BULGULAR</b> .....	<b>69</b>
4.1	TUTUCULUK DEĞERİ İLE İLGİLİ BULGULAR .....	70
4.2	TUTUCULUK KUVVET DEĞERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞERLENDİRİLMESİ .....	72
4.3	GRUPLARIN TUTUCULUK KUVVET DEĞERLERİNE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI .....	77
4.4	GRUPLARIN TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM) GÖRÜNTÜLERİ .....	82
4.4.1	Lastik Tutucuların Elektron Mikroskobu Görüntüleri .....	82
4.4.2	Abutment Yüzeyinin Elektron Mikroskobu Görüntüleri.....	85
<b>5</b>	<b>TARTIŞMA</b> .....	<b>88</b>
<b>6</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>105</b>
	<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>106</b>

## TABLOLAR LİSTESİ

<b>Tablo 2.1</b> İmplant üstü protezlerde sınıflama .....	11
<b>Tablo 2.2</b> Locator tutucu sisteme ait naylon tutucuların yaklaşık tutuculuk kuvvet değerleri (O Geçkili et al., 2010). .....	31
<b>Tablo 3.1</b> Çalışmada kullanılan tutucu sistem ve özellikleri .....	51
<b>Tablo 3.2</b> Örneklerin gruplandırılması .....	51
<b>Tablo 4.1</b> Tanımlayıcı istatistik ve çarpıklık basıklık katsayıları .....	69
<b>Tablo 4.2</b> İmplantlar arası mesafeye ve açığa göre Newton (N) cinsinden tutuculuk değerleri (ortalama $\pm$ standart sapma) .....	70
<b>Tablo 4.3</b> İmplantlar arası mesafe ve açılarının zamana göre Newton cinsinden tutuculuk değerleri ve istatistiksel sonuçlar; t: Bağımsız Örneklem T testi ;* P değeri 0,05 düzeyinde anlamlıdır;F:Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi ;Aynı üst indis istatistiksel benzerliği göstermektedir.....	71
<b>Tablo 4.4</b> Mesafeden bağımsız olarak implantlar arası açılarının değerlendirildiği istatistiksel sonuçlar (N); p değeri 0,05 düzeyinde anlamlıdır;F:Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi ;Aynı üst indis istatistiksel benzerliği göstermektedir. ....	72
<b>Tablo 4.5</b> Açılardan bağımsız olarak implantlar arası mesafelerin değerlendirildiği istatistiksel sonuçlar (N); P değeri 0,05 düzeyinde anlamlıdır;F:Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi ;Aynı üst indis istatistiksel benzerliği göstermektedir. ....	73
<b>Tablo 4.6</b> Bağımlı değişkenlerin hata varyanslarına ilişkin Levene's Testi ve Box's M İstatistiği sonuçları .....	77
<b>Tablo 4.7</b> İmplantlar arası açı ve mesafeye göre implantların tutuculuk değerlerine ilişkin MANOVA sonuçları .....	78
<b>Tablo 4.8</b> İmplantların açısı ve aralarındaki mesafeye göre tutuculuk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	79

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 2.1</b> Misch'e göre implant yerleşim yerleri (Misch, 2005). .....	16
<b>Şekil 2.2</b> Alt çene ön bölgede, splintlenmeyen 2 implant uygulaması (Misch, 2005)...	17
<b>Şekil 2.3</b> Alt çene ön bölgede, splintlenen 2 implant uygulaması (Misch, 2005).....	17
<b>Şekil 2.4</b> Alt çene ön bölgede, A, C, E konumunda, splintlenen 3 implant uygulaması (Misch, 2005). .....	18
<b>Şekil 2.5</b> Alt çene ön bölgede, B, C, D konumunda, splintlenen 3 implant uygulaması (Misch, 2005). .....	19
<b>Şekil 2.6</b> Alt çene ön bölgede, A, B, D, E noktalarında, bar ile bağlanan 4 implant ve kantilever uygulaması (Misch, 2005).....	19
<b>Şekil 2.7</b> Alt çene ön bölgede, A, B, C, D, E konumunda, splintlenen 5 implant ve distal uzantı uygulaması (Misch, 2005).....	20
<b>Şekil 2.8</b> Locator core tool (Listing, 2023) .....	31
<b>Şekil 2.9</b> Düz ve açılı Locator tutucu sistemde dayanak ve naylon tutucuların tutuculuk kuvvet değerlerine göre renk kodları (Locator, 2023). .....	32
<b>Şekil 2.10</b> Locator R-Tx tutuculu sistem ve tolere edebildiği implantlar arası açığı (R-Tx, 2023). .....	33
<b>Şekil 2.11</b> Equator tutucu sistem (Gandhi et al., 2019). .....	34
<b>Şekil 2.12</b> CM-LOC (CM-LOC, 2020).....	34
<b>Şekil 2.13</b> Düz Novaloc dayanak ve matriksin tolere ettiği açığı (NOVALOC, 2020). ...	35
<b>Şekil 2.14</b> Novaloc tutucu parçasını taşıyan kep: titanyum-PEEK (NOVALOC, 2020). .....	36
<b>Şekil 3.1</b> Bilimplant Locator tutucu sistem boyutları .....	52
<b>Şekil 3.2</b> 3D yazıcı ve blokların oluşturulma görüntüsü.....	53
<b>Şekil 3.3</b> Rezin blokların boyutlarının bilgisayar yardımıyla tasarlanması .....	54
<b>Şekil 3.4</b> Analog tasarımı.....	54
<b>Şekil 3.5</b> 5° derece lingual eğimli analog tasarımı.....	55
<b>Şekil 3.6</b> 10° derece lingual eğimli analog tasarımı.....	55
<b>Şekil 3.7</b> İmplant analoglarının ve Locator tutucu sistemin yerleştirildiği, alt çeneyi ve protezi taklit eden akrilik kalıpların tasarımı .....	56
<b>Şekil 3.8</b> Tüm grupların bir tane örneğinin önizlemesi.....	56
<b>Şekil 3.9</b> Hazırlanmış implant analoglarının yerleştirildiği alt modeller ve protezi simüle eden üst modeller .....	57

Şekil 3.10 Hazırlanmış modellerin lingual açılanmaları izlenmekte .....	57
Şekil 3.11 Sırasıyla 0°, 5°,10° derece lingual eğimli yerleştirilen abutmentlar .....	58
Şekil 3.12 Locator abutmentlarının torklanması .....	59
Şekil 3.13 Teflon bant ile izolasyon.....	60
Şekil 3.14 Pudralı eldiven ile yüzeyin izolasyonu .....	60
Şekil 3.15 Dayanak ve matriksin birleştirilmesi .....	61
Şekil 3.16 Polimerizasyon tamamlanması sonra dayanak ve laboratuvar matriksleri bulunan metal kepler .....	61
Şekil 3.17 Çalışmada kullanılan 72 adet metal kep ve farklı renk kodlarında lastik tutucular .....	62
Şekil 3.18 (Sağ) Sırasıyla metal kep, şeffaf laboratuvar lastiği, Gri/yumuşak lastik, Yeşil/orta lastik, Mavi/sert lastik .....	62
Şekil 3.19 Tutuculuk testlerine hazır örnekler .....	63
Şekil 3.20 Universal test cihazı.....	64
Şekil 3.21 Taramalı Elektron Mikroskobu .....	65
Şekil 3.22 Plakaya sabitlenen metal kep ve kaplamasız yeşil lastik örnekler .....	66
Şekil 3.23 Plakaya sabitlenen örnekler .....	66
Şekil 3.24 Plakaya sabitlenen sputter kaplama ile altın kaplanmış lastik örnekler .....	67
Şekil 3.25 Sputter kaplama cihazı.....	67
Şekil 4.1 Başlangıç tutuculuk değerleri .....	74
Şekil 4.2 3.Ay tutuculuk değerleri .....	74
Şekil 4.3 6.Ay tutuculuk değerleri .....	75
Şekil 4.4 1 yıllık tutuculuk değerleri.....	75
Şekil 4.5 0,5 ve 10 derece lingual açılı implantlarda implantlar arası mesafe 12 mm iken zamana göre tutuculuk kuvvet değerleri .....	76
Şekil 4.6 0,5 ve 10 derece lingual açılı implantlarda implantlar arası mesafe 22 mm iken zamana göre tutuculuk kuvvet değerleri .....	76
Şekil 4.7 Tüm örnek grupların zamana göre tutuculuk değerleri.....	77
Şekil 4.8 0-12mm IA grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri... 82	
Şekil 4.9 0-22mm IIA grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri . 82	
Şekil 4.10 5-12mm IB grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri. 83	
Şekil 4.11 5-22mm IIB grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri .....	83

<b>Şekil 4.12</b> 10-12mm IC grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	84
<b>Şekil 4.13</b> 10-22mm IIC grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	84
<b>Şekil 4.14</b> 0-12mm IA grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	85
<b>Şekil 4.15</b> 0-22mm IIA grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	85
<b>Şekil 4.16</b> 5-12mm IB grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	86
<b>Şekil 4.17</b> 5-22mm IIB grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	86
<b>Şekil 4.18</b> 10-12mm IC grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	87
<b>Şekil 4.19</b> 10-22mm IIC grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri	87

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>A-P mesafe :</b>	Anterior-Posterior mesafe
<b>mm :</b>	Milimetre
<b>ERA :</b>	Ekstraradiküler Rezilyent Tutucu
<b>ZAAG :</b>	Zest Anchor Advanced Generation
<b>BSSPD :</b>	British Society for the Study of Prosthetic Dentistry (İngiliz Protetik Diş Hekimliği Çalışma Grubu)
<b>mm/dk :</b>	Milimetre/Dakika
<b>N :</b>	Newton
<b>PAEK :</b>	Poli Aril Eter Keton
<b>PEEK :</b>	Poli Eter Eter Keton
<b>PEKK :</b>	Poli Eter Keton Keton
<b>SEM :</b>	Scanning Electron Microscope (Yüzey Tarama Elektron Mikroskobu)
<b>POM :</b>	Polioksimetilen
<b>3D :</b>	Three-Dimensional (3 Boyut)
<b>SLA :</b>	Stereolitografi
<b>CAD/CAM :</b>	Computer-Aided Design/Computer- Aided Manufacture(Bilgisayar Yardımıyla Tasarım/Bilgisayar Yardımıyla Üretim)
<b>µm :</b>	Mikrometre
<b>mA :</b>	Miliamper
<b>Pa :</b>	Pascal
<b>MPa :</b>	Megapascal

# 1 GİRİŞ

Modern diş hekimliği, implant destekli protez uygulamalarıyla dişsiz hastaların yaşam kalitesini artırmak, fonksiyonel yeteneklerini geri kazandırmak ve estetik açıdan tatmin edici sonuçlar elde etmek adına önemli adımlar atmaktadır. Özellikle mandibular overdenture protezler, iki implantın kullanımıyla sağlanan destek sayesinde daha stabil ve fonksiyonel bir çözüm sunmaktadır. Ancak, bu protezlerin tutuculuk özellikleri, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Bu bağlamda, implantlar arasındaki mesafe ve açının mandibular overdenture protezlerin tutuculuğuna etkisi üzerine odaklanan bu tez çalışması, hem klinik hem de laboratuvar perspektifinden bu önemli konuyu ele almaktadır. İki implantın arasındaki uzaklık ve açının, protezin retentif gücü üzerindeki potansiyel etkileri, hem hasta memnuniyeti hem de tedavi başarısı açısından kritik öneme sahiptir.

Çalışmanın temel amacı, farklı implantlar arası mesafeler ve farklı implant açılarının, mandibular overdenture protezlerin tutuculuk kuvvetleri üzerindeki etkilerini sistemli bir şekilde değerlendirmektir. Bu değerlendirme, laboratuvar testleri üzerinden gerçekleştirilecek ve elde edilen bulgular, klinik pratiğe önemli katkılar sağlamak üzere çözümler sunacaktır.

Çalışmanın sıfır hipotezi, implantların sagittal düzlemlerle yaptığı açıların ve implantlar arası mesafenin, iki implantla desteklenen mandibular overdenture protezlerin tutuculuk özelliklerini anlamlı bir şekilde etki etmeyeceğini öngörmektedir.

Bu kapsamlı tez çalışması, implant destekli protez uygulamalarında daha etkili ve kişiye özel tedavilerin geliştirilmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Elde edilen bulgular, diş hekimliği alanında bu alandaki klinik uygulamalara rehberlik edecek ve gelecekteki araştırmalara ilham kaynağı olacaktır.

## 2 GENEL BİLGİLER

Dişsizlik, yaşlı popülasyonda önemli olan ve yaygınlığı gün geçtikçe devam eden zayıflatıcı bir durumdur. 65 yaş ve üzeri yaş gruplarında sıklıkla görülen bir durum olmasına rağmen, daha önce normal yaşlanmanın doğal bir sonucu olarak kabul edilen tam dişsizlik durumu artık geri dönüşü olmayan bir durum olarak adlandırılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü Global Ağız Sağlığı verilerine göre, diş kaybına yol açabilen risk faktörleri arasında travma, ağız kanserleri ve pulpal patolojiler yer alsa da, çürük ve şiddetli periodontal hastalıklar, dişsizliğin temel nedenleri olarak rapor edilmektedir (Petersen & Yamamoto, 2005).

Çeşitli nedenlere bağlı olarak tüm doğal dişlerin kaybı, bireylerin ağız fonksiyonları, psikososyal durumları ve yaşam kaliteleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (McGuckin et al., 2009). Tamamen dişsiz bireylerde, çiğneme fonksiyonunun bozulmasının bir sonucu olarak diyet alışkanlıkları değişebilir, bu da bireyin genel sağlık durumunu etkileyebilir (Lee et al., 2004).

Dişler kaybedildikten sonra, zaman içinde destek kemiğinin genişliği ve yüksekliği azalır. Bu kemik kaybına bağlı olarak, diş etlerinde çekilmeler meydana gelebilir ve bu da yumuşak dokuda keratinize olmayan dişeti kaybına yol açabilir. Ayrıca, dil hacimsel olarak büyüyebilir ve bu anatomik değişiklikler sonucunda bir dizi estetik problem oluşabilir (Misch, 2005).

Diş hekimliğinin temel hedefi, hastanın ağız bölgesinde normal konturları, fonksiyonları, konuşma yeteneği, estetiği ve genel ağız sağlığını yeniden oluşturmaktır. Ancak, kaybedilen diş sayısı arttıkça bu hedefe ulaşmak daha da zor bir hal alabilir. Mevcut araştırmalar, geliştirilen tanı araçları, doğru tedavi planlaması, implant tasarımı, materyalleri ve üretim teknikleri sayesinde birçok zorlu vakanın başarılı bir şekilde rehabilite edilebildiğini göstermektedir (Misch, 2005; SOLMAZGÜL & DOĞAN, 2020).

### 2.1 TÜM DİŞLERİ EKSİK OLAN HASTALAR İÇİN PROTETİK TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Tamamen dişsiz hastalar için uygulanan protetik tedavinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri, belirlenen kurallara uygun yapılmasıdır. Jones ve ark.

(Jones et al., 2003)yaptıkları bir çalışma, tam dişsiz hastaların yaşam kalitesinin diğer hastalara göre daha düşük olduğunu ancak uygulanan protetik tedavilerle birlikte daha iyi estetik bir görünüme, sosyal ve fonksiyonel konfora ulaştıklarını göstermektedir. Hatta bu tedavilerin uyku düzeni, konuşma yeteneği ve sosyal ilişkileri olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir.

Tamamen dişsiz hastalara yönelik konvansiyonel tedavi, üst ve alt çeneye tam protez uygulanmasıdır (Doundoulakis et al., 2003). Yaşlı hastalarda tam protez uygulaması, alveol kret atrofisi, ağız kuruluğu, esnekliğini ve mekanik dayanıklılığını kaybetmiş mukoza, azalmış motor kontrol yeteneği ve düşük adaptasyon gibi nedenlerle zorlu bir süreçtir (Batenburg et al., 1998; Müller & Schimmel, 2010). Alt çene tam protez kullanan hastaların yarısından fazlasının, protezin retansiyonu ve stabilitesini ile ilgili sorunlar yaşadığı bildirilmektedir (Burns, 2015; Thomason et al., 2012). Bu durum, alt çene kemiğinin şekil ve yüksekliği ile alveolar kemiğin rezorpsiyonu arasında sıkı bir ilişki bulunmasından kaynaklanmaktadır (Thomason et al., 2012).

Hastalar genellikle tam protezlerin sağladığı tutuculuktan memnuniyetsizliklerini dile getirirler. Tam dişsiz hastalar için implant üstü overdenture protezler, daha iyi tutuculuk ve stabilize, daha iyi fonksiyonel performans ve kabul edilebilir bir rahatlık sunmaktadır. Bu nedenle, özellikle alt çenede iki adet implant üzerine overdenture protez uygulanması önerilmektedir (Beikler & Flemmig, 2015; Carlsson et al., 2004; Feine, Carlsson, & Awad, 2002; Naert, Alsaadi, & Quirynen, 2004). Alt çenede iki veya daha fazla implantın kullanıldığı tam protezlerde, protezin daha iyi retansiyon ve stabilizasyon sağladığı bilinmektedir.

Yapılan kontrollü çalışmalara istinaden Kanada'nın Montreal şehrinde 2002 yılında düzenlenen bir bilimsel toplantıda, katılımcılar arasında ortak bir görüş birliğine varılmıştır. Bu karara göre, tam dişsiz hastalara iki adet kemik içi implantla desteklenen alt çene tam protezinin birincil tedavi seçeneği olarak sunulması, küresel olarak McGill Beyanı olarak bilinir (Feine, Carlsson, et al., 2002a).

Tamamen dişsiz hastalar için mevcut tedavi seçenekleri şunlardır: geleneksel tam protezler, implant destekli sabit protezler, implant tutuculu ve dokuya dayalı sabit protezler, implant tutuculu ve implant destekli sabit protezler, anterior yerleştirilen

implant destekli protezlere bağlanan hareketli distal uzantılı mandibular protezler ve akrilik dişlerden yapılan sabit protezler. (Hibrit protezler) (Jivraj et al., 2006).

## 2.2 GELENEKSEL TAM PROTEZLER

Protez terimleri sözlüğüne göre, üst çene veya alt çene ile ilişkilendirilen ve tüm diş arkını kapsayan hareketli protez uygulamalarına "tam protez" adı verilmektedir (Ferro et al., 2017).

Tam dişsizliğin oluşmasında önemli etiyolojik faktörler;

-Koruyucu tedavi yöntemlerinin uygulanamaması,

-Diş ve kök yüzey çürükleri,

-Periodontal hastalıklar,

-Yetersiz ağız hijyeni,

-Sigara kullanımı ve sistemik hastalıklar,

-Sosyo kültürel seviyenin düşük olması sayılabilir (Batista et al., 2014; Tapias Perdigon et al., 2019).

Tam dişsiz hastalarda uygulanan tam protezlerde, alt çenede hasta memnuniyetinin oldukça düşük olduğu bilinmektedir (Doundoulakis et al., 2003). Bunun nedeni alveoler kret rezorpsiyonudur. Mandibulada alveol kemiğin hacimsel azalması maksillaya göre 4 kat daha fazla olmaktadır (Tallgren, 2003). Rezorpsiyon ileri bir aşamaya ulaştığında, negatif kret oluşur ve bu durum protezin tutuculuk kapasitesinde azalmaya neden olabilir (Çalikkocaoğlu, 2010; ÖZCAN et al., 2012). Tutuculuk (retansiyon), protetik diş hekimliği terimlerinde, protezin giriş yoluna karşı uygulanan dikey kuvvetlere karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Konvansiyonel tam protez uygulamalarında, protezin stabilitesini olumsuz etkileyen temel faktör, diş kaybının ardından sert ve yumuşak dokularda meydana gelen anatomik değişikliklerdir (Thomason et al., 2012).

Stabilite, protezin, fonksiyonel kuvvetlere karşı direnç göstererek yer değiştirmesini engelleyebilme yeteneğidir. Kretlerde aşırı rezorpsiyon meydana geldiğinde, kretler arasındaki mesafe artar. Bu durum hem estetik sorunlara yol açabilir

hem de protezin ağırlığını artırarak stabiliteyi olumsuz etkileyebilir (Batenburg et al., 1998).

Tam dişsiz bireylerde uzun dönem protez kullanılmaması durumunda dil kaslarının tonusunu kaybetmesi ile beraber dilde büyüme gözlemlendiği bildirilmiştir (Tedavisi, 2010). Bireylerde yaşlanma ile beraber tat alma tomurcukları atrofiye uğrayabilmektedir (Engelmeier, 1996).

Tam protez hastaları, özellikle çiğneme sırasında ağrı hissedebilirler. Bu durumun nedeni, tamamen dişsiz kretlerin zamanla rezorbe olmasından kaynaklanır. Bu durumda, kas bağlantıları kretin üst kısmına yaklaşır, kaslar kasıldıkça protez fonksiyon sırasında hareket eder ve daha fazla yumuşak doku irritasyonuna neden olur. Ayrıca, kemik rezorpsiyonuyla birlikte, keratinize dişeti de zamanla azalır ve hasta protez baskısına daha hassas hale gelir (Misch, 2005).

Diş kaybıyla beraber kasların zamanla fonksiyonel yetersizliği bireylerin beslenme alışkanlıklarının değişip, daha yumuşak besinleri tercih etmesine yol açar (Hutton et al., 2002). Yapılan çalışmalar tam dişsizlik ile sonuçlanan diş kayıplarının bireylerin beslenme ve diyet tipini olumsuz yönde etkileyebileceğini bildirmektedir (Allen & McMillan, 2003; Tsakos et al., 2010).

### **2.2.1 Geleneksel Tam Protezlerin Avantajları**

Geleneksel tam protezler hastalara bazı avantajlar sunabilmektedir.

1. Daha ekonomiktir: Geleneksel tam protezler, implant destekli protezlere kıyasla genellikle daha ekonomiktir (Carlsson & Omar, 2010; Owen, 2004).
2. Genellikle cerrahi girişim ihtiyacı yoktur: İmplant destekli overdenture uygulamalarının aksine geleneksel tam protezlerde genellikle cerrahi bir işlem gerekli değildir. Hastaların implant tedavilerini en yaygın reddetme nedeni, cerrahi risklerle ilgili endişeleridir (Walton & MacEntee, 2005).
3. Cerrahi ve protetik açıdan daha basit ve daha kısa sürede uygulanabilir: İmplant tedavisi genellikle birkaç aşamalı bir süreçtir, ancak geleneksel protezler daha kısa sürede tamamlanabilir (Carlsson & Omar, 2010).

4. Tamir ve bakımı daha kolaydır: İmplant destekli protezlerde implant temizliği ve bakımıyla ilgili ek özen gerekebilir. Overdenture protezlerin tamir işlemleri daha karmaşık olabilmektedir.

### 2.2.2 Geleneksel Tam Protezlerin Dezavantajları

Maksiller tam protez kullanan kişiler, fonksiyon, fonasyon ve estetik açısından genellikle tatmin edici bir memnuniyet seviyesine sahiplerdir. Bununla birlikte, mandibular tam protez kullanan bireylerin memnuniyet düzeyi genellikle daha azdır (Redford et al., 1996; Thalji et al., 2016).

Mandibular tam protezlerin zayıf tutuculuğu ve kullanım sırasında hareket etmesi, yüz görünümünde değişikliklere, konuşma güçlüklerine ve sosyal hayattan uzaklaşma gibi sorunlara neden olarak protez kullanan bireylerin memnuniyetini olumsuz etkileyebilir (Nickenig et al., 2008). Şimdiye kadar yapılan uzun yıllar süren çalışmalar ve öneriler, bu soruna kesin bir çözüm sunamamıştır.

Özellikle alt çenede, tam protezlerin dezavantajları şu şekildedir:

1. Stabilite eksikliği: Protez dengesinin yetersiz olması.
2. Tutuculuk veya retansiyon eksikliği: Protezin yerinde iyi tutunamaması.
3. Kemik kaybının süregelmesi: Alt çene kemiğindeki kaybın devam etmesi sonucunda protezin uyumunun etkilenmesi.
4. Çiğneme fonksiyonundaki bozukluklar: Protez kullanımı sırasında çiğneme işlevinde sorunlar yaşanması.
5. Sosyal sorunlar: Tam protez kullanımının hastanın sosyal ilişkilerini ve özgüvenini etkilemesi.
6. Hasta talepleri: Bazı hastaların protezlerinin sık sık yeniden yapılmasını istemesi.
7. Detaylı bir işçilik gereksinimi: Protezin doğru şekilde yapılabilmesinin titiz bir çalışma gerektirmesi (Doundoulakis et al., 2003; Redford et al., 1996; Thalji et al., 2016).

Tam protezlerin dezavantajlarını azaltmak ve kemik kaybını önlemek için şunlar yapılabilir:

1. Tüm dişlerin gereksiz yere çekilmesini engellemek: Dişlerin sağlıklı olduğu durumlarda korunması ve sadece gerektiğinde çekilmesi önemlidir.

2. Uygun vakalarda overdenture kullanımı: İlgili vakalarda, birkaç diş koruyarak overdenture kullanmak daha iyi bir seçenek olabilir.

3. İmplant destekli protezlerin tercih edilmesi: İmplantlar, protezin daha sağlam bir şekilde sabitlenmesini sağlayabilir ve kemik kaybını azaltabilir.

4. Beslenme alışkanlıklarının ve genel sağlık durumunun düzeltilmesi: Sağlıklı bir diyet ve iyi bir genel sağlık durumu, protezlerin daha iyi bir şekilde tolere edilmesini sağlayabilir.

5. Hastaların protez kullanım alışkanlıklarının düzenlenmesi: Hastaların protezlerini düzenli olarak temizlemesi ve bakımını yapması önemlidir.

Bu önlemler, tam protez kullanan hastalara daha iyi bir yaşam kalitesi sağlamaktadır ve kemik kaybını azaltmaktadır (Carlsson, 2014).

## 2.3 İMPLANT DESTEKLİ PROTEZ UYGULAMALARI

### 2.3.1 Dental İmplant Tanımı Ve Tarihçesi

"İmplant" kelimesi, Latince kökenli olup "in" (içerisine, içinde) ve "planto" (ekme, dikme, yerleştirme, gömme) kelimelerinin birleşmesiyle türetilmiştir. Bir fonksiyon elde etmek amacıyla uygun bir yere yerleştirilen, organik veya inorganik bir cisim olarak tanımlanır (Granat, 1990). Protez Terimleri Sözlüğüne göre dental implantlar; sabit veya hareketli protezlerde tutuculuğun ve stabilitenin sağlanabilmesi için mukozanın ve/veya periostun altına, alveol kemik üzerine veya içine yerleştirilen alloplastik özellikte materyal/materyaller olarak tanımlanmaktadır (Prosthodontics, 2005).

Estetiğin ve fonksiyonun yeniden elde edilmesi gereksinimi, tarih boyunca bilimle ilgilenen insanların dikkatini her zaman çekmiştir. Ring, antik dönemlerde, maksilla ve mandibulada destek yapı olarak ahşap, taş ve hatta hayvan dişlerinin kullanıldığını belirtmiştir (Ring, 1995).

Dental implantların tarihsel gelişimine bakıldığında, geçmiş yüzyıllarda odak noktasının genellikle transplantasyon ve reimplantasyon işlemleri üzerinde olduğu

görülmektedir. Ancak bu tür işlemlerin başarısızlıkları, implantasyon yaklaşımlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Oral implantoloji tarihinde ilk belgelenmiş çalışma, 1809'da Jourdan ve Magiollo tarafından gerçekleştirilmiş, çekim sonrası hemen yerleştirilen altın implant, 14 gün bekleme süresinden sonra yükleme işlemine tabi tutulmuştur (Abraham, 2014).

20.yüzyılın başlarında, Greenfield tarafından iridyum-platin alaşımından üretilmiş ve kafes şeklinde tasarlanmış bir implant geliştirilmiş ve patenti alınmıştır. Bu, alloplastik implantların döneminin başlangıcını işaret etmiştir (Ruggiero et al., 2004).

İlk ağız içi implant, 1965 yılında Per-Ingvar Branemark tarafından başarıyla uygulanmıştır. Bu implantların ilk 5 yıllık klinik başarı oranı yaklaşık %50 seviyelerindedir. İlerleyen yıllarda, implant tasarımları çeşitlenmiş ve protetik teknikler ile implantların cerrahi ve iyileşme süreleri kısaltılmıştır (Albrektsson & Wennerberg, 2005).

Branemark ve ark. (Branemark, 1985; Brånemark et al., 1969) yaptıkları canlı hayvan deneylerinde, titanyum vidaların implant materyali olarak kullanılmasının, dişetlerinde herhangi bir olumsuz reaksiyona yol açmadığı ve ayrıca kemik dokusuyla tamamen bütünleştiği bulunmuştur. Bu deneyler, canlı osteointegrasyonun temellerini atmıştır.

Dental implantoloji son derece hızlı bir şekilde ilerlemiş ve osteointegrasyonun klinik uygulamadan deneysel kullanıma kadar yaygınlaştığı bir döneme girmiştir. Günümüzde implant tedavisi, dünya genelinde kabul gören ve güvenilir bir tedavi seçeneği olarak tanınmaktadır (Misch, 2004).

### **2.3.2 İmplantların Sınıflandırılması**

Dental implantlar, farklı kriterlere göre sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırmalar kemikle olan ilişkilerine, geometrik şekillerine ve yüzey özelliklerine dayalı olarak yapılabilir.

#### **2.3.2.1 Kemik İle İlişkisine Göre Dental İmplantlar**

Dental implantlar kemik ile olan ilişkisine göre;

-Endosteal implant (kemiğin içinde)

-Subperiostal implant (kemiğin üzerinde)

-Transosteal implant (kemik boyunca) olmak üzere alt gruplara ayrılırlar (Kawasaki et al., 2001).

#### 2.3.2.1.1 Endosteal İmplant

Endosteal implantlar, dişsiz alveol kemiği içinde özel açılar oluşturularak yerleştirilen implantlardır. Bu implantlar, kemik içinde entegre olan ana bir parça ve protetik bağlantıyı sağlayan abutment olarak adlandırılan tutucu parçadan oluşur. Sıklıkla tercih edilen yöntemlerden biridir (Kawasaki et al., 2001; Misch, 2005).

#### 2.3.2.1.2 Subperiostal İmplant

Kişiye özel olarak tasarlanan implantlar, alveol kemiğinin üzerine ve periostun altına yerleştirilir. Bu implantlar, kemik dokusunu saran bir şekilde tasarlanır (Kawasaki et al., 2001).

#### 2.3.2.1.3 Transosteal İmplant

Metal plaka ve transosteal pinler veya postlar kullanılarak mandibulanın iç kenarına yerleştirilen hacimli bir implant türüdür. Bu implant türü, başarısızlık durumunda çevre dokulara büyük zararlar verebilir ve çıkarılması oldukça zor olabilir (Legeros & Craig, 1993). Zor bir cerrahi teknik istediği için kullanımları yaygın değildir.

### 2.3.2.2 Geometrik Şekillerine Göre Dental İmplantlar

Geometrik şekillerine göre dental implantlar,

-Blade implantlar

-Kök formunda implantlar

-Transmandibular implantlar olmak üzere 3 grup altında incelenebilir.

#### 2.3.2.2.1 Blade İmplantlar

Alveol kretinin serbest sonlandığı ve kretin ince olmasından dolayı silindirik implantların uygulanmadığı vakalarda tercih edilmiştir. Ancak bu implantların uzun dönem takibinde, implant çevresi alveol kretlerinde hızlı rezorpsiyon görülmesi ve yumuşak dokuda problemler ile karşılaşılması nedeni ile düşük başarı oranları görülmüştür (Smith & Zarb, 1989). Günümüzde aktif olarak uygulaması neredeyse hiç

bulunmayan bu implantların, ileri derecede kemik atrofisi bulunan vakalarda nadiren kullanılabilirdiği bilinmektedir (Dal Carlo et al., 2019).

#### 2.3.2.2.2 Kök Formunda İmplantlar

Silindirik kök formundaki implantların farklı yüzey özellikleri ile alveol kemiği ile osseointegre olmaları sağlanır. Alveol kemiğinin içine uygulanan bu tip implantlarda, implant yüzeyi, kemik ile bağlantının sağlanması için, titanyum plazma sprey veya hidroksilapatit ile kaplıdır (Misch, 2005).

Vida tipi kök formuna sahip implantlar ise günümüzde oldukça sık kullanılmaktadır. Bu implantlar, kemik içerisine özel enstrümanlar ile açılan yuvalara yerleştirilirler. Mekanik olarak stabilizasyonu sağlayan vida yivlerine doğru, kemik tarafından hücrel faaliyetler olmaktadır. Bu sayede daha iyi primer stabilizasyon sağlandığı düşünülmektedir (Siegele & Soltesz, 1989).

#### 2.3.2.2.3 Transmandibular İmplantlar

Mandibulada ileri derecede atrofi olan vakalarda (kemik yüksekliği 12 mm'den daha az olan) submental bölgeye ekstraoral yaklaşım ile implantlar yerleştirilebilir. İmplantlar alveol krete giriş yapılan kortikal noktadan ve mandibulanın bazal tabakasından destek alırlar. Cerrahi tekniğinin zor olmasından dolayı bu implant sistemi sık kullanılmamaktadır (Stellingsma et al., 2004).

#### 2.3.2.3 *Kullanılan Materyale Göre İmplantlar*

Gelişen teknoloji ile bugün farklı materyallerden üretilen, farklı yüzey özelliğine sahip, farklı boyut ve çeşitli tasarımlarda binlerce implant markası mevcuttur (Jokstad et al., 2003).

İmplantların malzeme bileşenleri, kimyasal yapısına göre (metaller, polimerler, seramikler) veya biyolojik aktivitelerine göre (biyoinert, biyoaktif, biyotolerant) sınıflandırılabilir (Sykaras et al., 2000).

#### 2.3.2.3.1 Kimyasal Yapısına Göre İmplantlar:

Kimyasal özelliklerine bağlı olarak, implant malzemeleri şu gruplara ayrılabilir:

- Metaller
- Seramikler

- Polimerler

#### 2.3.2.3.2 Biyolojik Aktivitesine Göre İmplantlar:

- **Biyotolere:** Biyotoleranslı materyaller, canlı dokulara implantasyonu sonucunda, çevresinde kapsül şeklinde fibröz bir tabaka oluşturan materyallerdir.
- **Biyoinert:** Biyoinert materyaller, kemikle yakın temas kurabilen yüzeye sahip olup, temas osteogenezine izin veren materyallerdir.
- **Biyoaktif:** Biyoaktif materyaller, yeni kemik oluşumunu teşvik eden ve ayrıca temas ettiği doku ile iyon alışverişi gerçekleştiren materyallerdir. Bu etkileşim kimyasal bir bağ oluşturur ve bu bağ kemik oluşumunu destekler (Sykaras et al., 2000).

## 2.4 İMPLANT DESTEKLİ SABİT VE HAREKETLİ PROTEZLERİN SINIFLANDIRILMASI VE KARŞILAŞTIRILMASI

İmplant destekli protezler, sabit ve hareketli olmak üzere ikiye ayrılır. Sınıflandırma Tablo 2.1 de görülmektedir (Misch & Kutay, 2009).

**Tablo 2.1** İmplant üstü protezlerde sınıflama

Tür	Tanım
SP-1	Sabit Protez; sadece kronu restore eder, doğal diş gibi görünür.
SP-2	Sabit Protez; kronun ve kökün bir kısmını restore eder, kronun konturları okluzal yarıda normaldir ancak gingival yarıda uzatılmış ya da aşırı konturlanmıştır.
SP-3	Sabit Protez; eksik kronu, dişetini ve dişsiz bölgenin bir kısmını restore eder.
HP-4	Hareketli Protez; sadece implant destekli implant üzeri protezlerdir.
HP-5	Hareketli Protez; implant ve yumuşak doku desteklidir.

Tedavi seçenekleri karşılaştırıldığında, maliyet olarak, en ucuz alternatifi geleneksel tam protezler oluştururken, ikinci sırada implant destekli hareketli protezler bulunmaktadır. İmplant destekli hareketli protezler, tam protezlere göre birçok avantaj sunar. Bunlar arasında daha iyi denge sağlama, alveolar kemiğin ve periodontal bağların nörolojik iletimin korunmasına katkı sağlama, protez hareketliliğini azaltma ve daha etkili çığneme imkanı bulunmaktadır. Tutuculuğun sağlanmasının zor olduğu ve rezorpsiyonun fazla olduğu vakalarda implant üstü overdenture protezler alternatif olarak düşünülmelidir (Attard & Zarb, 2005; Doundoulakis et al., 2003; Timmerman et al., 2004).

İmplant destekli hareketli protezler ,sabit protezlere kıyasla, hastalar tarafından istenildiğinde çıkarılabilen, dokularla desteklenen tasarımlar yapılabilen, yumuşak ve sert dokuların bakımı ve hijyeni daha kolay sağlanabilen protezlerdir.

İmplant destekli sabit protezler ise, tedavi sürecinde retansiyonu ve stabiliteyi artırır. Ayrıca çiğneme, konuşma ve yutma becerilerini geliştirir, hastanın konforunu artırır ve memnuniyetini yükseltir (Caetano et al., 2013; Prithviraj et al., 2014). Ancak, implant destekli sabit protezlerde hastalar protezi çıkaramazlar ve sadece implant destekli tasarımla kaybedilen yumuşak ve sert dokunun yeniden kazanılması zor olabilir. Hijyen sağlamak, hareketli protezlere göre daha zorlu bir süreç gerektirebilir ve sabit implant destekli protez uygulamalarının maliyeti genellikle daha yüksektir (Carlsson, 2014).

Tam dişsiz çenelerde implant destekli protetik tedavi planlanmasında; çene ilişkileri, arklar arası mesafe, karşıt arktaki diş veya restorasyonlar göz önünde bulundurularak sabit veya hareketli protez yapımına karar verilmelidir (DeBoer, 1993). Hastanın sosyo ekonomik düzeyi de tedavi seçimini etkilemektedir (Beumer III et al., 1993; DeBoer, 1993).

## **2.5 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ (OVERDENTURE)**

Tam dişsizlik durumlarının rutin tedavisi hareketli tam protezlerdir, fakat somatik ve psikolojik olarak, hastaların tam proteze alışması zorlu bir süreçtir. Geleneksel tam protez kullanan hastalarda sıklıkla görülen çiğneme problemleri ve buna bağlı oluşan şikayetler, dental implant uygulamaları ile giderilmeye çalışılarak, hastaların yaşam konforunda iyileşme sağlanmaktadır (ETTINGER, 1973).

Alt çenenin fonksiyonu sırasında mylohyoid, mentalis, buccinator kasların kasılması, hareketli protezin tutuculuğunun bozulmasına ve protezin dokulardan uzaklaşmasına neden olur. İmplant destekli hareketli protez kullanan hastalar bu durumla çok sık karşılaşmazlar (Misch, 2005).

İmplant destekli hareketli (overdenture) protezlerin, konvansiyonel tam protezlere göre yumuşak dokularda daha az yer kaplaması, hastalar için protez kullanmayı kolaylaştırır. Özellikle bu durum torus ve ekzositozu olan hastalar için daha önemlidir. Bunlara ek olarak geleneksel tam protezlerde labial ve bukkal kenarlar yüz konturlarını fazla destekleyerek overkontura sebep olabilir, implant destekli hareketli protezlerde bu

uygulamalara çok fazla ihtiyaç duyulmaz (Misch, 2005). Alt çenenin üst çeneye göre kemik kalitesi ve yoğunluğunun iyi olması, implant destekli hareketli protezlerde alt çenenin başarı oranını yükseltmektedir (Simons & Campbell, 1993).

İmplant destekli hareketli protezlerin bir üstünlüğü de bu hastaların lifli gıdalar tüketebilmeleridir ve bu da hastanın genel sağlık durumunu olumlu etkilemektedir (Quirynen et al., 2005).

İki implant destekli overdenture protezler tam dişsiz hastalarda implant destekli tedavinin tek şartı olmasa da, kullanım rahatlığı, hasta konforu, klinikte harcanılan süre ve maliyet ile birlikte değerlendirildiğinde, birçok hekim açısından başarılı sayılacak tedavi seçenekleri arasında yer almaktadır (Thomason, 2010). Birçok çalışma sonucunda, implant destekli overdenture uygulamalarının, yüksek başarı oranları ile tam dişsiz hastalar için, en etkili tedavi seçeneği olduğu kanıtlanmıştır (Cune et al., 2010; Naert, Alsaadi, van Steenberghe, et al., 2004). İmplant destekli hareketli protezler; tasarımı ve kolay uygulanması ile, ekonomik ve başarılı tedavi seçeneği olarak kısa sürede birçok ülkede popülerlik kazanmıştır. (Feine & Carlsson, 2003).

## **2.6 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ (OVERDENTURE) ENDİKASYONLARI**

İmplant destekli overdenture protezlerin bir çok endikasyonu vardır:

- Yaşa bağlı artan diş kayıpları sonrası,
- Diş kaybının psikolojik etkileri ve yaşlanan nüfusun ihtiyaçları,
- Geleneksel tam protezler için kemik desteğinin yetersizliği,
- Mukoza reziliensinin akrilik kaide kullanımına karşı toleransının düşük olması,
- Retansiyon ve stabiliteyi olumsuz etkileyecek parafonksiyonel alışkanlıklar,
- Hareketli protez kullanabilmek için psikolojik yetersizlik durumu,
- Bireylerin geleneksel tam protezlere göre daha fazla konfor, retansiyon ve stabilite beklentisinin bulunması,

- Tedavi gerektiren konjenital veya sonradan oluşmuş oral maksillofasiyal defekt bulunması,

- Yüksek protetik beklenti (Federick & Caputo, 1996; Mericske-Stern, 1998; Rigdon, 1996; Shafie, 2013; Unsal et al., 2019).

## 2.7 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZLERİN AVANTAJLARI

İmplant uygulamaları, tam dişsiz ya da kısmi dişsiz hastalarda, %90 oranında başarıya sahip tedavi yöntemidir (de la Rosa Castolo et al., 2019). İmplant tedavisinin amacı, hastanın beklentilerini ve anatomik gereksinimlerini karşılayabilen, öngörülebilir ve ekonomik tedavi seçenekleri sağlamaktır (Misch & Kutay, 2009). İmplant destekli protezler, hastanın kaybettiği fonksiyon, fonasyon ve estetik gibi beklentilerini karşılayabilmektedir.

İmplant destekli protezler, geleneksel tam protezlere göre birçok avantaja sahiptir:

- Alveolar kemiğin korunması,
- Vertikal ilişkinin korunması,
- Yüz estetiğinin korunması ,
- Estetik iyileşme sağlanması,
- Konuşmanın düzeltilmesi,
- Okluzyonun düzeltilmesi,
- Oral proprioepsiyonun yeniden sağlanması,
- Protez başarısının artması,
- Çiğneme performansının iyileştirilmesi ve çiğneme kasları ile yüz ifadesinin korunması,
- Protezin hacminin azalması (damak ve uzantıların elimine edilmesi),
- Hareketli protezlerde tutuculuk ve stabilitenin iyileştirilmesi,
- Protezlerin kullanım ömrünün uzaması,

- Komşu dişlerdeki değişiklik ihtiyacının ortadan kaldırılması,
- Daha kalıcı restorasyon elde edilmesi,
- Psikolojik sağlığın iyileştirilmesi (Att & Stappert, 2003; Bernstein, 1994; Doundoulakis et al., 2003; Misch, 2005; Reddy et al., 2002; Williams et al., 2001).

## **2.8 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZLERİN DEZAVANTAJLARI**

İmplant destekli hareketli protezlerin dezavantajlarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz;

- Hastalar, çoğunlukla takılıp/çıkarılan bir protez istemezler. Bu sebeple, hemen hemen her zaman hastanın psikolojik gereksinimlerini karşılayamama dezavantajına sahiptir.
- Abutment yüksekliği ve akrilik kaide kalınlığı için yeterli mesafeye ihtiyaç vardır. Mesafe bulunmadığı zamanlarda dezavantaj oluşturmaktadır.
- Protezin sürekli takıp çıkarılması ve ısırma kuvvetlerine maruz kalması sonucunda zamanla tutucu sistemler aşınır ve yenilenmesi gerekir.
- Posteriorda kemik rezorpsiyonun devam etmesi dezavantaj oluşturur.
- Geleneksel tam protezlere benzer şekilde, protez altında ve ataşmanlar çevresinde gıda birikimi olabilir.
- Bakımı uzun zaman alıp, zamanla astarlanmaya ihtiyaç duyulabilir (Fontijn-Tekamp et al., 1998; Geertman et al., 1999; Misch, 2005).

## **2.9 ÜST ÇENE İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ İÇİN TEDAVİ SEÇENEKLERİ**

Alt çenede, implant üzeri hareketli protez tedavi seçeneği 5 adet iken, üst çenede sadece 2 tedavi seçeneği bulunmaktadır. Bu durum, üst çenenin biyomekanik zorluklara sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Üst çenenin kemik yapısı, daha süngerimsi olması nedeniyle bağımsız implantlar tedavi seçeneği olarak düşünülmez. Kemik kalitesi ve

kuvvet yönü göz önüne alındığında, kanatlı barlı hareketli protezler üst çene için tercih edilmemelidir. (Misch, 2005).

### 2.9.1 Üst Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 1

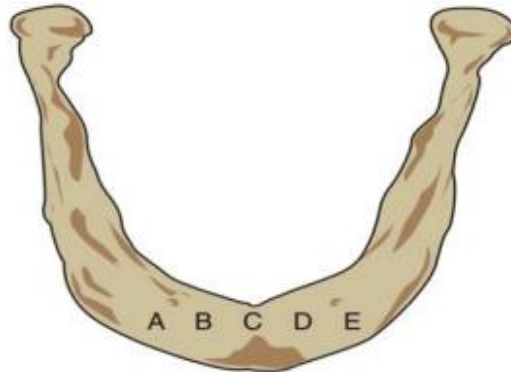
Üst çenenin tamamen dişsiz olduğu durumlarda ilk tedavi seçeneği, en az üç implantın premaksillada konumlandırılmasıdır, toplamda ise 4 ile 6 implant kullanılabilir. Bu implantlardan ikisi kanin bölgesine bilateral olarak yerleştirilirken, mümkünse bir tanesi santral kesici bölgesinde konumlandırılmalıdır. Diğer implantlar ise genellikle birinci premolar bölgesine yerleştirilebilir. İmplantlar, rijit bir bar aracılığıyla birbirine bağlanmalı ve bu bara distal kanatlar eklenmemelidir (Misch, 2005).

### 2.9.2 Üst Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 2

Bu tedavi seçeneği, sadece implantlar tarafından desteklenen HP-4 protezlerin en yaygın olanıdır. Bu protezler için genellikle 7 ile 10 implant kullanılır. İmplantların yerleştirilmesi sırasında özellikle anahtar kabul edilen bölgeler, bilateral kanin bölgeleri ve birinci moların distal bölgeleridir. Premolar bölgelerine ve en az bir adet kaninlerin orta bölgesine implant yerleştirilme gerekliliği göz önüne alındığında, en az 7 implant kullanılmalıdır. Tüm implantlar, rijit bir bar aracılığıyla birbirine bağlanmalıdır (Misch, 2005).

## 2.10 ALT ÇENE İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ İÇİN TEDAVİ SEÇENEKLER

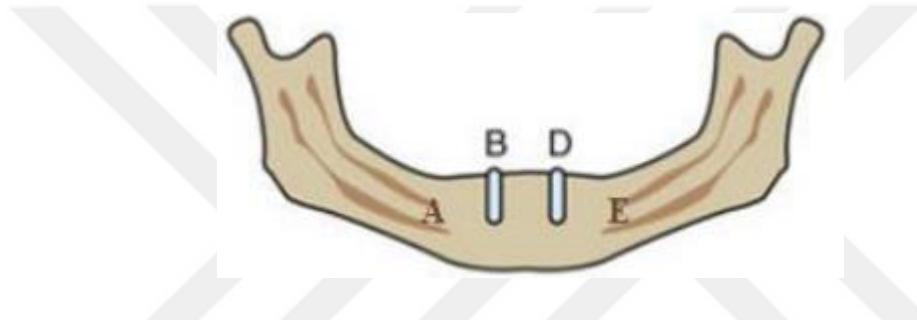
Misch'e göre tam dişsiz hastalarda implant destekli alt çene overdenture protezler için 5 adet tedavi seçeneği mevcuttur. Alt çene interforaminal bölge A, B, C, D, E olarak 5 eşit bölüme ayrılır ve bu bölümlere implant yerleştirilerek farklı tedavi planları izlenir (Misch, 2005; Misch, 1999).



Şekil 2.1 Misch'e göre implant yerleşim yerleri (Misch, 2005).

### 2.10.1 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 1

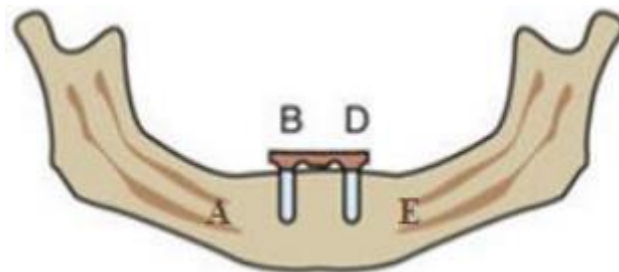
Bu tedavi seçeneğinde, implantlar birbirinden bağımsızdır ve iki adet implant B ve D pozisyonlarına yerleştirilmiştir (Şekil 2.2). İmplantlar için bu konum ideal sayılmaktadır. Çünkü implantlar B ve D pozisyonları yerine A ve E noktalarına yerleştirilirse implantlar üzerine gelen kaldırma kuvveti ve protezin rotasyon hareketi daha fazla olacaktır. (Misch, 2005). Bu tedavinin avantajı ağız hijyeninin sağlanmasının kolay ve maliyetinin az olmasıdır. Az miktarda kemik varlığında ve hastanın ekonomik durumu kısıtlı ise tercih edilmektedir (Misch, 2005).



Şekil 2.2 Alt çene ön bölgede, splintlenmeyen 2 implant uygulaması (Misch, 2005).

### 2.10.2 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 2

B ve D pozisyonlarında 2 adet implant yerleştirilir ve implantlar distal kantilever kullanılmadan birbirlerine bir bar yardımıyla bağlanır. Bu tür overdenture protezler, birbirine splintlenmeyen seçenek 1'e göre daha sık uygulanmaktadır. Burada maliyet en önemli faktördür. Bu overdenture seçeneği için ideal lokalizasyon B ve D pozisyonlarıdır. A ve E pozisyonları yaklaşık olarak küçük azı bölgesine denk gelir ve bar üzerine daha fazla miktarda oklüzal yük gelmektedir.

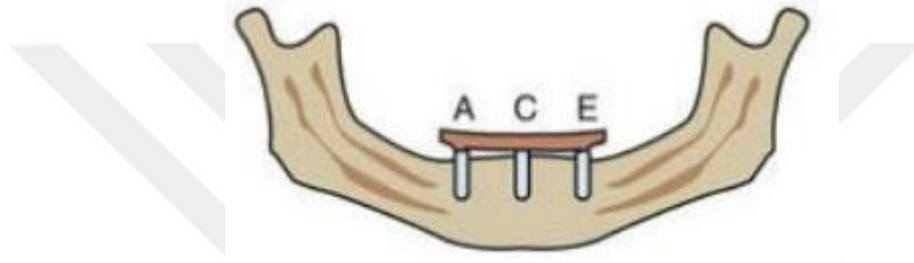


Şekil 2.3 Alt çene ön bölgede, splintlenen 2 implant uygulaması (Misch, 2005).

### 2.10.3 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 3A

Bu overdenture tedavi seçeneği için; A, C , E pozisyonlarında 3 implant yerleştirilmektedir (Şekil 2.4). Bu konumlarda yerleştirilen implantlar herhangi bir distal uzantı olmaksızın bar yardımı ile birleştirilir.

Birbirlerine bu şekilde bağlanan implantlar düz hatlı bir çizgi oluşturmamalıdır. C implantı,daha distalde bulunan A ve E konumunda bulunan implantların daha anteriorunda kalmalıdır ve böylelikle protez dişlerinin singulum pozisyonunun tam altında yer alacaktır.(Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Alt çene ön bölgede, A, C, E konumunda, splintlenen 3 implant uygulaması (Misch, 2005).

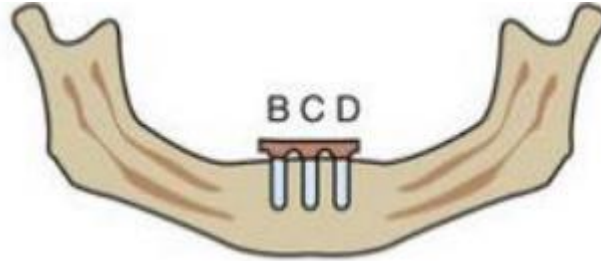
Alt çene ön bölgede ikiden fazla implant bulunuyorsa; her iki taraf en arkadaki implantların distal yüzeyi düz bir çizgi ile birbirine birleştirilir. Bu çizgiden merkezdeki implantın dikey pozisyonuna kadar olan mesafe, Anterior-Posterior mesafe (A-P mesafe) olarak adlandırılır (Shafie, 2007). Bu mesafe ne kadar fazla ise protez o kadar stabildir. A ,C , E pozisyonlarındaki implantların A-P mesafesi ne kadar fazla ise implant üzerindeki stres o kadar az , overdenture sistemin lateral stabilitesi o kadar fazla olmaktadır.

Bu tedavi seçeneğinin avantajları:

- Daha az vida kaybı olması,
- Daha az esneme sağlanması,
- Daha fazla implant ve daha fazla yüzey alanının olması,
- Protez hareketinin daha az olması,
- Bir implant kaybı olsa bile yeterli abutmant desteği olması (Misch, 2005).

#### 2.10.4 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 3B

Bu tedavi seçeneğinde; posterior bölgede kemik formu zayıf ise implantlar B, C, D konumunda birbirine rijit bir barla bağlanır. (Şekil 2.5)



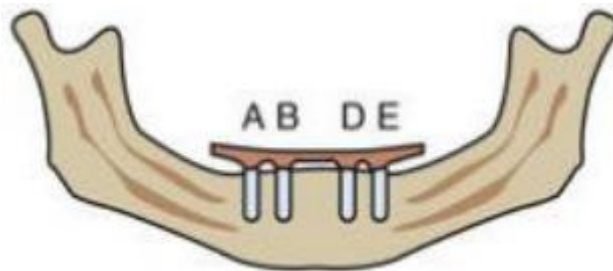
Şekil 2.5 Alt çene ön bölgede, B, C, D konumunda, splintlenen 3 implant uygulaması (Misch, 2005).

#### 2.10.5 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 4

A, B, D ve E pozisyonlarında 4 adet implant yerleştirilmektedir. Bu implantlar çoğunlukla; stres faktörleri fazla değil ise, her iki tarafta 10mm'ye kadar distal uzantıyı dahil edebilmek için yeterli desteği sağlarlar (Şekil 2.6).

A-P mesafesi, kantilever uzunluğunu belirleyen tek faktördür. Bu tedavi seçeneği için, kantilever uzunluğu A-P mesafesinin 1,5 katı kadar olabilir. A-P mesafesinin belirlenmesinde ark şekli de bir o kadar önem arz etmektedir. Kare ark, çoğunlukla kantilever kuvvetlerini karşılayamaz ve bu sebepten bu ark formuna sahip hastalarda distal uzantılı bir protez tercih edilmemelidir. Üçgen ve oval arka sahip hastalar için kantilever endikedir ve üçgen ark formu için 8 mm, oval ark için 10 mm olacak şekilde distal uzantılı implant destekli protez tasarlanabilir (Misch, 2005).

Bu tedavi seçeneği daha fazla stabilite ve daha kısıtlı protez hareket alanı elde etmek için endikedir. Posteriorıda yetersiz kret olduğu durumlarda tercih edilebilir (Misch, 2005).

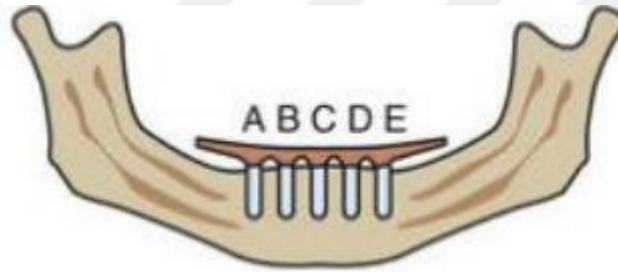


Şekil 2.6 Alt çene ön bölgede, A, B, D, E noktalarında, bar ile bağlanan 4 implant ve kantilever uygulaması (Misch, 2005).

### 2.10.6 Alt Çene İmplant Destekli (Overdenture) Protez- Seçenek 5

Bu tedavide; A, B, C, D ve E noktalarının bulunduğu konumlara 5 adet implant yerleştirilir ve splintlenir (Şekil 2.7). A-P mesafesi ve kuvvet faktörleri az ise 15 mm kadar kantilever kullanılabilir ve birinci molar bölgesinde bitirilebilir.

Hasta geleneksel tam protezi kullanamıyorsa, orta-ileri derece seviyelerde problem yaşıyorsa, protez hacminin azaltılma ihtiyacı ve fonksiyon sırasında mevcut protezde stabilite problemleri mevcutsa bu tedavi seçeneği düşünülebilir (Misch, 2005).



Şekil 2.7 Alt çene ön bölgede, A, B, C, D, E konumunda, splintlenen 5 implant ve distal uzantı uygulaması (Misch, 2005).

### 2.11 MCGILL, 2002 VE YORK, 2009 ORTAK KARAR BİLDİRGESİ

İmplant destekli overdenture uygulamaları ile ilgili McGill Ortak Karar Bildirisi, 2002 yılında, Kanada'nın Montreal kentinde McGill Üniversitesi'nde düzenlenen sempozyumun ardından yayınlanmıştır. “Mevcut olan kanıtlar, geleneksel tam protez uygulamalarının tamamen dişsiz alt çene vakaları için artık en uygun ilk tedavi seçeneği olmadığını göstermektedir. Tamamen dişsiz hastalar için, iki implant destekli overdenture uygulamalarının ilk tedavi seçeneği olması gerektiğine dair çok büyük kanıtlar mevcuttur” (Feine, Carlsson, et al., 2002b) kararı bildirilmiştir.

2009 yılında, İngiltere'nin York şehrinde, İngiliz Protetik Diş Hekimliği Çalışma Grubu (BSSPD) konferansında, McGill Ortak Karar Bildirisini destekleyen bir başka karar metni de sunulmuştur (JM, 2009). York Bildirisi, alt çene implant destekli overdenture tedavilerinin geleneksel tam protez uygulamalarına kıyasla daha yüksek hasta memnuniyetine sahip olduğunu ve bu sonuçların randomize kontrollü klinik çalışmalarla doğrulandığını belirtir. Ayrıca, iki implant destekli overdenture

uygulamasının minimum standart tedavi olduğunu, ancak bu tedavinin her zaman en iyi seçenek olmadığını, performans, hasta memnuniyeti, maliyet ve klinik uygulama süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceğini ifade eder.

## **2.12 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ(OVERDENTURE) UYGULAMALARINDA TUTUCULUK**

Tutuculuk, bir nesnenin ya da bir bileşenin, başka bir nesne ya da bileşene karşı yerinde ve sabit bir şekilde kalabilme yeteneğini ifade eder. Genellikle cihazlar, bağlantılar ve protezler gibi çeşitli alanlarda kullanılır. Bu bağlamda, bir nesnenin tutuculuğu, istenmeyen hareketleri veya kaymaları önlemek ve güvenli bir şekilde yerinde tutmak için önemlidir.

Protetik diş hekimliği terimlerinde, protezin giriş yoluna karşı uygulanan dikey kuvvetlere karşı gösterdiği direnç “tutuculuk (retansiyon)” olarak tanımlanır.

Tutucu sistemler Oral ve Maksillofasiyal İmplant Sözlüğüne göre birbirleri ile aynı doğrultuda olan dişi matriks ve erkek patriks olarak adlandırılan komponentlerden oluşan, retansiyonu sağlayan bir mekanizma olarak tanımlanır. Dişi parça olan matrix hazne komponentidir, erkek parça olan patriks ise matrixe sürtünmesel olarak bağlanarak uyum sağlayan komponenttir (Broggini & Cirelli, 2007).

İntraradiküler tutucu sistemler, patriksin protez kaidesinde bulunduğu, matriksin implant dayanağının içinde yer aldığı, özel bir boşluk içine yerleştirilerek retansiyon sağladığı sistemlerdir. Ekstraradiküler tutucu sistemler ise tam tersi şekilde, patriks implant dayanağında içerisinde konumlanırken, matriksin protez kaidesinde bulunduğu görülür (Petropoulos & Mante, 2011).

## **2.13 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZ(OVERDENTURE) UYGULAMALARINDA TUTUCU SİSTEMLER**

Overdenture protez uygulamalarında, tutuculuk ve stabiliteyi sağlamak için çeşitli biyomekanik özelliklere sahip bir dizi farklı tutucu sistem geliştirilmiştir (Takahashi et al., 2018). Tutucu sistemlerin tasarımı, biçimi, stres iletimi, retansiyon ve stabilitesi çeşitlilik gösterir ve hangi tutucu sistemin daha üstün olduğu konusunda genel bir görüş birliği sağlanamamıştır (ULUDAĞ & POLAT, 2010).

İmplant destekli overdenture protezlere gelen kuvvet, implantlar ve mukoza arasında dağıtılır. Bu dağılım, kullanılan tutucu sistemin türüne ve mukoza dokusunun hareketliliğine bağlı olarak farklı oranlarda gerçekleşebilir (Heckmann et al., 2001b). Tutucu sistem seçiminde; ağız hijyenine, implanlar arası mesafeye ve implant sayısına, hastanın yaşına, tutuculuk ihtiyacı miktarına, anatomik ve biyomekanik etkenlere, yumuşak doku durumuna, hasta beklentisi ve ekonomik durumuna, kretin rezorbsiyonuna dikkat edilmelidir (Bergendal & Engquist, 1998; Duyck et al., 1999; Menicucci et al., 1998; Pasciuta et al., 2005; Trakas et al., 2006; Wismeyer et al., 1995).

İdeal bir tutucu sistemin şu özelliklere sahip olması gerekmektedir (Misch, 2005);

- Korozyona karşı dayanıklılık,
- İyi bir tutuculuğa sahip olma,
- Kolaylıkla takılıp çıkarılabilme özelliği,
- Ağız hijyenini kolay sağlayabilme,
- Klinik uygulamasının basit ve pratik olması,
- Tamirinin mümkün olması,
- Laboratuvar aşamalarının kolay olması,
- Maliyetinin düşük olması.

## 2.14 İMPLANT DESTEKLİ OVERDENTURE UYGULAMALARINDA ESNEKLİKLERİNE GÖRE TUTUCU TÜRLERİ

İmplant destekli overdenture protezlerde, tutucuların sağladığı retansiyon, stabilite ve kemiğe ilettikleri stres, birbirlerinden farklılık teşkil etmektedir (Heckmann et al., 2001a). Tutucu tipleri ağızda, çeşitli yönde ve derecede hareket kabiliyetine sahiptir. Mesio-distal, gingivo-oklüzal ve fasio-lingual yönlerde olmak üzere altı düzlemde veya yönde hareket gerçekleştirebilir (Misch, 2005) (Shafie, 2007).

- ❖ *Rijit (esnek olmayan) Tutucu Sistemler:* İmplantlar ile tutucular arasında hiçbir hareketin olmadığı tutucu sistemlerdir. Bütün oklüzal kuvvetler direkt olarak implanta iletilmektedir. Yeterli sayıda implant uygulandığında endikedir. Vidalı

hibrit protezler bu tutucu sistem uygulamalarına örnektir (Shafie, 2007; Vere et al., 2012).

- ❖ *Sınırlı Dikey Esnekliği Olan Tutucu Sistemler:* Gelen kuvvetlerin büyük bir kısmının doğal destek dokularca taşındığı ve kalan kuvvetlerin implantlar tarafından taşındığı sistemlerdir. Bu tutucu sistemler, protezin sadece vertikal yönde hareket etmesine izin verir. Locator tutucuları bu sisteme örnektir.
- ❖ *Menteşe Esnekliği Olan Tutucu Sistemler:* Gelen kuvvetlerin yaklaşık olarak %30-35'inin doğal destek dokularca taşındığı ve kalan kısmının implantlar tarafından taşındığı sistemlerdir. Bu tür tutucu sistemlere örnek olarak Hader bar veya yuvarlak kesitli bar gösterilebilir.
- ❖ *Kombinasyon Esnekliği Olan Tutucu Sistemler:* Sınırsız dikey ve menteşe hareketlerinin mümkün olduğu sistemlerdir. Bu tür tutucu sistemlerde, çiğneme kuvvetlerinin yaklaşık olarak %45'i doğal destek dokular tarafından taşınırken geriye kalan kısmı implantlar tarafından taşınmaktadır. Yumurta kesitli Dolder tutuculu sistem, kombinasyon esnekliği olan sistemlere bir örnektir.
- ❖ *Rotasyonel Esnekliği Olan Tutucu Sistemler:* Bu tutucu tiplerinde, rotasyon hareketleri gerçekleştirmek mümkündür. Gelen kuvvetlerin büyük bir kısmı doğal destek dokular tarafından taşınırken, implantlara iletilen kuvvetler %75-80 oranında azalmaktadır.
- ❖ *Üniversal Esnekliği Olan Tutucu Sistemler:* Bu tutucular, tüm hareketlere izin verirler. Magnet tutucular üniversal esnekliği olan tutucu sistemlerine örnektir.

## 2.15 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ (OVERDENTURE)

### PROTEZLERDE TUTUCU SİSTEMLERİN İMPLANTLARIN BİRBİRİNE BAĞLANMALARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

İmplant destekli overdenture protezlerde, implantların birbirlerine bağlanıp bağlanmamasına göre tutucu sistemler iki kategoriye ayrılır (Trakas et al., 2006).

Splitlenen tutuculu sistemler:

– Bar tutuculu sistemler:

-Yuvarlak kesitli bar tutuculu sistem

-Dolder bar tutucu sistem:

-Esnek: Yumurta kesitli bar tutuculu sistem

-Rijit: U-kesite sahip bar tutuculu sistem

#### -Hader Bar Tutucu Sistem

##### Splintlenmeyen Tutuculu Sistemler:

- Topuz tutuculu
- O-ring tutuculu
- Mıknatıs tutuculu
- ERA tutuculu
- ZAAG tutuculu
- Teleskop tutuculu
- Silindirik tutuculu:
  - ✓ Locator tutuculu
  - ✓ Locator R-Tx tutuculu
  - ✓ Equator tutuculu
  - ✓ CM-LOC/CM-LOC FLEX tutuculu
  - ✓ Novaloc tutuculu

#### 2.15.1 Splintlenen Tutucu Sistemler

Splintlenen tutucu sistemlerin, diş hekimliğinde kullanımı, 1980'li yıllara uzanmaktadır (Waddell et al., 2006). Bu sistemler, çok sayıda implantın birbirlerine bir bar aracılığıyla bağlanmasıyla elde edilmektedir. Bar kullanılması protez açısından iyi bir stabilite ve retansiyon sağlar. İmplantların birbirine bar aracılığıyla bağlanması, proteze uygulanan kuvvetlerin implantlar arasında dağılımını kolaylaştırır ve bu kuvvetlerin bar ve protez kaidesi üzerinden çene kemiğine iletilmesini sağlar (Davodi et al., 1997). İmplantların bağlanmasıyla uygun giriş yolunun elde edilebilmesi de avantajlarından. Yapım aşamalarının zor ve karmaşık olması, yenilenme ve tamir işlemlerinin güçlüğü, hijyen kontrolünün zor sağlanması ve buna bağlı yumuşak doku hiperplazisine neden

olabilmesi başlıca dezavantajlarındandır (Choi et al., 2017; Davodi et al., 1997; Naert et al., 1997).

Bu tutucu sistemler üst çenede, alt çenede rezorbsiyon miktarı fazla ise, rezeksiyon yapılmış ve ovoid krete sahip hastalarda tercih edilebilir. Maliyeti yüksek bir sistem olduğu için hastanın ekonomik durumunun da elverişli olması gerekir. Bar, gıda birikimine elverişli alan oluşturabileceğinden, hastanın ağız bakımı iyi değilse önerilmemektedir. Protez kaidesi ve yapay dişlere ek olarak barın dokudan uzaklığı ve kalınlığı düşünüldüğünde, kretler arası mesafenin yetersiz olduğu vakalarda kontrendikedir.

Implant destekli hareketli protezlerde bar kullanımı düşünülen vakalarda, implant basamağından insizal kenara olan mesafenin yaklaşık 12-14 mm olması gerekmektedir. Ayrıca, 2-3 mm yumuşak doku kalınlığı bulunmaktadır ve bar ile mukozaya arasında temizlik sağlamak amacıyla 2 mm mesafe bırakılmalıdır. Bar yüksekliği için 4-5 mm, akrilik rezin ve klips yuvası için 2 mm, dişin kaideden yüksekliği için ise 3 mm önerilmektedir. Bu parametreler, implant destekli overdenture protezlerde bar kullanımı için dikkate alınmalıdır (Misch & Kutay, 2009).

Bar tutucunun menteşe esnekliğine sahip mekanizmalı olması tavsiye edilmektedir (Engquist et al., 1988; Misch, 2005; Naert et al., 1997). Bu sayede, posterior bölgeye çiğneme kuvveti geldiğinde, bar rotasyon hareketine izin verir ve implanlara gelen yük azalmış olur.

Bu sistem, implantları birbirine bağlamasını sağlayan bar ve protezin iç kısmında bulunan klipsten oluşmaktadır (Anas El-Wegoud et al., 2018). Esnek yada rijit yapıda olabilir (Warreth, Byrne, et al., 2015). Klipsler, metal veya plastik malzemeden yapılabilir. Metal klipsler, plastik olanlara göre daha dayanıklıdır, barın boyutunu küçültmeye izin verir, ancak değiştirilmesi gerektiğinde protezi aşındırmak gerekir. Öte yandan, plastik klipsler daha kolay çıkarılabilir ve plastik klipsler, barı metal klipslere göre daha az aşındırır. Daha az maliyet gerektirir ve kolayca yerleştirilirler. Ancak metal klipslerle uyum sağlama veya ayarlama yapmak mümkünken, plastik klipslerle bu işlem yapılamaz (Abd El-Dayem et al., 2009; Walton & Ruse, 1995). Hangi tipin kullanılması gerektiği konusunda literatürde çelişkiler mevcuttur (D. Mericske-Stern et al., 2000;

Mericske-Stern et al., 2002). Defekt mevcut ise yumuşak dokudaki yükü azaltmak için rijit barlar tercih edilebilir.

Barın kesit boyutu, protezin krete doğru hareket derecesini tespit eder (Choi et al., 2017). Bar tutucu sistemleri, kesit şekillerine göre yuvarlak, U-şeklinde veya yumurta kesitli olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca, esnekliklerine göre dikey veya menteşe esnekliğine sahip olanlar ile esnek olmayan (rijit) olarak sınıflandırılabilir (Shafie, 2007).

- *Yuvarlak Kesitli Bar Tutuculu Sistem:* Esnek yapıya sahiptir ve implantların üzerine gelen yatay ve çapraz kuvvetleri azaltma yeteneğine sahiptir. Kaidenin rotasyon hareketine daha çok izin verir. U-kesitli bar tutucu sistem ile kıyaslandığında, implant üzerine daha az tork kuvveti uygular. Ancak daha fazla bakıma ihtiyaç duyarlar (Abd El-Dayem et al., 2009; Laverty et al., 2017).

- *Dolder Bar Tutuculu Sistem:* Esneklik ve indirekt tutuculuk açısından avantaja sahip olan tutucu sistemdir. Oval kesitli ve stres kırıcıdır. Oval kesitli barların esnek veya rijit tipleri mevcuttur. Yumurta kesitli barlı sistem, esnek sistemlere örnektir. U-kesitli barlı sistem ise rijit (katı) tutucu sistemlere bir örnektir (Shafie, 2007). Bu tutucu sistem Kennedy sınıf 3 dişsiz vakalarda uygulanabilmektedir (Dudic & Mericske-Stern, 2002).

- *Hader Bar Tutuculu Sistem:* Menteşe hareketine izin veren esnek bar tutuculu sistemlerdir (Shafie, 2007). Üst kısmı yuvarlak kesitli olan ve alt kısmında doku ile temas eden bir metal uzantı bulunmaktadır. Dokuya uzanan kısım barın dayanıklılığını artırır, esnekliğini azaltmaktadır.

Uygun bar yerleşimi için implantların doğru lokalizasyonda yerleştirilmesi önemlidir. En iyi sonuç için, barın, iki posterior segmentin oluşturduğu açının ortasına 90° açı ile yerleştirilmesi gerekmektedir. Eğer implantlar birbirine çok yakın yerleştirilirse, barın uzunluğu yetersiz olur ve hareketli protezin tutuculuğunu sağlamak güçleşir. Diğer yandan, implantlar birbirine çok uzak yerleştirilirse, bar düz bir hat boyunca uzanır ve bu durumda alt çene protezi, dil alanını işgal edebilir, ayrıca barın eğilmesine neden olabilir (Spiekermann, 1995).

Alt yapı ve abutment arasında pasif uyumun olması gerekir, bu mekanik komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir (Mörmann et al., 1987). İmplantların

birbirlerine göre yerleştirilme pozisyonları, kullanılan ölçü malzemeleri, ölçü alım teknikleri ve implant ölçü postlarının tasarımı gibi faktörler, protezin uygun bir şekilde oturmasını etkileyen klinik unsurlardır (Lavery et al., 2017). Pasif uyumu etkileyen laboratuvar faktörleri arasında alınan ölçünün dökümü, barın üretim yöntemi ve malzemesi, tutucu sisteme ait bileşenlerdeki tolerans farklılıkları, barın boyutları gibi unsurlar sayılabilir (Ford, 2003; Romero et al., 2000). Pasif uyumsuzluk durumlarında; vida gevşemeleri, vida kırılmaları, implant hasarları, protez kırılmaları, implant etrafındaki kemik kaybı gibi sorunlar olabilir (Assif et al., 1996; Carlsson, 2009).

### **2.15.2 Splintlenmeyen Tutucu Sistemler**

Splintlenmeyen sistemlerde implantlar birbirine bağlanmaz; tutucular implantlara vida ile tutturulur. Splintlenen sistemlere göre; daha kolay hijyen sağlanabilmesi, daha az komplikasyon görülme olasılığı, düşük maliyet, daha az teknik hassasiyet gereksinimi, tutuculuklarının ayarlanabilir olması, kretler arası mesafenin yeterli olmadığı durumlarda kullanılabilir olması, fonksiyonel yükleri daha eşit bir şekilde dağıtılabilir olması gibi avantajlara sahiplerdir (Choi et al., 2017; Cordioli et al., 1997; Kobayashi et al., 2014; MacEntee et al., 2005; Naert et al., 1999; Sultana et al., 2017).

Tutucu sistemler; Topuz tutuculu, O-ring tutuculu, Mıknatıs tutuculu, ERA tutuculu, ZAAG tutuculu, Teleskop tutuculu ve Silindirik tutuculu olmak üzere sınıflandırılırken ; silindirik tutuculu sistemlerde kendi içerisinde Locator tutuculu, Locator R-Tx tutuculu , Equator tutuculu, CM-LOC/CM-LOC FLEX tutuculu, Novaloc tutuculu olmak üzere gruplara ayrılmaktadır (Trakas et al., 2006).

#### **2.15.2.1 Topuz Tutuculu Sistem:**

İmplant destekli overdenture protezlerde sık kullanılan en basit tutucu sistemdir (Onur Geçkili et al., 2010; Salehi et al., 2019). Bu tutucu sistemi, implantlara vidalanan çeşitli çaplarda bulunan, çoğunlukla metal küre şeklinde olan patriks ile hareketli protezin içinde bulunan matriks oluşturur. Matriks, tamamen metalden veya plastikten yapılmış bir yuvada bulunan bir parçadır. Bu sistem, stresi azaltma yeteneğine sahiptir, protezin retansiyonunu ve stabilitesini artırır ve paralelliğin sağlanamadığı implantlarda da uygulanabilir (Zou et al., 2013).

Bu sistemin avantajları arasında düşük maliyet, farklı retansiyon seviyelerinde seçenekler ve protez yapım sürecinin hızlı olması gibi özellikler bulunmaktadır (Aktaş & Canay, 2015). Ancak interoklüzal mesafesi az olan hastalarda fazla yer kaplaması, zamanla tutuculuk kaybı göstermesi dezavantajları arasındadır (Onur Geçkili et al., 2010). Parçaların belli aralıklarla değiştirilmesi gerekmektedir (Awad et al., 2003). Ball tutucu sistemlerde, implantların birbirine paralel bir şekilde yerleştirilmesi gerekli değildir; bu sistem, implantlar arasındaki 28°lik açılanmayı tolere edebilir (Tokar et al., 2017).

#### **2.15.2.2 O-ring Tutuculu Sistem**

O-ring tutuculu sistemler yuvarlak, orta kısmı delik genellikle silikondan yapılmış sentetik elastomerden oluşan bir esnek tutucu tipidir. Esnek tutucu olması sayesinde implantlara gelen streslerin azalmasına yardımcı olur (Barão et al., 2013). Dayanak, baş, boyun ve gövde olarak üç ana parçadan oluşur. Boyun kısmı andırkatlıdır ve baş kısmından daha küçüktür, bu nedenle yerleştirilirken baş kısmına sıkışır (Misch, 2005). Böylelikle O-ring sistem, dayanağın boyun kısmına sıkıca yerleşmiş olur. Tutuculuk derecelerine göre farklı renklerde elastomer lastikleri vardır. Kolay kullanılabilmesi, değişik derecelerde retansiyon sağlanabilmesi, maliyetinin düşük ve farklı yönlerde geniş bir hareket yelpazesi olması gibi avantajları bulunmaktadır (DR, 1995; Naert et al., 1994; ULUDAĞ & POLAT, 2010).

Protezin karmaşık oluşuna, çiğneme kuvvetlerine hastanın diyetine ve protezin takılıp çıkarılmasına bağlı olarak 6-9 aylık süreçte, tutucu sistemde, retansiyon kaybı olabilmektedir (Choi et al., 2017; Winkler et al., 2002).

#### **2.15.2.3 Mıknatıs Tutuculu Sistem**

Manyetizma özelliği taşıyan cisimlere mıknatıs denir, bu cisimler genellikle demir, nikel, çelik tozu gibi tanecikleri çekebilir. Mıknatıs malzemeler diş hekimliğinde son yüzyılda kullanılmaya başlanmıştır. Mıknatıs ataşman sistemlerinin popüler hale gelmesinin sebebi küçük boyutlarından ve yüksek çekim kuvvetlerinden kaynaklanmaktadır. Tutucu sistem implant üzerine yerleştirilen ancak mıknatıs olmayan bir dayanak ve protezde yer alan mıknatıs; olmak üzere 2 komponentden oluşur. Mıknatıs tutuculu sistemlerde, protezin bağlantı yüzeyine mıknatıs yerleştirilirken, implantlara

vidalanan dayanak veya keeper olarak bilinen bir parça kullanılır (Mizutani & Rutkunas, 2004; Warreth, Alkadhimi, et al., 2015).

Çeneler arası interoklüzal mesafenin yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilmesi, fiziksel olarak motor fonksiyon yetisi zayıf olan yaşlı hastaların, bu tip tutucular ile protezlerini rahatlıkla takılıp çıkarabilmesi gibi avantajlara sahiptir (Aktaş & Canay, 2015; Chu et al., 2004; Walmsley, 2002). Ancak mıknatıslar ağız sıvılarından kolaylıkla etkilenecek korozyona uğrayabilir bu nedenle paslanmaz çelikte veya titanyumla kaplanmaları gerekir (Riley et al., 2001). Topuz ve bar tutucu sistemler ile karşılaştırıldığında, daha düşük tutuculuğa sahip ve hasta memnuniyetinin daha az olması dezavantajları arasında sayılabilir (Chung et al., 2004; Cune et al., 2005; Naert, Alsaadi, & Quirynen, 2004).

#### **2.15.2.4 ERA (Ekstraradiküler Rezilyent Tutuculu)Sistem:**

ERA tutucular, 1986 yılında kullanılmaya başlanan implant destekli, ekstraradiküler (dışarıdan desteklenen), esnek tutucu sistemlerdir. En önemli kullanım amacı ekonomik olmalarıdır (Landa et al., 2001). Tutucu özelliklere sahip 6 farklı renkle kodlanmış plastik matriks parçaları vardır. Farklı paralelikte yerleştirilmiş implantlar için paralelliği sağlamak amacıyla tasarlanmış 5°, 11° ve 17° dereceye sahip açılı abutment çeşitleri mevcuttur (Epstein et al., 1999). İmplantların etrafındaki yumuşak doku ve kemik sağlığı, diğer tutucu sistemlerle benzerdir (Landa et al., 2001). ERA tutucu sistemlerde açılı abutmentler, yeterli interoklüzal mesafenin olmadığı hastalarda sorun oluşturabilirler. Bu sebeple, ERA tutucuların birbirine paralel olarak yerleştirilmiş implantlarda kullanılması tavsiye edilir (Landa et al., 2001).

#### **2.15.2.5 ZAAG Tutuculu Sistem:**

ZAAG (Zest Anchor Advanced Generation) tutucu sistemleri, Zest'in orijinal tutucusuna benzeyen bir tutucu sistemdir ve genellikle ZAAG olarak kısaltılır. ZAAG tutuculu sistemde, protezin doku yüzeyine bakan parçası, dayanak içerisindeki özel bir kaplama ile birleştiği için diğer tutucu sistemlerden farklıdır (Petropoulos & Smith, 2002).

### 2.15.2.6 *Teleskop Tutucu Sistem:*

Teleskopik tutucular, protetik diş hekimliği pratiğinde sıkça kullanılan ve uzun vadeli başarı sağlama potansiyeline sahip çok yönlü restorasyonlardır (Preiskel & Tsoika, 1998). Teleskopik tutucular, retatif yüzeylerin birbiri ile uyumlu olduğu ve paralel yüzeylere sahip çift kuronlar olarak tanımlanmaktadır.

Bu sistem, implantlara vidalanan patriks ve protezin birleştiği yüzeyde bulunan matriks yapısından meydana gelir. Tutuculuk, bu komponentler arasındaki sürtünme kuvveti ile oluşturulur (Warreth, Alkadimi, et al., 2015). Zaman ilerledikçe tutuculuğun artması, teleskopik tutucu sistemlerin belirgin bir özelliğidir. Bu artış, patriks ve matriks arasındaki mekanik uyumun zaman içinde iyileşmesiyle açıklanmaktadır.

Teleskopik tutucu sistemin avantajları arasında şunlar bulunur:

1. Kolayca ağız hijyeni sağlanmaktadır.
2. Herhangi bir dayanakta sorun ortaya çıkarsa, protez yeniden düzenlenebilmektedir.
3. Zamanla, tutuculuk artmaktadır.
4. Dayanakların üzerindeki vida delikleri sadece primer kopinglerin üzerindedir.
5. Protez üzerinde vida deliklerinin olmaması avantaj sağlamaktadır (Langer & Langer, 2000).

Motor becerilerini olumsuz etkileyen sistemik rahatsızlıklara (örneğin; parkinson) sahip yaşlı bireyler için teleskopik tutucular etkili bir seçenek sunmaktadır. Ancak, topuz ve manyetik tutucular gibi alternatiflere göre daha maliyetlidir (Heckmann et al., 2000).







### 2.15.2.7 *Silindirik Tutuculu Sistemler:*

#### 2.15.2.7.1 Locator Tutucu Sistem

İmplant destekli hareketli protezlerde 20 yıldan uzun bir süredir sıkça kullanılan tutucu sistem, esnek ve silindirik bir yapıya sahiptir ve genellikle splintlenmemiştir (Daou, 2015; Shastry et al., 2016). Locator tutucunun dişi parçası direkt olarak implanta vidalanmaktadır. Locator tutucuların tutucu parçası, Delrin (POM) plastik elementinden üretilir ve housing olarak adlandırılan, hareketli protezin içine yerleştirilen paslanmaz çelikten metal yuvanın içerisine konulur. Metal yuva, erkek parça aşındığında kolaylıkla

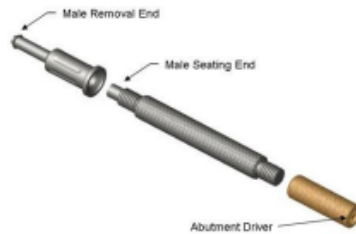
yapıya zarar verilmeden değiştirilmesini sağlar, ayrıca stres kırıcı mekanizma olarak işlev görür.

**Tablo 2.2** Locator tutucu sisteme ait naylon tutucuların yaklaşık tutuculuk kuvvet değerleri (O Geçkili et al., 2010).

 Kırmızı	450 gr
 Mavi	680 gr
 Turuncu	910 gr
 Pembe	1361 gr
 Yeşil	1814 gr
 Şeffaf	2268 gr

Değiştirilebilir naylon tutucular, çeşitli renk kodlarına sahip ve farklı tutuculuk kuvvetleri sunabilen bir yapıya sahiptir.(Tablo 2.2)

Bu ataşman tipinde laboratuvar işlemlerinde kullanılan siyah lastik parça bulunmaktadır. Özel bir çıkarıcı ve yerleştirme kiti kullanılarak, metal yuvadan naylon tutucular kolayca çıkarılabilmekte ve yenileriyle değiştirilebilmektedir. Özel çıkarıcısına “Locator core tool”denilmektedir.(Şekil 2.8)



**Şekil 2.8** Locator core tool (Listing, 2023)

İmplantlar arasındaki açılanmayı 40°açıya kadar kompanse edebilirler (Kobayashi et al., 2014). Düz abutmentlarda şeffaf, pembe ve mavi naylon tutucu parçalar kullanılırken, açılı abutmentlarda turuncu, kırmızı, gri ve yeşil naylon tutucu parçalar tercih edilmektedir.(Şekil 2.9)

İnteroklüzal mesafenin yetersiz olduğu vakalarda, metal yuvaların yerleştirilmesinden sonra kalan akrilik miktarının az olmasına bağlı olarak kırık veya çatlak olduğu durumlarda, erkek parçası, kepi ve akriliği için 3 mm gibi az bir dikey mesafeye ihtiyaç duyduğundan dolayı, top başlı tutucuların yerine tercih edilmektedir (Alsiyabi et al., 2005; Laverty et al., 2017; Lee & Agar, 2006).



**Şekil 2.9** Düz ve açılı Locator tutucu sistemde dayanak ve naylon tutucuların tutuculuk kuvvet değerlerine göre renk kodları (Locator, 2023).

Diğer splintlenmemiş tutucuların aksine, metal yuva içinde bulunan siyah naylon parça, Locator tutucular için 0.4 mm daha uzundur. Bu, Locator tutucuların metal yuvaya yerleştirildiğinde arada 0.4 mm boşluk bırakacak şekilde tasarlandığı anlamına gelir. Bu sayede hem menteşe hareketi hem de yukarı-aşağı yönde esneklik elde edilmektedir (Shafie & Ellison, 2007).

El ve kol motor becerisi zayıf olan hastalar veya yaşlı bireylerde, protezin farklı pozisyonlarda yerleştirilmesi sonucunda, plastik naylon tutucuların hızla deformasyona uğrama ve tutuculuğunun zamanla azalma riski bulunmaktadır.

Ayrıca, protezin uzun süreli kullanımı sırasında dayanakların düzenli temizlenmemesi, plastik naylon tutucuların tam olarak oturamamasına ve sonuç olarak tutuculuk miktarının zaman içinde azalmasına yol açmaktadır (Aktaş & Canay, 2015).

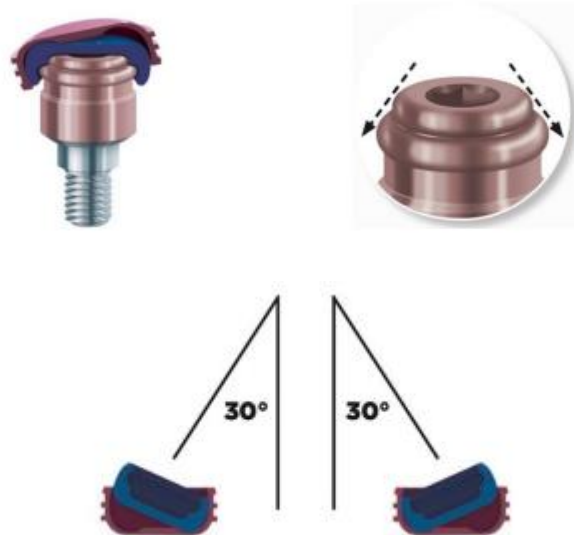
Locator tutucuların, bar ataşmanlı sistemlere kıyasla döküm gibi ek bir laboratuvar işlemin olmamasından ve maliyetinin daha düşük olmasından dolayı

kullanımları daha avantajlıdır. Bu tutucu, el becerisi zayıf olan hastalarda overdenture protezleri kullanımını kolaylaştırmak için tercih edilmektedir (Hobrink et al., 2003).

Bar ve klipslerin yerleştirilmesi için yeterli interokluzal mesafenin olmadığı durumlarda bu tutucular kullanılmaktadır. Ayrıca implantların birinde osseointegrasyon sorunu varsa ve gelecekte implant kaybı olabileceği öngörüldüğü durumlarda bu tip sistemler tercih edilmektedir (Laurito et al., 2012).

#### 2.15.2.7.2 Locator R-Tx Tutuculu Sistem:

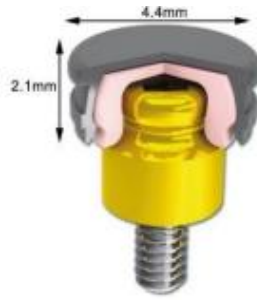
Locator R-Tx tutucu sistemi, geleneksel Locator tutucu sisteminden farklı bir tasarım ve yapıya sahip bir versiyondur. Bu sistem dayanak dış yüzeyinde ikili etkileşim sergileyerek overdenture retansiyonunu geliştiren ve % 32 daha yüksek sertlik derecesine ve % 26 daha fazla aşınma direncine sahip yeni bir DuraTec Titanyum Karbon Nitrür Kaplamasına sahip ve pürüzlülükte % 64'lük bir azalma ile, daralan konik şekilde tasarlanmıştır. Bu konik şekli sayesinde, hastanın protezi daha kolay hizalayabilmesini ve düzgün şekilde oturabilmesini sağlar. Ayrıca, daha küçük bir iç boşluğa sahip olduğundan, gıda birikimi daha azdır, bu da Locator tutucu sistemlere göre avantaj sağlar. Locator sistemlerde  $40^{\circ}$  dereceye kadar olan paralellikten sapma açısı, bu sistemde  $60^{\circ}$  dereceye kadar uzanmaktadır. (Her bir implant için maksimum  $30^{\circ}$ )(Şekil 2.10)



**Şekil 2.10** Locator R-Tx tutuculu sistem ve tolere edebildiği implantlar arası açı (R-Tx, 2023).

### 2.15.2.7.3 Equator Tutucu Sistem:

Equator tutucu sistemi, titanyum dayanak, paslanmaz çelik kapak, ve 4 farklı renk koduna sahip naylon tutucu parçalardan oluşur. Tutucu parçaların farklı tutuculuk kuvvetlerini temsil etmek için renk kodları vardır; sarı, pembe, şeffaf ve mor olarak sıralanır. Düşük vertikal yüksekliği sayesinde, dikey boyutu yetersiz olan hastalarda rahatlıkla kullanılabilir.



Şekil 2.11 Equator tutucu sistem (Gandhi et al., 2019).

### 2.15.2.7.4 CM-LOC/CM-LOC FLEX Tutuculu Sistem:

CM-LOC tutucu sistemi, implantlar arasındaki açı farklarını 60 dereceye kadar tolere edebilen şekilde tasarlanmıştır (Maniewicz et al., 2020).



Şekil 2.12 CM-LOC (CM-LOC, 2020).

Tutucu daha kompakt olup, yuvarlak tasarımından ve ataşman merkezinde retansiyon deliği olmadığından dolayı hijyenik olup, gıda birikimi daha azdır. Matriks parçaları, polietilen keton (PEKK) ve titanyum alaşımlardan yapılmış olup, daha uzun ömürlü ve temizlenmesi kolaydır. Metal yuvaları titanyum alaşımdan ve PEEK'den yapılmıştır.

#### 2.15.2.7.5 Novaloc Tutuculu Sistem:

Yeni tip tutucu sistem olan novaloc (Valoc AG, Theodorshofweg, Reinfelden, İsviçre) rezilient özelliğe sahip, menteşe hareketlerine izin vermektedir. (Şekil 1.12). Dayanakların yüzey kaplaması, pürüzlülüğü en aza indiren ve yüksek aşınma direncine sahip elmas benzeri amorf karbon ile kaplanmıştır ve tutucu parçası poli eter eter keton (PEEK) materyalinden üretilmiş matriksten oluşmaktadır. Üretici firma, amorf karbon, PEEK ve matris tasarımının implantlar arasındaki  $40^\circ$  dereceye kadar olan açı farklarını tolere edebileceğini ve aşınmanın daha düşük olacağını belirtmektedir.(Şekil 2.13)



Şekil 2.13 Düz Novaloc dayanak ve matriksin tolere ettiği açı (NOVALOC, 2020).

Novaloc PEEK tutucu parçaların renk kodlarına bağlı farklı tutuculuk kuvvet değerleri:

- Kırmızı 300 gr
- Beyaz 750 gr
- Sarı 1200 gr
- Yeşil 1650 gr
- Mavi 2100 gr
- Siyah 2550 gr

PEEK tutucu, birleşmeyen bir halka şeklinde tasarlanmıştır ve bu açıklık, protezin takılması ve çıkarılması sırasında esnemeyi kolaylaştırmaktadır. Tutucu parça, protez içinde bulunan bir kep içine mükemmel şekilde oturacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 2.14 Novaloc tutucu parçasını taşıyan kep: titanyum-PEEK (NOVALOC, 2020).

PEEK materyali kullanılması, estetik önem taşıyan durumlarda metal görünümünün ağız içinde görünmesini engelleyerek hastalara alternatif bir seçenek sunmaktadır.

## **2.16 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZLERDE KULLANILACAK TUTUCU SİSTEMİN BELİRLENMESİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER**

Diş hekimleri için implant destekli hareketli protezlerde tutucu sistemin seçimi son derece kritik ve dikkatle düşünülmesi gereken bir karar olarak öne çıkmaktadır.

İmplant destekli overdenture protezlerin uzun vadeli başarısı, tutucu sistemin ne kadar iyi bir tutuculuk sağlayabildiğine ve bu tutuculuğun uzun süre boyunca korunabilmesine bağlıdır (Rutkunas et al., 2011). Klinik deneyimler, hangi tutucu sistemin implant destekli protez uygulamalarında daha üstün olduğu konusunda net bir görüş birliği sağlayamamıştır. Tutucu tipi seçiminde dikkate alınması gereken faktörler arasında; hastanın mevcut çene kemiği miktarı, ağızdaki dişlerin yerleşimi, implantların konumu ve açıları, implantlar arasındaki mesafe, çeneler arasındaki interoklüzal mesafe, istenilen protez stabilitesi, esneklik mekanizma türü, ağız hijyen düzeyi, hasta beklentileri ve ekonomik durumu yer almaktadır (Trakas et al., 2006). Buna ek olarak, diş hekimi ve teknisyenin bilgi düzeyi ve deneyimi, uygun bir tutucu sistemin seçilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Onur Geçkili et al., 2010).

Ayrıca, implant sayısı ve boyutu, implantların kret içindeki konumu, alveol kretinin rezorpsiyon miktarı, tutucuların üretildiği malzeme cinsi, tutucunun tasarımı, tutucunun boyutu, yaşanılacak teknik komplikasyonlar da mutlaka göz önünde

bulundurulmalıdır (Bergendal & Engquist, 1998; Pasciuta et al., 2005; Wismeijer et al., 1999).

## **2.17 İMPLANT DESTEKLİ HAREKETLİ PROTEZUYGULAMALARINDA, KULLANILAN TUTUCU SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI:**

İmplant destekli overdenture uygulamalarında tutucu sistemleri değerlendirmek için;

- İmplant ve protez uzun vadeli başarı oranı,
- Kemik yapısında meydana gelen değişiklikler (marjinal kemik kaybı),
- Yumuşak dokudaki değişiklikleri,
- Protez bakım gereksinimleri ve olası komplikasyonlar,
- Tutuculuk ve retansiyon özellikleri,
- Stres dağılımı ve emilimi,
- Hasta memnuniyeti,
- Maliyet faktörleri,
- Çiğneme fonksiyonunun etkinliği gibi faktörler göz önünde bulundurulmaktadır (Goodacre & Goodacre, 2017).

### **2.17.1 Uzun Vadeli Başarı Oranı**

Araştırmacılar, implantların uzun vadeli başarısını değerlendirmek için bar tutuculu sistemler gibi splintlenmiş tutucu sistemlerin etkisini incelemiştir. Bu çalışmalar, implantların daha yüksek sağkalım oranına sahip olup olmadığını araştırmıştır. Trakas ve ark. (Trakas et al., 2006) tarafından yapılan bir derleme çalışmasında, implant destekli overdenture protezlerde kullanılan tutucu tipinin, implantların başarısızlığında herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Gotfredsen ve Holm (Gotfredsen & Holm, 2000) tarafından yapılan çalışmada, overdenture uygulamalarında kullanılan tutucu sistemin, splintlenen veya splintlenmeyen olmasının bir önemi olmaksızın %100 başarı oranına ulaştığı belirtilmiştir.

Splintlenen ve splintlenmeyen tutuculu sistemlerin, implant ve protez için, uzun vadeli başarı oranı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur (Leão et al., 2018).

Araştırmalar, tutucu sistemin implantların klinik başarısını etkilemediğini göstermektedir. Bununla birlikte, kemik kalitesinin, kemik miktarının, ark morfolojisinin ve implant boyunun, implantların sağ kalım oranında etkili faktörlerden olduğu belirtilmektedir (Gotfredsen & Holm, 2000; Trakas et al., 2006).

### **2.17.2 Kemik yapısında meydana gelen değişiklikler (marjinal kemik kaybı)**

Marjinal kemik kaybı hakkında yapılan bir çalışmada splintlenmeyen tutucu sistemlerde, daha fazla marjinal kemik kaybı bulunmasına rağmen (Viswambaran et al., 2015), başka bir çalışmada, splintlenen ve splintlenmeyen tutuculu sistemler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunamamıştır (Leão et al., 2018).

İki farklı çalışmada, beş aylık bir takip süresinin ardından, splintlenen ve splintlenmeyen tutuculu sistemler arasında kemik kaybı açısından anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir (Jofre et al., 2010; Krennmair, Sütö, et al., 2012).

Altı çalışmayı içeren bir meta-analiz, marjinal kemik kaybı ile ilgili olarak splintlenen ve splintlenmeyen tutucu sistemleri karşılaştırdığında, bu iki sistem arasında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir (Elsyad & Khirallah, 2016; Gotfredsen & Holm, 2000; Jofre et al., 2010; Krennmair, Sütö, et al., 2012; Stoker et al., 2012).

Goncalves ve ark. (Burns et al., 2011; Cune et al., 2010; Gotfredsen & Holm, 2000; Naert, Alsaadi, & Quirynen, 2004; Stoker et al., 2012; Viswambaran et al., 2015) yaptığı bir derleme çalışmasında, bar, topuz tutuculu ve O-ring tutucu sistemlerinin kemik kaybı, tutuculuk, hasta memnuniyeti, çiğneme etkinliği açısından incelendiği altı çalışmada, kemik kaybı açısından her üç sistem arasında fark gözlenmemişken, sadece Elsyad ve Khirallah'ın (Elsyad & Khirallah, 2016; Goncalves et al., 2020) çalışmasında bukkal, distal ve mesial yüzeylerde topuz ve O-ring tutucularda daha fazla miktarda vertikal kemik kaybı olduğu belirtilmektedir.

### **2.17.3 Yumuşak Doku Değişiklikleri:**

İmplant üzeri hareketli protez uygulamalarında, tutucu sistemlerin yumuşak doku üzerine oluşturdukları etkilerin çoğu, üst çene implant destekli hareketli protezlerde gözlenmiştir (Büttel et al., 2009; Trakas et al., 2006). Alt çene overdenture protezlerde yumuşak doku değişiklikleri için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu söylenmektedir (Payne et al., 2001).

Manyetik sistemler, manyetik alan oluşturdıkları için topuz tutucu sistemlere göre daha fazla gıda birikimi ile ilişkilendirilmiştir. Bir araştırmada, iki implantın bir bar ile bağlandığı ve dört implantın üç bar ile bağlandığı tutucu protezler, topuz tutucu sisteme kıyasla implant çevresindeki diş etinde daha fazla kanama riski taşıdığı sonucuna varılmıştır (Trakas et al., 2006).

Stoumpis ve Kohal ile ark. (Stoumpis & Kohal, 2011)yaptıkları çalışmada, yumuşak dokunun kanama eğilimi, plak birikimi ve sulkus derinliği bakımından topuz ve bar tutucu sistemleri arasında anlamlı bir fark saptamamıştır. Bununla birlikte Karabuda ve ark. (Karabuda et al., 2008)gıda birikimi ile mukozanın kanama eğilimi arasında istatistiksel olarak belirgin bir ilişki gözlemlemiştir.

Yapılan başka bir çalışmada , peri-implant dokulardaki kanama ve tutucu tipi arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Tutucu tipinin implant çevresindeki dokularda kanama açısından önemli olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada yumuşak doku değişiklikleri, genellikle bar tutucu sistemlerde gözlenmiştir (Närhi et al., 2001).

Bar tutucu sistemler incelendiğinde, yumuşak doku problemlerin görülme sıklığında artış bulunmuştur. Bar tutuculu sistemlerde, implant çevresindeki yumuşak dokuların temizlenmesindeki zorluk nedeniyle, perimukozit ve yumuşak doku büyümelerinin olduğu bildirilmiştir (Karabuda et al., 2008).

#### **2.17.4 Protez bakım gereksinimleri ve olası komplikasyonlar:**

Araştırmacılar, implant destekli hareketli protezlerin başarısını artırmak için protezin bakım ihtiyaçlarının düzenli olarak belirlenmesi ve uzun dönemde takip edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu, protezin başarısını etkilemede oldukça etkilidir.

Protezin bakım gereksinimleri ve sıklığı, protezin tutucu sistem tipi, tutucu sistemin bağlantı türü, implantların sayısı ve konumu gibi birçok faktör tarafından etkilenebilir (Assaf et al., 2017). Bu etkenler, farklı çalışmalarda araştırmacılar tarafından farklı sonuçlar göstermiştir.

Kim ve ark. (Kim et al., 2012) oluşturdıkları derlemede, en sık görülen protez bakım ihtiyacının matriks ve/veya klips parçalarının etkinleştirilmesi olduğunu bildirmişlerdir.

Lee ve ark. (Lee et al., 2012) yaptıkları araştırmada, en sık protez bakım ihtiyacının, klips değiştirilmesi veya yeniden konumlandırılması ve kırık onarımı olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca protez bakım gereksiniminin implant sayısına bağlı olmadığını belirtmişlerdir.

İmplant destekli hareketli protezlerin komplikasyonları, biyolojik, protetik ve mekanik sorunlar olarak sınıflandırılmıştır (Goodacre & Goodacre, 2017). Tutucu sistemde zamanla oluşan tutuculuk kaybı mekanik komplikasyonlara örnektir. Böyle bir durumda tutucu ataşmanların yeniden aktive edilmesi veya yenilenmesi gerekmektedir. Overdenture protezlerde, en sık karşılaşılan komplikasyon türü retansiyon kaybıdır ve bu durum %30 oranında bildirilmektedir.

Protez kaidesinin onarılması, besleme yapılması veya yenilenmesi gibi işlemler, yapay dişlerde meydana gelen kırık, vida gevşemesi veya vida kırılması gibi protetik sorunlara örnek olarak verilebilir. Ağız hijyeni eksik olan hastalarda görülen yumuşak dokuda oluşan hiperplaziler en sık görülen biyolojik komplikasyondur (Bressan et al., 2012). İmplant çevresinde oluşan kemik kaybı ve implant başarısızlığı da biyolojik komplikasyonlar arasındadır (Vahidi & Pinto-Sinai, 2015; Vere et al., 2012).

Leao ve ark. (Leão et al., 2018) yaptığı çalışmaya göre, literatürlerdeki komplikasyonların çoğu splintlenen tutucu sistemlerde görülmüştür. Splintlenen tutucu sistemlerde en sık karşılaşılan sorunlar klips yapısının kırılması ve protezin astarlanma ihtiyacıdır. Öte yandan, splintlenmeyen tutucu sistemlerde ise en yaygın komplikasyon, protezin akril dişlerinde meydana gelen kırıklardır.

### **2.17.5 Tutuculuk ve retansiyon özellikleri**

İmplant destekli hareketli protezlerde tutucu sistemler, protezin hareketini kontrol altına alarak hastanın daha rahat ve stabil bir protez kullanımına sahip olmasını sağlar. Bu sayede hastalar, daha konforlu bir protez deneyimi yaşarlar (Warreth, Alkadhimi, et al., 2015). Hastanın beklentileri, gelecekte ortaya çıkabilecek biyolojik ve fonksiyonel sorunlar dikkatlice göz önünde bulundurulmalıdır (D. Mericske-Stern et al., 2000; Trakas et al., 2006).

İmplant destekli hareketli protezin yerinden çıkarılması için gereken kuvvete "retansiyon kuvveti" adı verilir ve bu kuvvet, protezin tutunma gücünü belirlemede büyük

bir öneme sahiptir. Bu yüzden, kullanılan tutucu sistemin tipi, bu faktörlerin değerlendirilmesinde kritik bir rol oynar. İmplant destekli hareketli protezlerde sıkça karşılaşılan bir komplikasyon, tutucu sistemlerin retansiyonunun azalmasıdır (Choi et al., 2017; Salehi et al., 2019). Bu nedenle, implant destekli hareketli protezinin uzun vadeli başarısı, tutuculuk kapasitesine bağlıdır (Choi et al., 2018). Alt çene overdenture protezinin çiğneme sırasında hareketini azaltmak için gereken minimum tutuculuk değeri, 5-7 N aralığında olmalıdır, bu değerler protezin yerinde kalmasını sağlamak için önemlidir (Salehi et al., 2019).

Protezin gün içinde düzenli olarak takılıp çıkarılması, tutucu sisteminde zamanla aşınma ve tutuculuk kaybına neden olan mikro ve makro hareketlere yol açabilir (Branchi et al., 2010; Choi et al., 2017; Salehi et al., 2019; Swain, 2009). Protezin kullanılmaya başlandığı ilk yıl protezin bakım gereksinimi açısından önemlidir ve bakım ihtiyacı oldukça fazladır (Trakas et al., 2006). 1 yıl kullanımdan sonra tutuculuk kapasitesi açısından değerlendirilmesi gereklidir (Choi et al., 2017).

Krennmair ve ark. (Krennmair, Seemann, et al., 2012) teleskop tutuculu ve bar tutuculu implant destekli hareketli protezleri değerlendirdikleri çalışmada, iki sistem için de hastaların kullanım esnasında minimum seviyede çaba sarf ettiklerini bildirmişlerdir.

İmplant destekli overdenture protezlerde Locator, Ball ve O-ring tutucu sistemlerinin incelendiği çalışmada, 1 yıl sonunda tüm tutucu sistemlerde tutuculuk kaybı olduğunu, fakat Locator tutucu sistemlerin kullanılabilirliğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Kleis et al., 2010; Troeltzsch et al., 2013).

Mackie ve ark. (Mackie et al., 2011) yaptıkları çalışmada, implant destekli overdenture protezlerde Locator tutucu sistem ve Ball tutucu sistem kullanmış, 3 yıllık kullanım sürecini değerlendirmişlerdir. İki implantla desteklenen overdenture protezlerde, kabul edilebilir bir protetik bakım dışında ek tedavi gerektirmeyen durumlar başarılı olarak değerlendirilmiştir. Kabul edilen protetik bakım, ilk yılda iki kez patris veya matris değişimi, beş yılda toplamda beş değişim veya beş yıl içinde overdenture'ın yeniden yapılması olarak belirlenmiştir. İki sistem arasında tutuculuk açısından anlamlı bir fark bulunmamışken; Locator tutuculu sistem uygulanan grupta protetik başarı oranı %90 olarak rapor edilmiştir.

Goncalves ve ark. (Goncalves et al., 2020) oluşturdıkları derlemede; bar, topuz tutuculu ve O-ring tutucu sistemleri, çiğneme etkinliği, hasta memnuniyeti ve kemik kaybı açısından karşılaştırmıştır. Burns araştırmasında, bar tutucu sisteminin tutuculuk değerlerinin topuz ve O-ring tutucu sistemlere göre daha yüksek olduğunu bulmuşken (Burns et al., 2011), başka bir çalışmada Van Kampen, tutucu sistemlerin benzer tutuculuğa sahip olduğunu bildirmiştir (Van Kampen et al., 2003).

İmplant destekli overdenture protezlerde tutuculuk kaybına sebep olan bir çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden bazıları: implantlar arası mesafe, implantlar arası açı, implantın kendi eksenini etrafında açılması ve gelen yer değiştirici kuvvetlerin yönüdür. Tutucu sistemlerde aşınmaya bağlı olarak ortaya çıkan değişiklikler, tutucu sistemin boyutundan, kullanılan malzemenin türünden ve tutucu sisteminin tasarımı gibi faktörlerden de etkilenebilir (Amiri et al., 2017; Swain, 2009).

#### **2.17.5.1 İmplantlar Arası Mesafe**

İmplantlar arası mesafenin, tutuculuk üzerine olan etkilerini araştıran sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Doukas et al., 2008; Marin et al., 2011; Michelinakis et al., 2006; Salehi et al., 2019; Shayegh et al., 2017). Yerleştirilen implantlar arası mesafe protezin tutuculuğu açısından önemlidir (Michelinakis et al., 2006; Salehi et al., 2019; Shayegh et al., 2017; Üçtaşlı).

İki implant arasındaki mesafenin (19 mm, 23 mm ve 29 mm) farklı değerlerde belirlendiği ve bu üç farklı mesafenin topuz, manyetik tutucu ve Hader bar sistemlerin tutuculuğa etkisinin incelendiği bir araştırma sonucunda, Hader barla birlikte, kırmızı veya sarı klips kullanılan sistemlerde, implantlar arasındaki mesafenin tutuculuk üzerinde belirgin bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır (Doukas et al., 2008).

Michelinakis ve ark. (Michelinakis et al., 2006) gerçekleştirdiği başka bir çalışmada, Hader bar, topuz ve manyetik sistemlerin, tutuculuğu üzerine etkisini incelemek için üç farklı implant arası mesafe değeri (19 mm, 23 mm ve 29 mm) kullanılmıştır. Bu çalışma, Doukas ve diğer araştırmacılar (Doukas et al., 2008) tarafından yürütülen çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu sonuçlar elde etmiştir. 23 mm'de, ortalama tutuculuk değeri, 29 mm ve 19 mm'de elde edilen ortalama tutuculuk değerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ancak iki çalışmada da,

splintlenmeyen tutucu sistemlerde (topuz ve manyetik tutucu) anlamlı istatistiksel sonuçlar bulunamamıştır.

Shayegh ve ark. (Shayegh et al., 2017) tarafından gerçekleştirilen çalışma, 19, 23, 29 mm olmak üzere üç farklı mesafede yerleştirilen implantlar için Locator sisteminin tutuculuğunu, bir yıllık klinik kullanımı taklit eden laboratuvar koşullarında değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde, implantlar arasındaki mesafe, Locator tutuculu sisteminin sadece başlangıç kuvvet değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir etki yapmaktadır.

### 2.17.5.2 *İmplantlar Arası Açı*

Splintlenmeyen tutuculu sistemlerde, etkili bir retansiyon elde etmek ve matrisin daha az aşınmasını sağlamak için yerleştirilen implantların birbirine paralel bir şekilde konumlandırılması önerilmektedir (Fakhry et al., 2010). Aynı zamanda yerleştirilmiş implantlar, komplikasyon görülme olasılığını ve sıklığını etkilemektedir (Daou, 2015; Warreth, Alkadhimi, et al., 2015).

İdeal tutucu sistemde, protezin tekrarlayan takıp-çıkarma siklusları sırasında implant üzerine daha az lateral kuvvet gelmeli; aynı zamanda tutuculuk kuvveti de yüksek olmalıdır (Yang et al., 2011).

Literatürde implant açılarının, iki implant destekli overdenture protezlerin tutuculuğu üzerine etkisinin değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur (Al-Ghafli et al., 2009; Alsaggaf et al., 2018; Elsonbaty et al., 2022; ELSyad, Emera, & Ashmawy, 2019; Kobayashi et al., 2014; Maniewicz et al., 2020; Ortegón et al., 2009; Patil et al., 2022b; Rabbani et al., 2015; Stephens et al., 2014; Sultana et al., 2017; Teimoori et al., 2018; Tokar & Uludag, 2018).

Suhail ve ark. (Al-Ghafli et al., 2009) yaptığı çalışmada implant analogları 0°,5°,10°,15°,20° derecelik mesial açı oluşturacak şekilde akrilik modellere gömülmüştür. 0° ve 5° derece açılar, bağlantı sisteminin bileşenleri değiştirilmeden önce en uzun ömrü göstermiştir.

Elsyad ve ark. (ELSyad, Emera, & Ashmawy, 2019) çalışmasında mandibular dişsiz akrilik modelde kanin dişi bölgelerine, 0°, 5°, 10° ve 20° distal eğimli iki adet

implant uygulanmıştır. Paralel, hafif (5°) ve orta (10°) distal implant eğimi ile daha fazla tutuculuk elde edilmiştir.

Stephens ve ark. (Stephens et al., 2014) yaptığı çalışmada implantlar arası 0°, 10° ve 20° derecelik distal açıları incelemişlerdir. Locator ataşmanlarının retansiyonu, 0° ile 20° aralığında implantlar arası açılanmadan olumsuz etkilenmemiştir. İmplant açılanmalarından bağımsız olarak naylon Locator patrislerinde benzer aşınma gözlenmiştir.

### **2.17.5.3 Tutucu Sistemin Yapıldığı Malzeme Türü**

Tutucu sistemlerde kullanılan malzemenin türü, uzun vadede etkili bir tutuculuğun sürdürülmesini mümkün kılmalıdır. Tutucu sistemlerde plastik, lastik, naylon, Polieterketonketon (PEKK), Polietereterketon (PEEK) gibi malzemeler kullanılmaktadır. Şu ana kadar ideal malzeme konusunda bir görüş birliği sağlanmış değildir. Tutucu sistem bileşenlerinin aşınma oranları incelendiğinde, plastik, lastik ve naylon bileşenler, metal yapıdaki tutucu sistem bileşenlerine göre daha duyarlıdır ve daha hızlı aşınabilirler (Swain, 2009). PEKK ile naylon tutucuların esneklik oranları birbirinden farklıdır. PEKK malzemesi, fazla oranda keto grubu içerdiğinden, esnekliği daha azdır (Naguib et al., 2019).

Poli aril eter ketonlar (PAEK; örnek PEEK ve PEKK) yüksek gerilme dayanıklılığına sahiptir. Naylonlar ile karşılaştırıldığında, PEEK ve PEKK sıklıkla düşük oranda su absorbe ederler (Maniewicz et al., 2020). Naylonlar üç-dört kat daha fazla su absorpsiyonu gösterebilirler (Fuhrmann et al., 2014; McKeen, 2017). Bu tez çalışmasında, Locator sistem matrikslerinde yüksek dayanıklılık özelliğine sahip olan PEEK materyali kullanılmıştır.

### **2.17.5.4 Tutucu Sistem Tasarım**

İmplant destekli overdenture protezlerin tutucu sistem tasarımı, protezin prognozu açısından önemlidir ve tasarım olabildiğince basit ve az bileşenden oluşmalıdır (Gulizio et al., 2005).

Topuz tutucu sistemlerde, matriks yapının patriks yapı üzerinde dönmesi, implantlar arasındaki açıların tolere edilmesine yardımcı olur. Paralel duvarlı patriks

yapılar ve derin tutucu andırkatlar, daha sınırlı bir esnekliğe sahiptir (Swain, 2009; Wiemeyer et al., 2001).

Locator tutucu sistem tasarımı, dayanağın dışında eksternal bir çıkıntıya, dayanağın okluzal kısmında internal bir girintiye sahiptir (Lavery et al., 2017). Ancak, internal boşluk hasta tarafından iyi temizlenmediğinde, gıda birikimi ve plak oluşumu görülebilir ve tutuculuğu olumsuz etkiler. Protezin tutucu parçaları tam olarak yerine oturmayabilir ve internal tutuculuk engellenebilir.

Locator R-Tx tutucu sistem, Locator sisteme alternatif olarak üretilmiştir. Daha küçük internal boşlukların bulunmasıyla gıda birikimi ve plak oluşumunu en aza indirir. CM-LOC tutuculu sistemlerinde, iç boşluk bulunmamaktadır.

#### **2.17.5.5 Tutucu Sistemin Boyutları**

Araştırmalara göre, büyük boyutlu matriks yapılara sahip topuz tutucu sistemler, küçük boyutlu alternatiflerine göre daha yüksek bir tutuculuk kuvveti sunmaktadır (Botega et al., 2004; Petropoulos & Smith, 2002). Bunun sebebi, patriks ve matriks arasında sürtünme yüzey alanının artmasıdır (Botega et al., 2004). Diğer splintlenmeyen tutucu sistemlerde de farklı kuvvetlerde tutuculuk sağlayabilmek için, boyutları artan patriksler bulunmaktadır. Bu tür tutucu sistemlerin naylon matriks bileşenleri, farklı tutuculuk seviyelerini belirtmek için boyutlarına bağlı olarak farklı renkler kullanılarak kodlanmaktadır.

Bar tutucu sistemleri gibi splintlenen tutucu sistemlerde, tutucu yüzeyin artırılması, hem tutuculuk kuvvetini artırır hem de topuz tutuculara kıyasla komplikasyon oranını azaltmaktadır (Goodacre et al., 2018).

#### **2.17.6 Stres Emilimi:**

Herhangi bir kuvvetin uygulandığı yüzey alanına oranı stres olarak tanımlanmaktadır (Carter et al., 1987).

Osseointegrasyon sonrası implantlar etrafındaki stres dağılımı, diş hekimliğinde dikkate alınan bir konudur (CICCIÜ et al., 2008). Çalışmalar stres dağılımının implantın uzunluğu, geometrisi ve çapından etkilendiğini göstermektedir (Trakas et al., 2006). Bu nedenle, overdenture protezlerde, tutucu sistemlerin oluşturduğu stresler sadece benzer geometriye, uzunluğa ve genişliğe sahip implantlar kullanıldığında mümkün olabilir.

Lauritano ve ark. (Lauritano et al., 2016) Locator ve topuz tutucu sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, sonlu eleman analizi kullanarak dikey kuvvetler altındaki davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, Locator tutucu sistemlerin, vertikal ve oblik kuvvetler altında biyomekanik olarak daha iyi olduğu saptanmıştır.

Başka bir araştırmada ise, topuz tutucuların, Locator tutuculara kıyasla protez kaidesinde daha fazla şekil değiştirmeye sebep olduğu tespit edilmiştir (Elsyad & Khirallah, 2016).

Trakas ve ark. (Trakas et al., 2006) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma, bar-klipsli ve topuz tutucularını stres açısından incelemiş ve bar-klipsli tutucularının kemik üzerine daha yüksek bir stres ilettiğini bildirmişlerdir.

#### **2.17.7 Hasta Memnuniyeti:**

Tutuculuk kapasitesi, hasta memnuniyeti açısından önemlidir. Hasta memnuniyetinin tutuculuk kuvveti ile doğrudan ilişkili olduğu düşünüldüğünde, tutuculuk kuvvetinin zamanla azalması ve hangi oranda azaldığı tutucu sistem seçiminde önemli unsurlardandır (Rutkunas et al., 2011; Salehi et al., 2019).

Bar, topuz ve mıknatıs tutucu sistemlerin değerlendirildiği bir çalışmada, hastaların memnuniyet seviyeleri her üç grupta benzer bulunmuş, fakat mıknatıs tutucu sistem, tutuculuk ve çiğneme konforu bakımından daha düşük puan almıştır (Naert, Alsaadi, van Steenberghe, et al., 2004).

Memnuniyeti ölçen diğer çalışmalarda, çeşitli tutucu sistemler denenmiş, ancak yalnızca mıknatıs tutucu sistemlerin hasta memnuniyeti değerlerinin diğer tutuculara göre daha düşük olduğu görülmüştür (Cune et al., 2005; Davis & Packer, 1999).

Stoumpis ve Kohal tarafından yapılan çalışmada, bar-klips tutucu sistemi kullanan hastalarda, hasta memnuniyetinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Stoumpis & Kohal, 2011).

Ancak, hangi tutucu sistemin hastayı daha fazla memnun edeceğinin değerlendirilmesi ve tahmin edilmesi oldukça zordur (Cune et al., 2005; Laverty et al., 2017).

### 2.17.8 Maliyet Faktörleri

Protez planlaması aşamasında, tedavi maliyeti ve diğer etkenler arasındaki ilişki değerlendirilmelidir. Maliyet açısından değerlendirildiğinde mıknatıs, topuz, Locator sistemleri gibi splintlenmemiş tutucu sistemlerin maliyeti genellikle düşüktür; bar ve teleskop tutuculu sistemlerin maliyeti daha yüksektir (Warreth, Alkadhimi, et al., 2015).

### 2.17.9 Çiğneme Fonksiyonunun Etkinliği

Tutucu sistem seçiminde temel amaç; çiğneme kuvvetlerinin mekanik ve biyolojik destek yapılar arasında travmatik olmayan bir şekilde dağılımını sağlamaktır. (Daou, 2015). Locator sistemi, çiğneme kuvvetlerini homojen bir şekilde dağıtabilir ve hastaya doğal bir hissiyat sunabilir.

Her bir tutucu sistemin avantajları ve dezavantajları; hasta özellikleri, maliyet, estetik tercihler ve diğer faktörler göz önüne alınarak değerlendirilmelidir. Çiğneme fonksiyonu açısından en uygun tedavi seçeneğini belirlemek, genellikle hasta ve hekim arasında birlikte alınan kararlarla belirlenir.

## 2.18 KULLANILAN TUTUCU SİSTEMLERİN, TUTUCULUK KUVVET DEĞERLERİNİN ÖLÇÜMÜ

**Gerilim (stres):** Gerilme; cismin, birim alanına gelen kuvvet miktarıdır. Bir yüzeye bir kuvvet uygulandığında, bu kuvvetin etkisine karşı zıt bir direnç meydana gelir. Bu reaksiyon, uygulanan dış kuvvetle aynı büyüklükte ve ters yönde ortaya çıkar.

Oluşan bu iç reaksiyona stres denir (Cowin et al., 1991).

Stres, kuvvetin bir yüzey alanına bölünmesiyle hesaplanır ve genellikle Pascal (Pa) cinsinden ifade edilir. Bu birim, 1 Pascal'ın 1 Newton gücünün bir metrekarelik alana uygulandığında elde edildiği anlamına gelir. Ayrıca, 1 Pa, 1 Megapascal (MPa) veya 1 Newton/mm<sup>2</sup> gibi daha büyük ölçekli birimlerle de ifade edilebilir.

Uygulanan kuvvete bağlı olarak, gerilim üç sınıfta incelenir.

- *Çekme Gerilimi:* Aynı yönde ve karşı yönde etki eden iki kuvvetin neden olduğu gerilmeleri ifade eder. Bu durumda malzeme üzerinde zorlama ve gerilme meydana gelir.

- *Makaslama Gerilimi:* Malzeme üzerine farklı doğrultuda ve zıt yönde etki eden kuvvetlerin etkisiyle, paralel ve ters yönde molekül hareketlerini ifade eder.
- *Sıkışma Gerilimi:* Aynı doğrultuya ve zıt yöne sahip iki kuvvet bir malzeme üzerine uygulandığında oluşan gerilmeleri ifade eder.

**Gerinim (Strain):** Gerinim, bir cisme uygulanan stresin etkisiyle meydana gelen birim uzunlukta değişikliği ifade eder. Gerilmenin standart bir ölçü birimi olmayabilir ve özel bir ölçü birimine ihtiyaç duyabilir (Caputo & Standlee, 1987; Craig, 1980; Zaimoğlu et al., 1993).

Elastik deformasyon, stres kaldırıldığında atomların eski konumlarına geri dönmesi ve bu değişikliğin geri dönüşebilir olmasıdır. Plastik deformasyon ise, atomların yerlerinden oynaması sonucu geri dönüşümsüz değişikliklere yol açan bir gerilim sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Stres, birim alana düşen bileşke kuvveti aştığında, enerji atomların tamamen ayrıldığı bir noktaya taşınabilir. Bu noktada malzeme kopabilir veya kırılabilir (Zaimoğlu et al., 1993).

Dental materyallere çekme testi yapmak için, genellikle Universal Test Cihazları kullanılır (Yang et al., 2011). Test cihazında gerçekleştirilen çekme testi sırasında, bir nesneye çekme kuvveti uygulanır ve bu kuvvetin neden olduğu stres ölçülür. Testin uygulanması kolay ve standart bir işlemdir (O'Brien, 2002). Bu test sırasında, tutucu ataşmanlara kuvvet uygulanır ve bu ataşmanlar ayrıldığı andaki kuvvet değeri kaydedilir (Abi Nader, De Souza, Fortin, De Koninck, Fromentin, & Albuquerque Junior, 2011). Farklı çekme hızları denenebilir, ancak genellikle araştırmalarda 50 mm/dk çekme hızı kullanılması yeterli bulunmuştur (Alsabeeha et al., 2010).

## **2.19 KULLANILAN TUTUCU SİSTEMLERİN 3D YAZICILAR KULLANILARAK MODELLERE AKTARILMASI**

3D yazıcı, üç boyutlu nesnelere genellikle bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımı kullanarak katman katman oluşturan bir teknolojidir. 3D yazıcılar diş hekimliğinde; model oluşturmada, özel olarak tasarlanmış protez ve implant üretiminde,

geçici restorasyonlarda, cerrahi planlamalarda ve eğitim modelleri üretiminde kullanılmaktadır (Dawood et al., 2015).

Bu tez çalışmasında, güncel teknolojilerden ve çalışmalardan faydalanarak, implant destekli overdenture protezi simüle etmek amacıyla, SLA (Stereolitografi) 3D yazıcı kullanılmıştır. SLA, "Stereolitografi"nın kısaltmasıdır ve bu terim, özellikle bir tür 3D yazıcı teknolojisi için kullanılmaktadır. SLA 3D yazıcılar, bir sıvı reçine kullanarak hazırlık, dönüşüm, baskı, katman katman işleme, temizlik ve sertleştirme adımları sonrasında üç boyutlu nesnelere oluştururlar (Kafle et al., 2021).



### 3 GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında yürütüldü. TOGÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2023/28 numaralı proje ile desteklendi. Örnekler hesaplanırken; referans makale (Al-Ghafli et al., 2009) sonuçlarına göre etki büyüklük değeri 1,3 olarak elde edildi. Bu hesaplamaların sonucunda, %80 power analizi ile;

-Hata payı ( $\alpha$ ) = 0.05

-Etki büyüklüğü (effect size) = 1,3

-Testin gücü ( $1-\beta$ ) = 0.8 alındı.

Analiz sonuçlarına göre yapılacak çalışmaya en az 18 (3 Grup) denek dâhil edilmesi gerekiyordu. Testin gücü ( $1-\beta$ ) = 0.80'i sağlayacak şekilde  $n=6$  olarak belirlendi ve 36 örnek kullanıldı. Çalışma için 72 adet implant analogu, 72 adet Locator abutment ve 72 adet yeşil PEEK matriks, 36 adet implant analoglarının yerleştirileceği rezin blok ve 36 adet metal kepin yerleştirileceği, protezi simüle eden rezin blok ile çalışma yapılması planlandı. Çalışmada kullanılan tutucu sistemin özellikleri, üretici firma ve adet Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

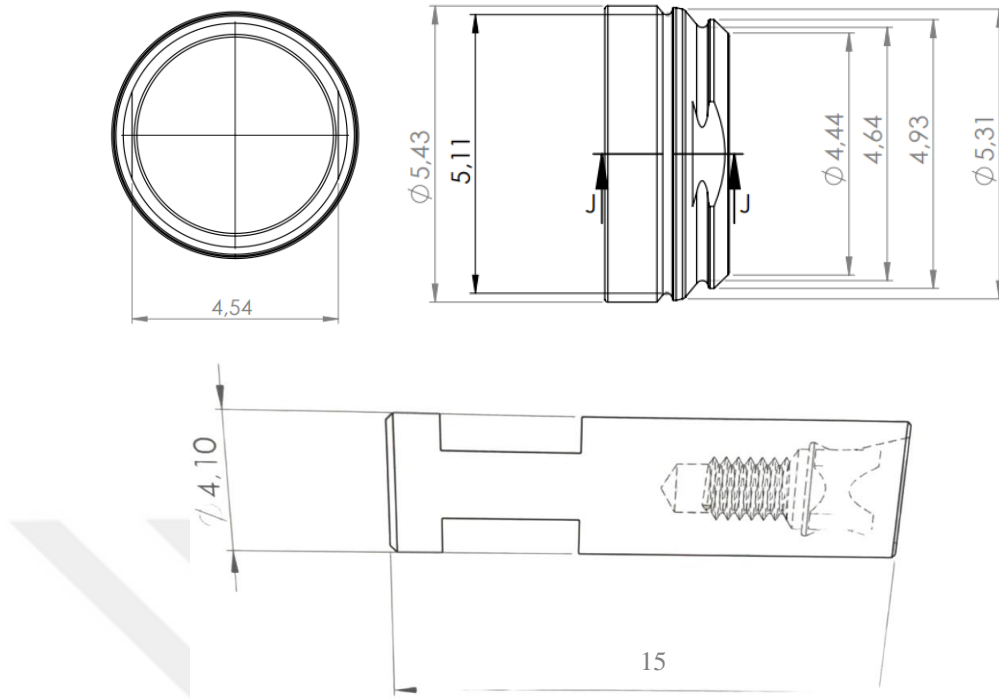
Çalışmada test edilecek örnekler gruplandırıldı. İmplant analogları arası mesafenin 12 mm olduğu grup Grup I ( $n=18$ ) ve implant analogları arası mesafenin 22 mm olduğu grup Grup II ( $n=18$ ) olarak belirlendi. İmplant analoglarının sagittal düzlemle yaptığı açılara ve yeşil (orta) ( $n=6$ ) renk kodlu PEEK matrikslere göre alt gruplar oluşturuldu (Tablo 3.2).

**Tablo 3.1** Çalışmada kullanılan tutucu sistem ve özellikleri

Tutucu Sistem	Üretici Firma	Özellik	Adet
İmplant Analogu	Bilimplant İstanbul,Türkiye	4,1 mm çap 15 mm uzunluk	72
Locator Dayanak	Bilimplant İstanbul,Türkiye	3 mm dişeti yüksekliği	72
Locator matrisi	Bilimplant İstanbul,Türkiye	PEEK 4,5 mm çap Yeşil renk kodu	72
Metal housing(kep)	Bilimplant İstanbul,Türkiye	5,4 mm çap 2.1 mm uzunluk	72

**Tablo 3.2** Örneklerin gruplandırılması

	İmplant Analogları Arası Mesafe 12 mm (Grup I)	İmplant Analogları Arası Mesafe 22 mm (Grup II)
İmplant Analogları Lingual Eğim Açısı: 0°	Yeşil (Orta) n=6 Grup IA	Yeşil (Orta) n=6 Grup IIA
İmplant Analogları Lingual Eğim Açısı: 5°	Yeşil (Orta) n=6 Grup IB	Yeşil (Orta) n=6 Grup IIB
İmplant Analogları Lingual Eğim Açısı: 10°	Yeşil (Orta) n=6 Grup IC	Yeşil (Orta) n=6 Grup IIC



Şekil 3.1 Bilimplant Locator tutucu sistem boyutları

Tez çalışmamızda yapılan işlemler:

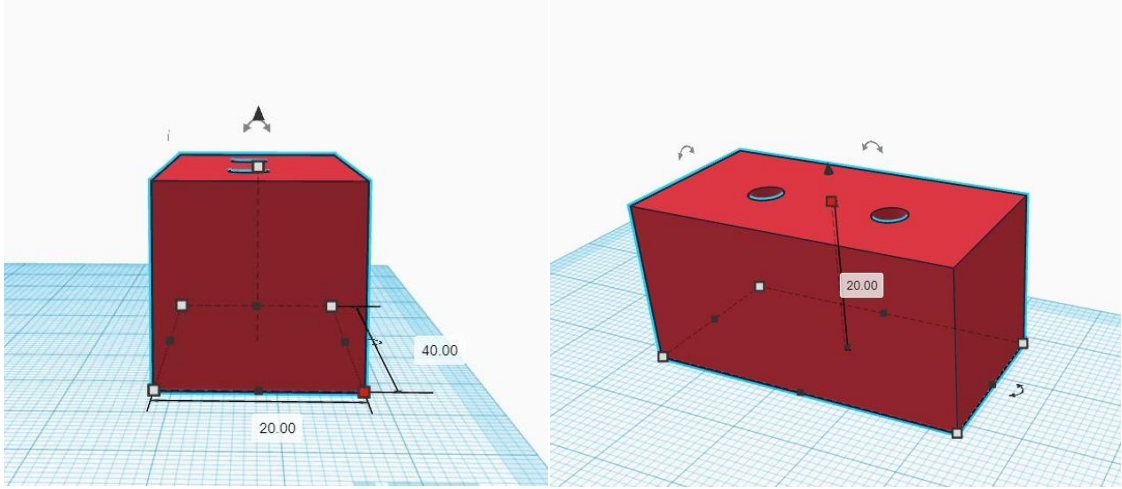
1. İmplant analoglarının ve metal keplerin yerleştirildiği, alt çeneyi ve protezi taklit eden fotopolimer rezin blokların 3D yazıcı ile tasarlanması ve hazırlanması
2. İmplant analoglarının hazırlanan örneklere yerleştirilmesi, dayanaklarla birleştirilmesi ve belirlenen Newtonla torklanması
3. Abutment ve matrikslerin bağlanması ve polimerize edilmesi
4. Başlangıç tutuculuk testi yapılan proteze takma çıkarma siklus testlerinin uygulanması ve tutuculuk testi uygulanması
5. Tutucu sistem parçalarının elektron mikroskobu (SEM) altında incelenmesi
6. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analiz

### 3.1 İMPLANT ANALOGLARININ VE METAL KEPLERİN YERLEŞTİRİLDİĞİ, ALT ÇENEYİ VE PROTEZİ TAKLİT EDEN FOTOPOLİMER REZİN BLOKLARIN 3D YAZICI İLE TASARLANMASI VE HAZIRLANMASI

Tez çalışmasında kullanılacak modeller, 20x40x20 mm boyutlarda dikdörtgen prizması şekilde, standardize olması amacıyla bilgisayar programı (AUTODESK, Tinkercad,ABD) üzerinden tasarlandı ve SLA 3D yazıcı (ELEGOO Saturn 3 Ultra 12K,Çin) ile (Şekil 3.2) fotopolimer rezin (ELEGOO Stanndart UV Reçine-Beige, Çin) kullanılarak oluşturuldu (Şekil 3.3).

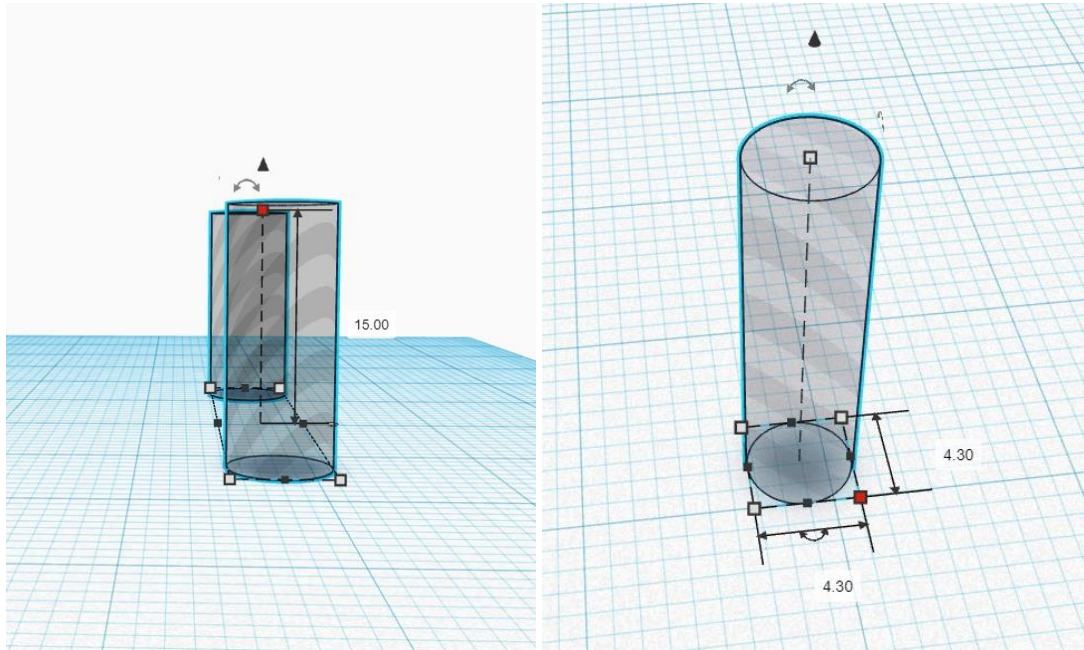


Şekil 3.2 3D yazıcı ve blokların oluşturulma görüntüsü

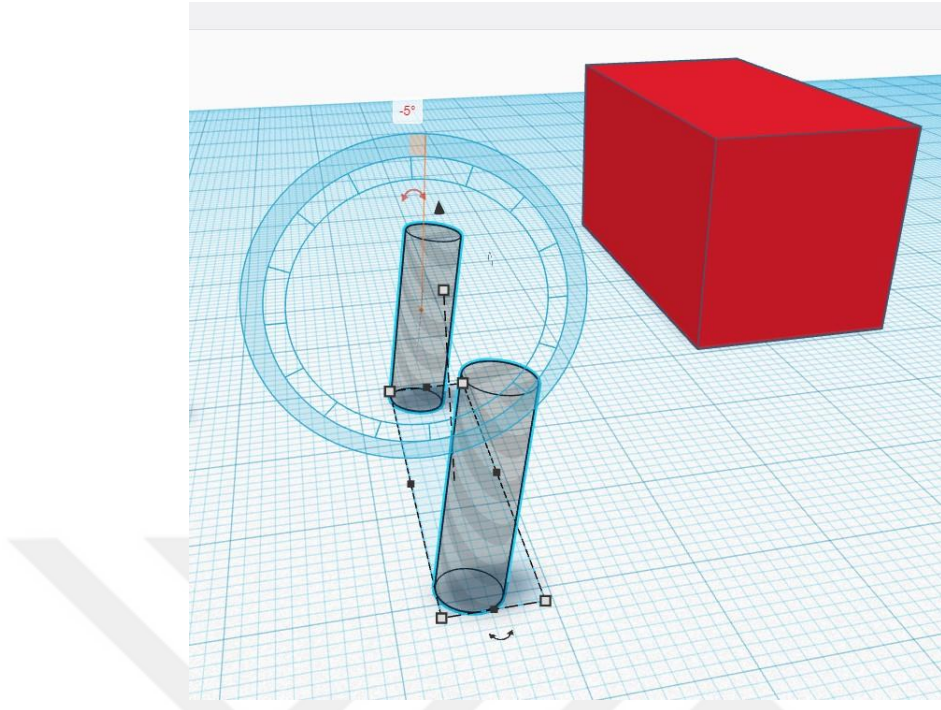


Şekil 3.3 Rezin blokların boyutlarının bilgisayar yardımıyla tasarlanması

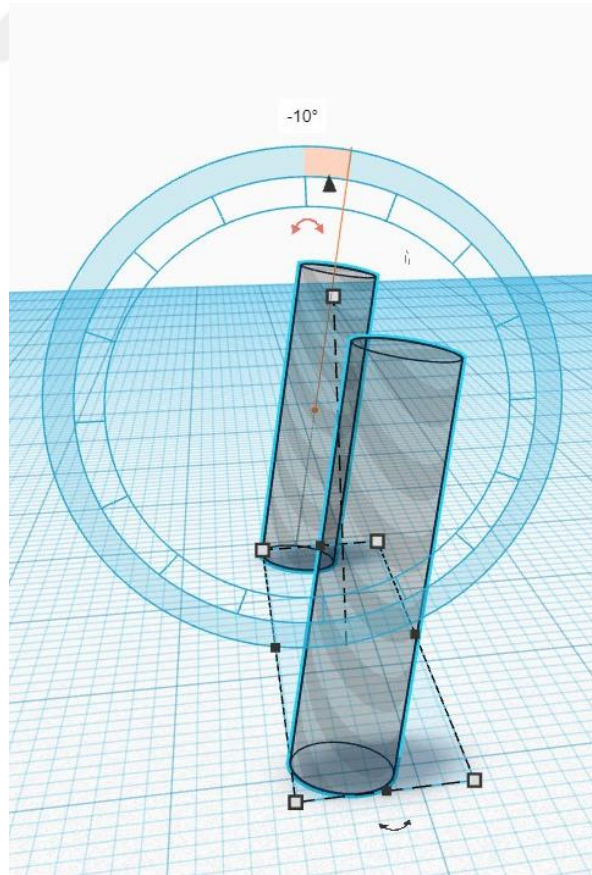
Alt çeneyi simüle eden 3D bloklar oluşturulurken, analogların yerleştirileceği noktalara belirlenen açılara ( $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$  derece) ve analog boyutlarına ( $4,3 \times 15$  mm) uygun olacak şekilde boşluklar açıldı (Şekil 3.4),(Şekil 3.5),(Şekil 3.6).  $4,1$  mm çapındaki analoglar için  $4,3$  mm'lik tasarım yapılarak yapıştırma materyali için her yönde  $100 \mu\text{m}$  mesafe bırakıldı. Protezi simüle eden bloklar için de metal kep boyutlarına uygun ( $6 \times 7$  mm), dayanakların denk geleceği noktalara açılı oluklar tasarlandı.



Şekil 3.4 Analog tasarımı

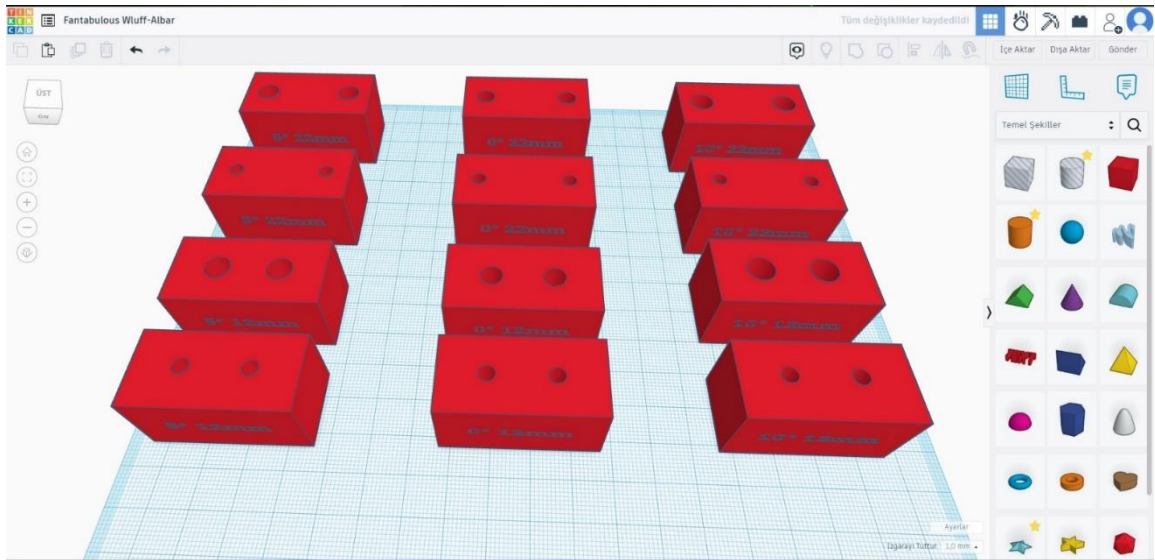
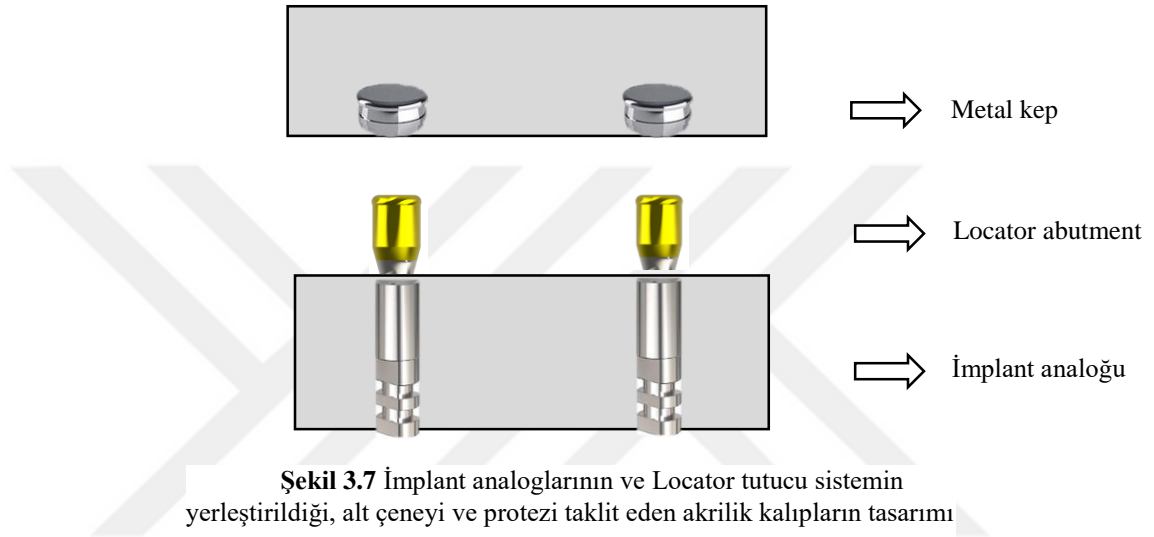


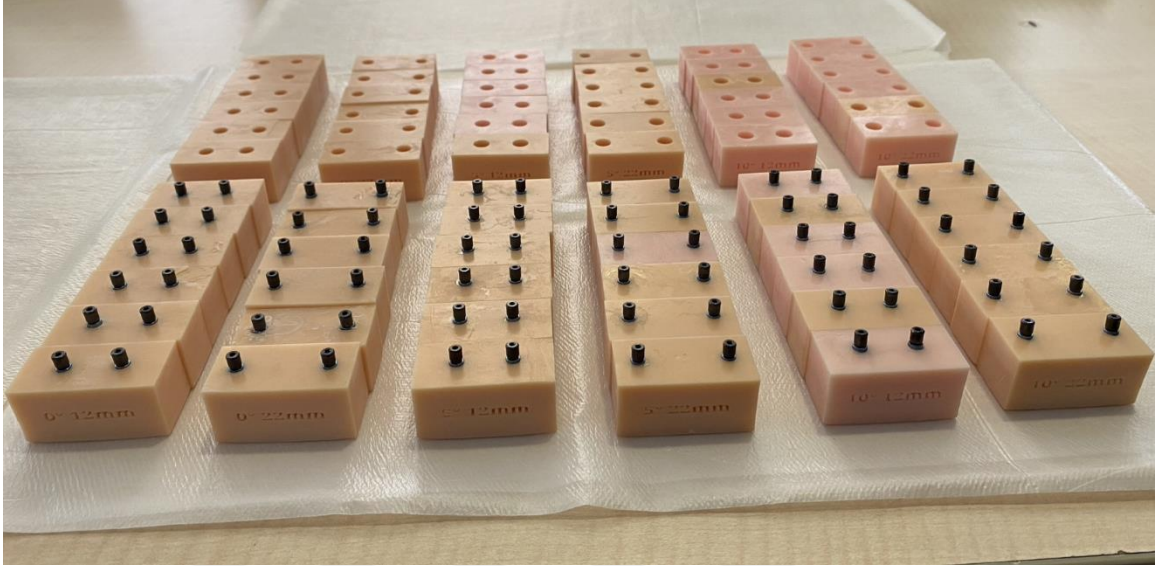
Şekil 3.5 5° derece lingual eğimli analog tasarımı



Şekil 3.6 10° derece lingual eğimli analog tasarımı

Fotopolimer rezin blokların alt parçası, implant analoglarının yerleştirildiği alt çeneyi taklit ederken; üst parçası, tutucu sisteme ait metal keplerin yerleştirildiği hareketli protezi taklit etti (Şekil 3.7). Parçaların gruplandırılması ve bukkal/lingual yüzeyin daha kolay belirlenmesi için, açığı ve mesafe özellikleri örnekler üzerine kazınarak hazırlandı (Şekil 3.8)(Şekil 3.9)(Şekil 3.10)(Şekil 3.11).

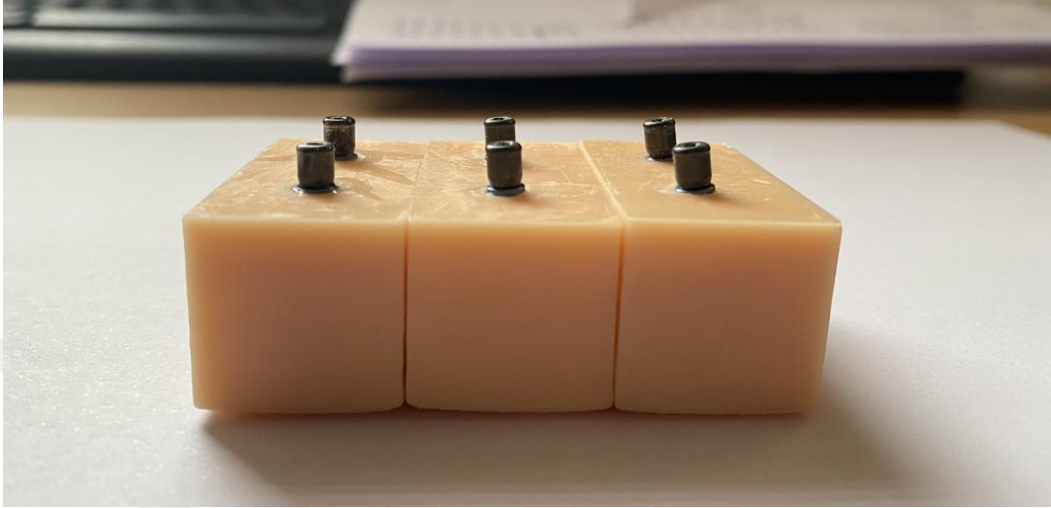




Şekil 3.9 Hazırlanmış implant analoglarının yerleştirildiği alt modeller ve protezi simüle eden üst modeller



Şekil 3.10 Hazırlanmış modellerin lingual açılanmaları izlenmekte

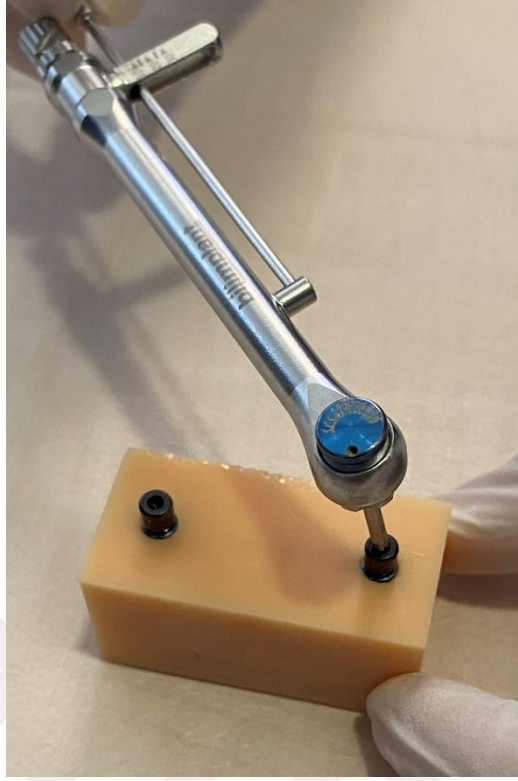


Şekil 3.11 Sırasıyla 0°, 5°,10° derece lingual eğimli yerleştirilen abutmentlar

### 3.2 İMPLANT ANALOGLARININ HAZIRLANAN ÖRNEKLERE YERLEŞTİRİLMESİ, DAYANAKLARLA BİRLEŞTİRİLMESİ VE BELİRLENEN NEWTONLA TORKLANMASI

Örneklere açılan oluklara, çapı 4,1 mm ve boyu 15 mm olan implant analogları (Bilimplant,Türkiye), oda ısısında polimerize olan akril (Akrodent,Türkiye) ilave edilerek yerleştirildi.

3 mm dişeti yüksekliğine sahip 72 adet Locater abutment (Bilimplant, İstanbul, Türkiye) implant analoglarının üzerine, üretici firmaya ait bir anahtar kullanılarak yerleştirildi ve tork anahtarı ile üretici firmanın önerdiği şekilde 30 N/cm kuvvetinde torklandı (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Locator abutmentlarının torklanması

### 3.3 ABUTMENT VE MATRİKSLERİN BAĞLANMASI VE POLİMERİZE EDİLMESİ

İç kısmında laboratuvar lastiği bulunan metal kepler, abutmentların üzerine yerleştirildi ve protezi taklit eden rezin blokların üzerinde, metal kepler için 0°, 5° ve 10°derece eğimli 3D yazılı ile özel olarak tasarlanmış 6 mm çapında ve 7 mm uzunluğundaki rehber olukların, abutmentların üzerine yerleştirilen kepler ile uyumu kontrol edildi.

Abutment ve matrikslerin bağlanma işlemi sırasında, metal kep ile zemin arasında açıkta kalan abutment, akrilik rezin sızmasının engellenmesi için teflon bant ile sarılarak izole edildi (Şekil 3.13). Aynı şekilde, alt çeneyi taklit eden blok ile protezi taklit eden rezin blok arasına akrilin yapışmasının engellenmesi için, örnek yüzeyi pudralı eldiven ile izole edildi (Şekil 3.14).



Şekil 3.13 Teflon bant ile izolasyon

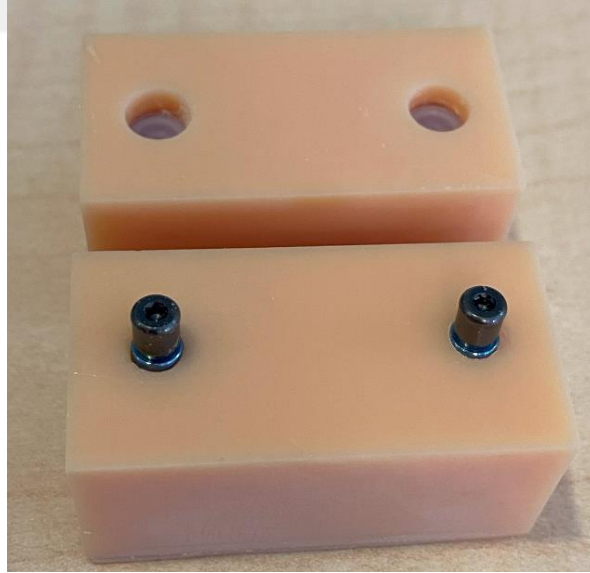


Şekil 3.14 Pudralı eldiven ile yüzeyin izolasyonu

Daha sonra bu oluklara toz/likit şeklinde karıştırılan oda ısısında polimerize olan akrilik rezin (Akrodent,Türkiye) karıştırılarak koyuldu ve bloklar karşılıklı olarak birleştirildi (Şekil 3.15). Polimerizasyonun tamamlanması için beklenildi ve taşan akrilik rezin temizlendi (Şekil 3.16). Bu işlem, toplamda 36 adet model elde edilene kadar tekrarlandı.

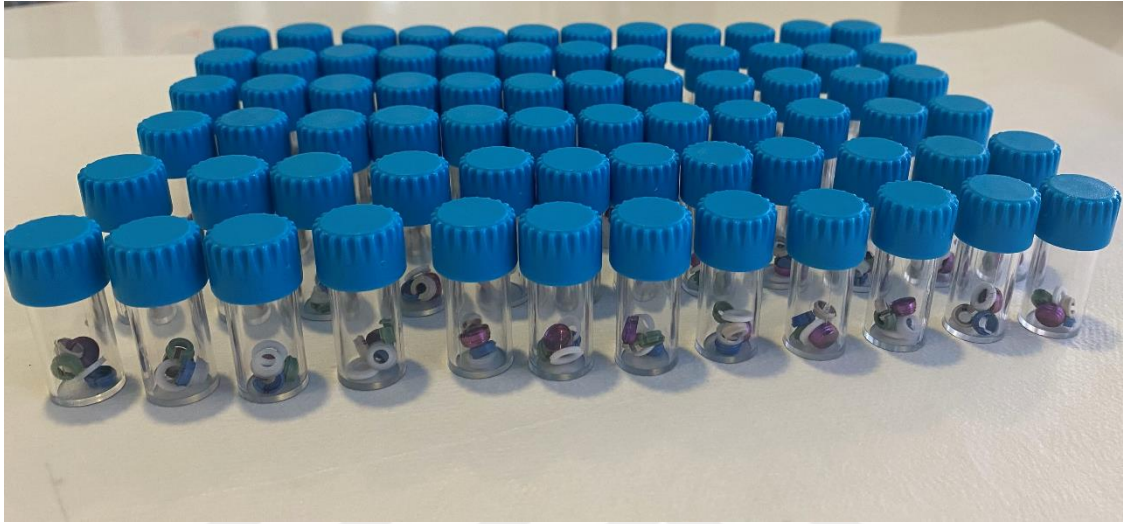


Şekil 3.15 Dayanak ve matrisin birleştirilmesi

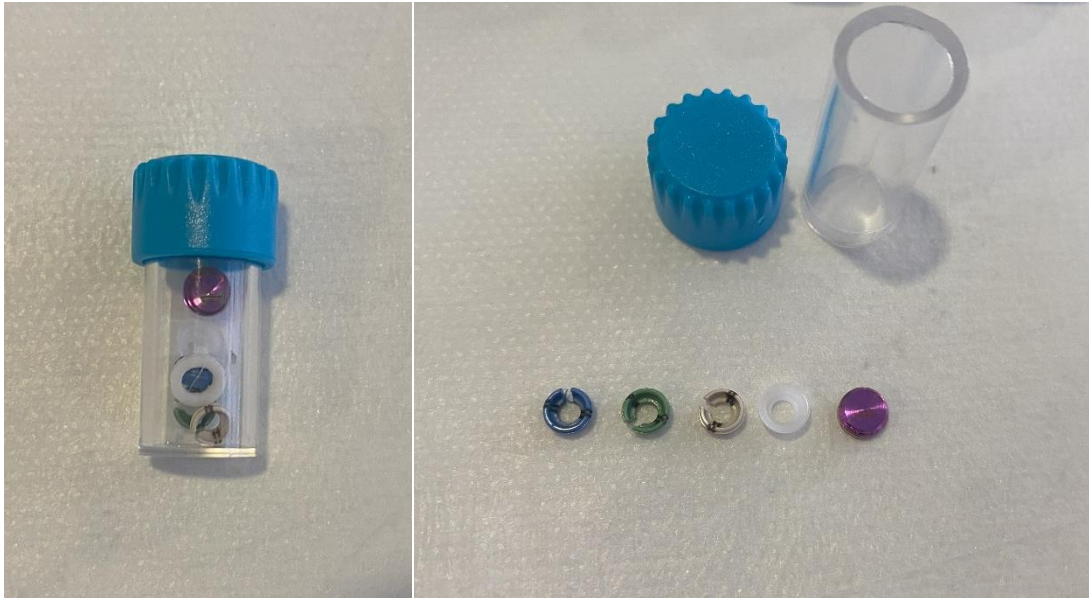


Şekil 3.16 Polimerizasyon tamamlanması sonra dayanak ve laboratuvar matrisleri bulunan metal kepler

Tüm modeller elde edildikten sonra metal keplerin içindeki şeffaf laboratuvar lastikleri (Şekil 3.17), (Şekil 3.18) firmanın matriksi çıkarması için önerdiği locator core tool ile çıkartıldı ve 72 adet metal kep içerisinde, yeşil lastik tutucular yerleştirildi (Şekil 3.19).



Şekil 3.17 Çalışmada kullanılan 72 adet metal kep ve farklı renk kodlarında lastik tutucular



Şekil 3.18 (Sağ) Sırasıyla metal kep, şeffaf laboratuvar lastiği, Gri/yumuşak lastik, Yeşil/orta lastik, Mavi/sert lastik



Şekil 3.19 Tutuculuk testlerine hazır örnekler

### 3.4 BAŞLANGIÇ TUTUCULUK TESTİ YAPILAN PROTEZE TAKMA ÇIKARMA SİKLUS TESTLERİNİN UYGULANMASI VE TUTUCULUK TESTİ UYGULANMASI

Örneklerin tutuculuk deneyleri, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında Universal Test Cihazında (SHIMADZU Autograph AGS-X Series, Japonya) yapıldı (Şekil 3.20).

Tutucu parçalara, Universal Test Cihazı kullanılarak birbirinden ayrılana kadar kuvvet uygulandı ve tam ayrılma noktasındaki kuvvet değeri kaydedildi. Deneylerde, örnekler 50 mm/dakika hızla çekme testi uygulandı ve tutucu parçaların ayrılma kuvveti, Newton (N) cinsinden ölçülerek kaydedildi.



Şekil 3.20 Universal test cihazı

Örneklerin başlangıç tutuculuk kuvvetleri Universal Test Cihazı'nda ölçüldükten sonra, takma çıkarma siklusları, dakikada 20 defa olacak şekilde manuel olarak gerçekleştirildi.

Hastanın protezlerini; sabah (yerleştirme), kahvaltı sonrası (çıkarma ve yerleştirme), öğle yemeği sonrası (çıkarma ve yerleştirme), akşam yemeği sonrası (çıkarma ve yerleştirme) ve yatmadan önce (çıkarma) şeklinde günde 4 kez takıp çıkardığı düşünüldü.

1 ay, 30 gün kabul edildiğinde ; 360 siklus 3 ay, 720 siklus 6 ay ve 1440 siklus 12 ay (1 yıl) takıp çıkarma işlemine karşılık gelmiştir. Örnekler, 360 takma/çıkarma işlemi gerçekleştirildikten sonra Universal Test Cihazında tutuculuk değerleri ölçüldü. Bu adımlar, 720 siklusla eşdeğer 6 aylık bir süre için ve aynı şekilde 1440 siklusla eşdeğer 12 aylık bir süre için tekrarlandı. Universal Test Cihazında, her bir örnek için 10 kez ölçüm gerçekleştirildi.

### 3.5 TUTUCU SİSTEM PARÇALARIN ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM) ALTINDA İNCELENMESİ

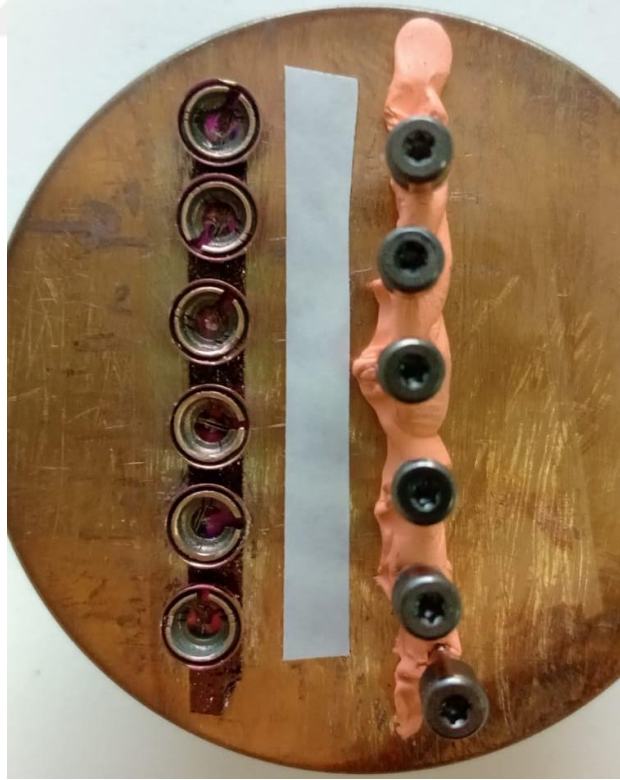
Tutucu sistem parçaları, akril bloklardan ayrılarak, Ordu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında (ODÜMARAL) elektron mikroskobu altında (Hitachi SU1510, Tokyo, Japonya) incelendi (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Taramalı Elektron Mikroskobu



Şekil 3.22 Plakaya sabitlenen metal kep ve kaplamasız yeşil lastik örnekler



Şekil 3.23 Plakaya sabitlenen örnekler



**Şekil 3.24** Plakaya sabitlenen sputter kaplama ile altın kaplanmış lastik örnekler

SEM görüntüleme öncesinde, örnekler bant kullanılarak numune plakasına sabitlendi (Şekil 3.22)(Şekil 3.23). Yeterli iletkenliği sağlamak ve daha yüksek kaliteli görüntüler elde etmek için incelenecek olan lastik örnekler, 15 mA'de 10 nanometre(nm) dalgaboyunda, 1 dakika boyunca plazma kaplama cihazı kullanılarak (SBC-900-C, Pekin, Çin) altın ile sputter kaplama yapıldı (Şekil 3.24)(Şekil 3.25).



**Şekil 3.25** Sputter kaplama cihazı

### 3.6 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Veriler SPSS for Windows 17.0 (IBM SPSS Statistics, ABD) programına aktarıldı. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) katsayıları hesaplandı. Skewness ve Kurtosis değerlerinin -1.5 ile +1.5 olduğu ve bu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edildi. İki grup arasındaki farklılığın incelenmesi için bağımsız örneklem t testi kullanıldı. İki grup arasındaki olası farklılıklar ise tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) ile değerlendirildi. Varyans homojenliği Levene testi ile kontrol edildikten sonra, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı Bonferroni testiyle belirlendi. Zaman içindeki değişimlerin ölçümü için Tekrarlanan Ölçüm ANOVA testi kullanıldı ve elde edilen sonuçlar tablolar halinde sunuldu. Anlamlılık düzeyi olarak  $P < 0,05$  kabul edildi.

## 4 BULGULAR

Araştırma verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için öncelikle Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) katsayıları hesaplanmıştır. Skewness ve Kurtosis değerlerinin -1.5 ile +1.5 olduğu ve bu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edildi (Tabachnick et al., 2013). Tablo 4.1'deki değerler incelendiğinde başlangıç (Skewness = -.45 ve Kurtosis = -.39), 3.ay (Skewness = .07 ve Kurtosis = -1.14), 6.ay (Skewness = -.385 ve Kurtosis = -.12) ve 1 yıllık takma çıkarma siklusları (Skewness = .42 ve Kurtosis = .28) ölçümleri için hesaplanan çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.5 ile +1.5 arasında değiştiği görülmektedir. Bu değerler verilerin normal dağılım gösterdiği ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar dikkate alınarak hipotez testleri için parametrik test teknikleri kullanılmıştır.

**Tablo 4.1** Tanımlayıcı istatistik ve çarpıklık basıklık katsayıları

Ölçümler	N	$\bar{X}$	Ss	Skewness	Kurtosis
Başlangıç	36	198,69	42,08	-,45	-,39
3.ay	36	131,61	22,59	,07	-1,14
6.ay	36	99,39	16,56	-,38	-,12
12.ay	36	65,76	14,87	,42	,28

#### 4.1 TUTUCULUK DEĞERİ İLE İLGİLİ BULGULAR

Bu çalışmada, implantların tutuculuk kuvvetleri Newton (N) cinsinden ölçülmüştür. Örnekler, iki farklı implant yerleştirme mesafesi (12 mm ve 22 mm) ve üç farklı implant yerleştirme açısı (0° derece, 5° derece, 10° derece) kullanılarak değerlendirilmiştir. Ölçümler, başlangıçta ve manual yöntemlerle 3 ay, 6 ay ve 1 yıl boyunca gerçekleştirilen 360, 720 ve 1440 takma/çıkarma sikluslarından sonra yapılmıştır. Her grup için başlangıç, 3 ay, 6 ay ve 1 yıl sonundaki ortalama tutuculuk kuvveti değerleri, Newton cinsinden Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'deki gibidir.

**Tablo 4.2** İmplantlar arası mesafeye ve açığa göre Newton (N) cinsinden tutuculuk değerleri (ortalama ± standart sapma)

Zaman	n	12 mm			22 mm		
		0°	5°	10°	0°	5°	10°
		ort±ss	ort±ss	ort±ss	ort±ss	ort±ss	ort±ss
<b>Başlangıç</b>	<b>6</b>	140,81± 29,24	234,28± 30,21	190,03± 25,32	200,71± 23,00	226,31± 34,76	200,00± 41,23
<b>3.ay</b>	<b>6</b>	114,18± 20,36	131,44± 21,01	135,78± 20,35	135,65± 25,07	144,98± 24,75	127,62± 20,58
<b>6.ay</b>	<b>6</b>	86,22± 19,14	93,48± 16,47	105,88± 8,35	94,56± 16,89	111,97± 9,59	104,20± 16,99
<b>12.ay</b>	<b>6</b>	59,42± 18,24	69,65± 11,82	67,18± 12,25	74,57± 15,70	61,44± 19,44	62,32± 10,06

**Tablo 4.3** İmplantlar arası mesafe ve açıların zamana göre Newton cinsinden tutuculuk değerleri ve istatistiksel sonuçlar; t: Bağımsız Örneklem T testi ;\* P değeri 0,05 düzeyinde anlamlıdır;F:Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi ;Aynı üst indis istatistiksel benzerliği göstermektedir.

		Başlangıç	3.Ay	6.Ay	12.Ay	F;p (Zaman)	F;p (GrupxZaman)
		Tutuculuk Değeri	Tutuculuk Değeri	Tutuculuk Değeri	Tutuculuk Değeri		
		ort±ss	ort±ss	ort±ss	ort±ss		
0° derece	12 mm	140,81± 29,24 <sup>a</sup>	114,18± 20,36 <sup>ab</sup>	86,22± 19,14 <sup>bc</sup>	59,42± 18,24 <sup>c</sup>	<b>18,755;</b> <b>&lt;0,001*</b>	<b>4,999;</b> <b>0,010*</b>
	22 mm	200,71± 23,00 <sup>a</sup>	135,65± 25,07 <sup>b</sup>	94,56± 16,89 <sup>c</sup>	74,57± 15,70 <sup>d</sup>	<b>58,863;</b> <b>&lt;0,001*</b>	
<b>P</b>		<b>3,945;</b> <b>0,003*</b>	1,629; 0,134	0,800; 0,442	1,541; 0,154		
5° derece	12 mm	234,28± 30,21 <sup>a</sup>	131,44± 21,01 <sup>b</sup>	93,48± 16,47 <sup>b</sup>	69,65± 11,82 <sup>c</sup>	<b>104,820;</b> <b>&lt;0,001*</b>	1,541; 0,241
	22 mm	226,31± 34,76 <sup>a</sup>	144,98± 24,75 <sup>b</sup>	111,97± 9,59 <sup>b</sup>	61,44± 19,44 <sup>c</sup>	<b>61,478;</b> <b>0,001*</b>	
<b>P</b>		0,424; 0,681	1,021; 0,331	<b>2,375;</b> <b>0,039*</b>	0,885; 0,397		
10° derece	12 mm	190,03± 25,32 <sup>a</sup>	135,78± 20,35 <sup>b</sup>	105,88± 8,35 <sup>b</sup>	67,18± 12,25 <sup>c</sup>	63,416; <b>&lt;0,001*</b>	0,532; 0,576
	22 mm	200,00± 41,23 <sup>a</sup>	127,62± 20,58 <sup>b</sup>	104,20± 16,99 <sup>b</sup>	62,32± 10,06 <sup>c</sup>	<b>44,531;</b> <b>&lt;0,001*</b>	
<b>P</b>		0,505; 0,625	0,690; 0,506	0,216; 0,833	0,751; 0,470		

**Tablo 4.4** Mesafeden bağımsız olarak implantlar arası açıların değerlendirildiği istatistiksel sonuçlar (N); p değeri 0,05 düzeyinde anlamlıdır;F:Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi ;Aynı üst indis istatistiksel benzerliği göstermektedir.

		<b>Başlangıç</b>	<b>3.ay</b>	<b>6.ay</b>	<b>1 yıl</b>
		Tutuculuk Değerleri (N)	Tutuculuk Değerleri (N)	Tutuculuk Değerleri (N)	Tutuculuk Değerleri (N)
	0°	170,76±40,1 <sup>a</sup>	124,91±24,49	90,39±17,75	67±18,05
Açı	5°	230,3±31,33 <sup>b</sup>	138,21±23	102,73±16,07	65,54±15,93
	10°	195,01±33,03 <sup>a</sup>	131,7±19,97	105,04±12,8	64,75±10,98
<b>F;p</b>		<b>8,767;0,001*</b>	1,041;0,364	3,028;0,062	0,067;0,936

#### 4.2 TUTUCULUK KUVVET DEĞERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞERLENDİRİLMESİ

Başlangıçta en yüksek tutuculuk değerlerini 12 mm ve 22 mm mesafelerde 5° derece açılı gruplar göstermiştir (12 mm için 234,28 ± 30,21 N ; 22 mm için 226,31 ± 34,76 N ). En düşük tutuculuk değerini ise 0° derece açılı 12 mm mesafede yerleştirilen grup göstermiştir (140,81 ± 29,24 N). Ancak tüm gruplar arasında istatistiksel bir fark yoktur ( $P>0.05$ )(Tablo 4.3).

1 yılın sonunda ise en yüksek tutuculuk değerini 0° derece yerleşimli 22 mm mesafede yerleştirilen grup göstermiştir (74,57 ± 15,70 N)(Tablo 4.3).

0° derece yerleşimli implantlarda ortalama tutuculuk kuvvet değerleri, tüm zaman dilimlerinde incelendiğinde 22 mm mesafede, 12 mm mesafeden anlamlı şekilde daha fazladır ( $P=0.010$ )(Tablo 4.3).

5° ve 10° derece açılı gruplarda implant yerleşim mesafelerinin tutuculuğa etkisi benzer bulunmuştur. Yani 5° dereceli açılı gruplarda 12 mm ve 22 mm mesafeler arasında tüm zaman dilimlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $P=0,241$ ). Aynı şekilde 10° derece açılı gruplarda da tüm zamanlarda 12 mm ve 22 mm mesafeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $P=0,576$ )(Tablo 4.3).

Mesafeden bağımsız olarak değerlendirildiğinde, başlangıçta 5° derece açılı gruplar en yüksek ve istatistiksel anlamlı sonuçlar gösterirken, 0° ve 10° dereceli açılı

gruplar benzer ve istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P>0.05$ ). Diğer zaman dilimlerinde açılar arasında anlamlı farklar bulunmamıştır (Tablo 4.4).

**Tablo 4.5** Açılardan bağımsız olarak implantlar arası mesafelerin değerlendirildiği istatistiksel sonuçlar (N); P değeri 0,05 düzeyinde anlamlıdır;F:Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi ;Aynı üst indis istatistiksel benzerliği göstermektedir.

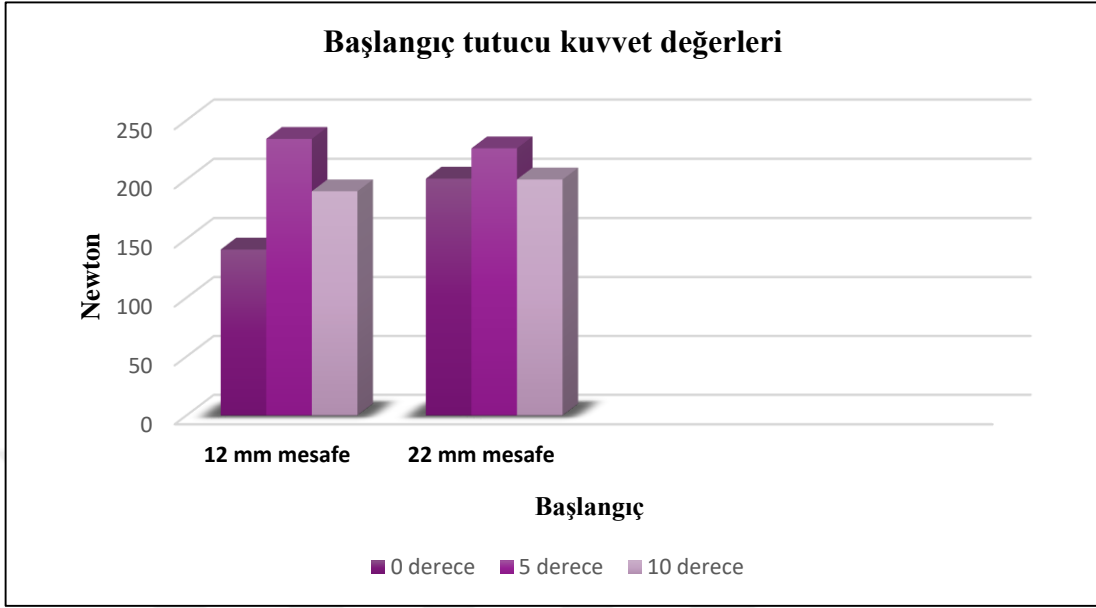
	<b>Başlangıç</b>	<b>3.ay</b>	<b>6.ay</b>	<b>1 yıl</b>
	Tutuculuk Değerleri (N)	Tutuculuk Değerleri (N)	Tutuculuk Değerleri (N)	Tutuculuk Değerleri (N)
<b>Mesafe</b> <b>12 mm</b>	188,37±47,45	127,13±21,58	95,19±16,67	65,42±14,25
<b>22 mm</b>	209,01±34,20	136,08±23,30	103,58±15,79	66,11±15,56
<b>t;p</b>	1,497;0,144	1,196;0,240	1,549;0,131	0,137;0,892

Açılardan bağımsız olarak değerlendirildiğinde, tüm zaman dilimlerinde, 12 mm ve 22 mm mesafeli gruplar arasında istatistiksel anlamlı sonuçlar yoktur ( $P>0.05$ ) (Tablo 4.5)

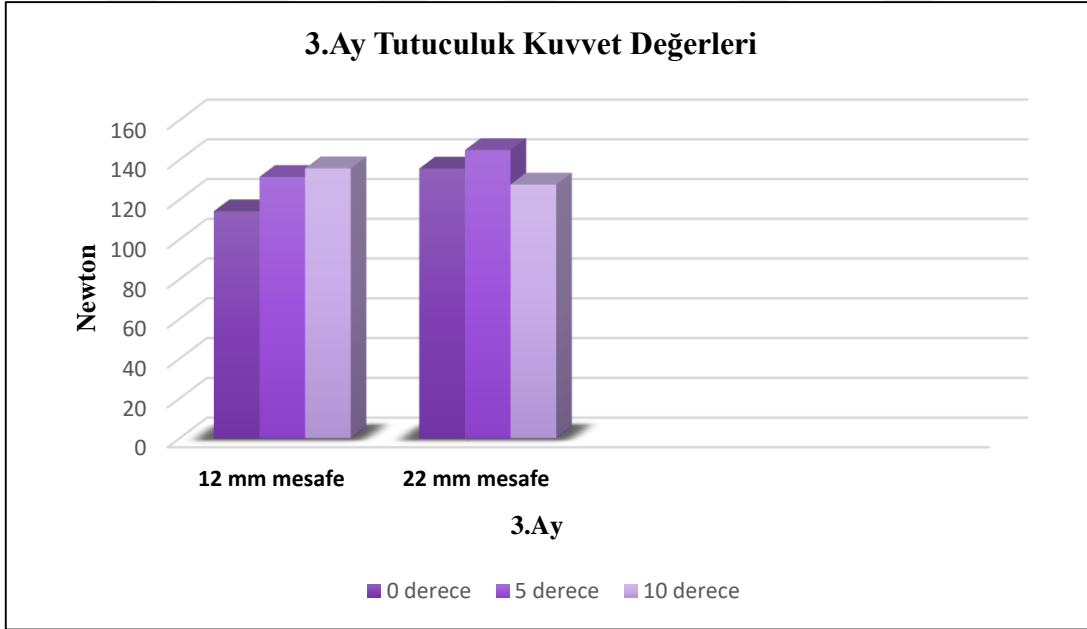
Tüm grupların, tüm zamanlarda olan tutuculuk değerlerine bakıldığında, sadece başlangıç düzeyinde 0° derece 12 mm grup ile 0° derece 22 mm mesafeli gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark vardır ( $P=0,003$ )(Tablo 4.3).

Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'deki dört farklı siklus işlemine göre tutuculuk ortalamaları incelendiğinde, en yüksek ortalamaların başlangıç siklusunda olduğu ve ardından sırasıyla 3 ay, 6 ay ve 1 yıllık ortalamaların sıralandığı tespit edilmiştir.

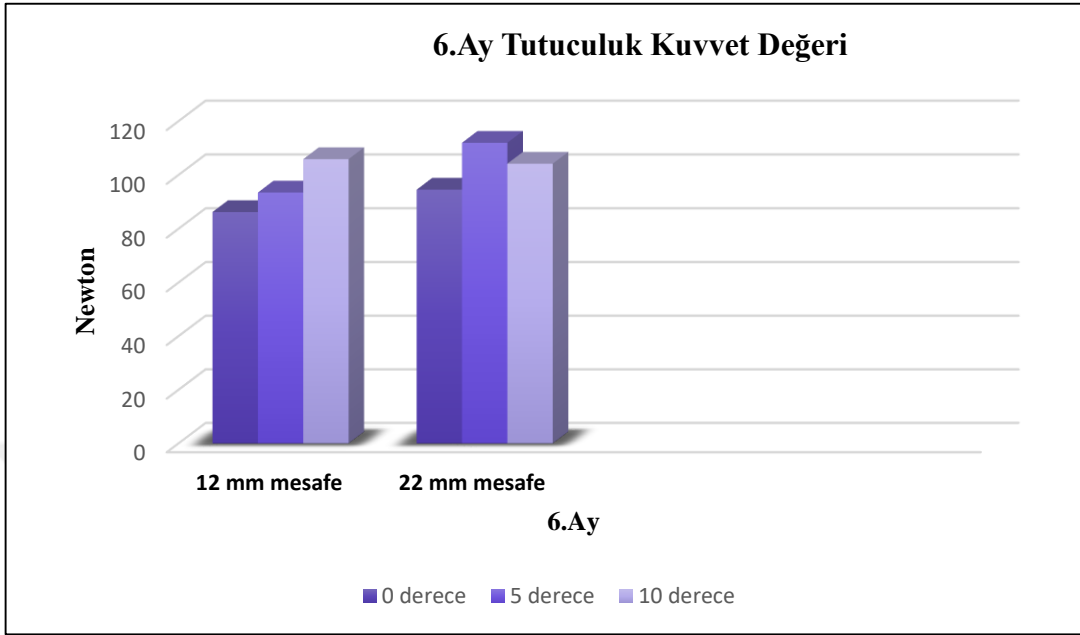
Başlangıçtan, 1 yıllık kullanıma kadar olan tüm zaman dilimlerinde tutuculuk kuvvet değerleri anlamlı bir şekilde azalmıştır ( $P<0,001$ ).



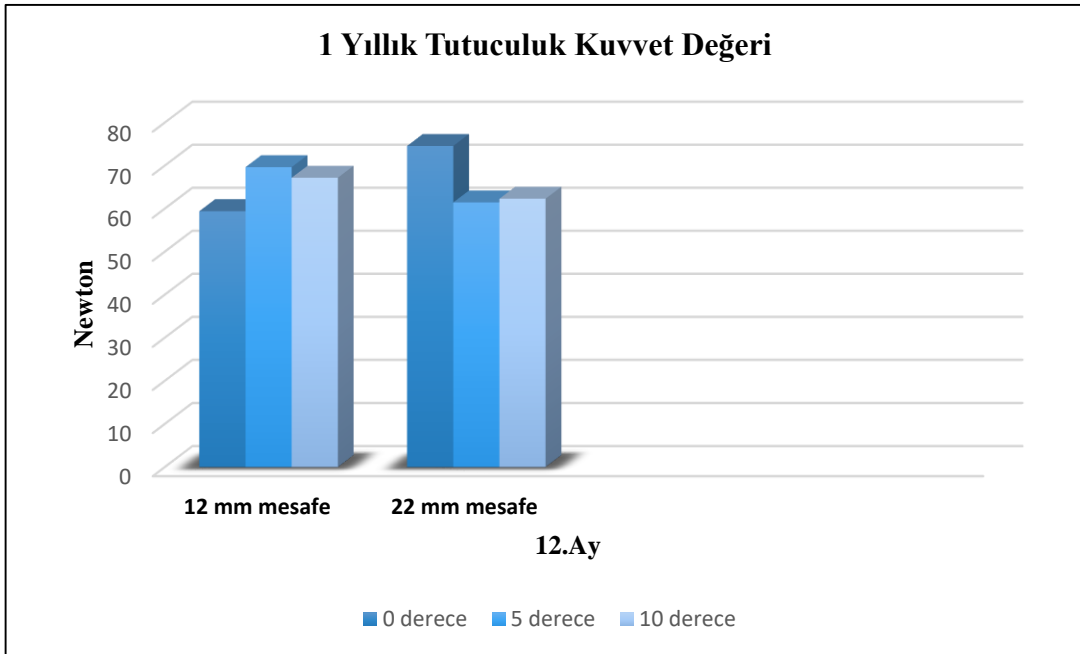
Şekil 4.1 Başlangıç tutuculuk değerleri



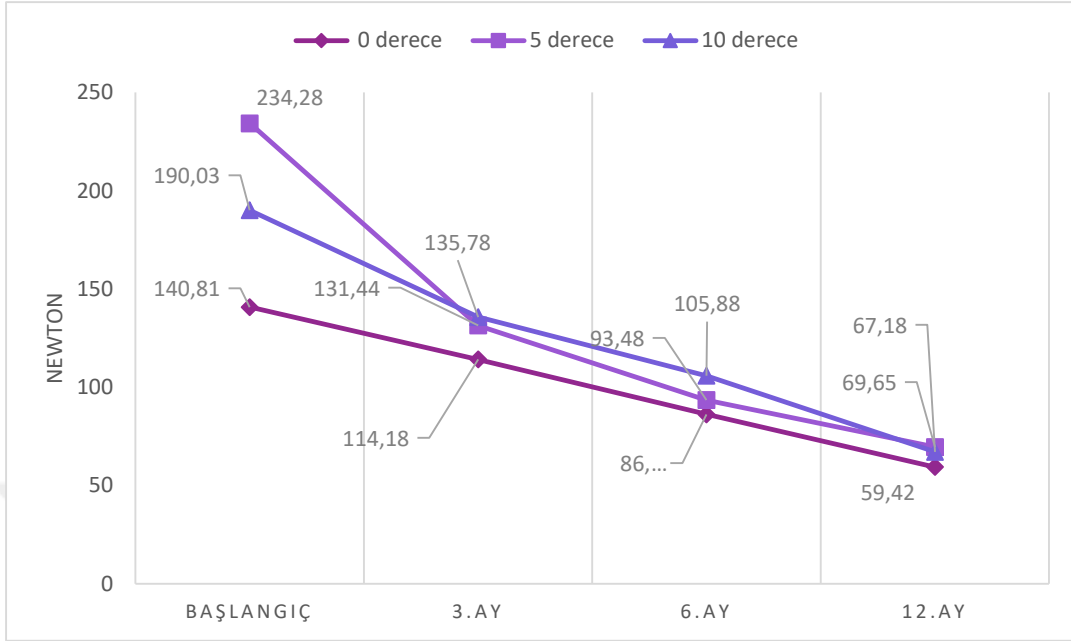
Şekil 4.2 3.Ay tutuculuk değerleri



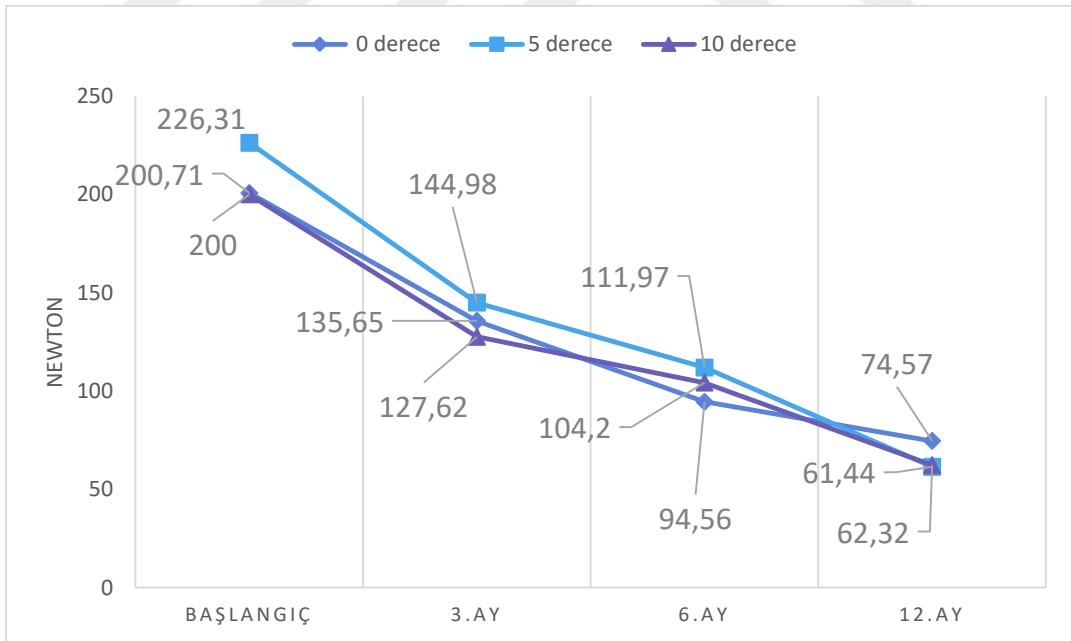
Şekil 4.3 6.Ay tutuculuk değerleri



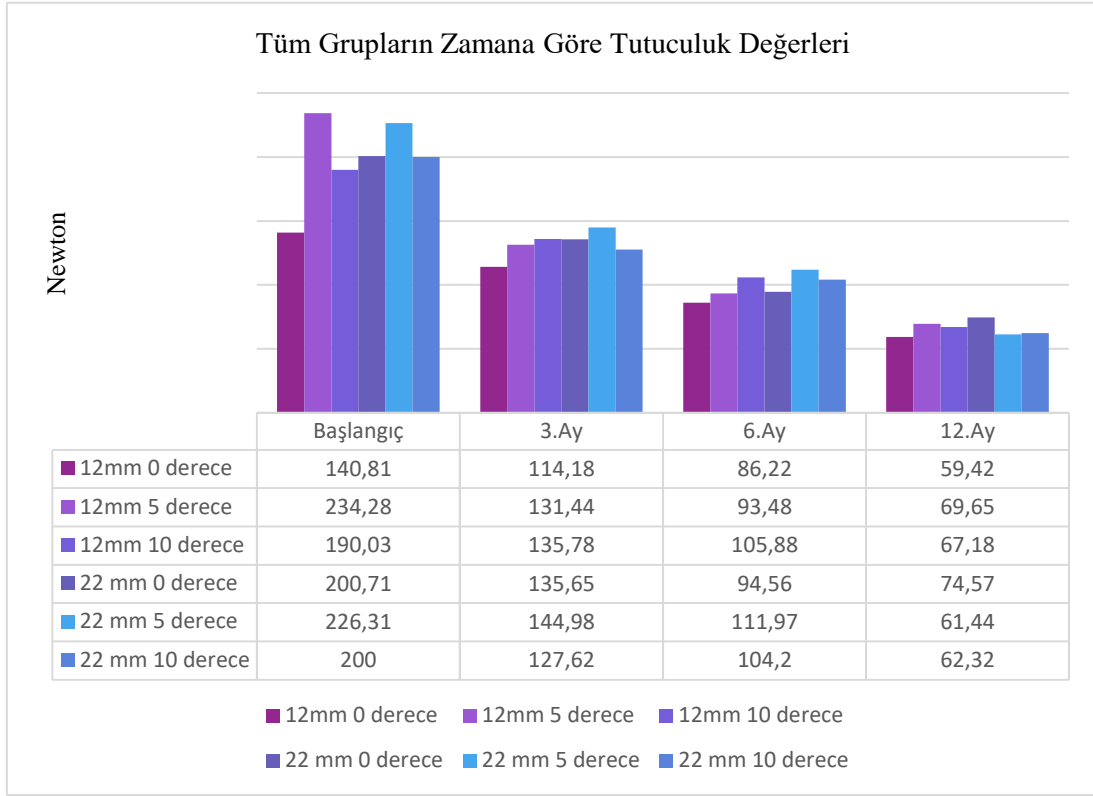
Şekil 4.4 1 yıllık tutuculuk değerleri



**Şekil 4.5** 0,5 ve 10 derece lingual açılı implantlarda implantlar arası mesafe 12 mm iken zamana göre tutuculuk kuvvet değerleri



**Şekil 4.6** 0,5 ve 10 derece lingual açılı implantlarda implantlar arası mesafe 22 mm iken zamana göre tutuculuk kuvvet değerleri



**Şekil 4.7** Tüm örnek grupların zamana göre tutuculuk değerleri

#### 4.3 GRUPLARIN TUTUCULUK KUVVET DEĞERLERİNE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

Araştırmada implantlar arası açığı ve mesafenin iki implantla desteklenen mandibular overdenture protezlerin 4 farklı zamanda yapılan takıp çıkarma işlemlerine bağlı olarak hesaplanan tutuculuk değerleri arasında fark olup olmadığını test etmek için çift yönlü MANOVA uygulanmıştır. Çözümlemeye başlamadan önce çift yönlü MANOVA'nın normallik, varyansların ve kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımları incelenmiştir. Kovaryans matrislerinin eşitliği Box's M istatistiği ile ve varyansların homojenliği ise Levene's Testi ile incelenmiştir. Bu çözümlere ilişkin sonuçlar her bir değişken için Tablo 4.6'da verilmiştir.

**Tablo 4.6** Bağımlı değişkenlerin hata varyanslarına ilişkin Levene's Testi ve Box's M İstatistiği sonuçları

Ölçümler	F	Sd1	Sd2	p
Başlangıç	1,12	5	30	,368
3.Ay	,50	5	30	,771
6.Ay	1,31	5	30	,287
1yıl	,80	5	30	,557
Box's M İstatistiği =70,86	,900	50	1551,83	,672

Varsayımlara ilişkin Levene's Testi ve Box's M istatistiği incelendiğinde bağımsız değişkenlerin her biri için hata varyanslarının ve kovaryans matrislerinin eşit olduğu bulunmuştur ( $P > .05$ ). Bu sonuçlar gruplar için tek değişkenli normallik ve çoklu normallik varsayımlarının karşılandığını göstermektedir.

Veriler üzerinde yapılması planlanan temel analize ilişkin varsayımlar test edildikten sonra temel hipotez testi için MANOVA analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ile implantlar arası açı ve mesafenin iki implantla desteklenen mandibular overdenture protezlerin 4 farklı zamanda yapılan takıp çıkarma işlemlerine bağlı olarak hesaplanan tutuculuk değerleri arasında fark olup olmadığı test edilmiştir. Sonuçlar Tablo 4.7 ve Tablo 4.8'de verilmiştir.

**Tablo 4.7** İmplantlar arası açı ve mesafeye göre implantların tutuculuk değerlerine ilişkin MANOVA sonuçları

Etki		Değer	F	Hipotez Sd	Hata Sd	p	$\eta^2$
<b>Intercept</b>	Wilks' Lambda	.011	609.421	4	27	<b>.000</b>	.989
<b>Açı</b>	Wilks' Lambda	.462	3.179	8	54	<b>.005</b>	.320
<b>Mesafe</b>	Wilks' Lambda	.839	1.300	4	27	.295	.161
<b>Açı*Mesafe</b>	Wilks' Lambda	.536	2.473	8	54	<b>.023</b>	.268

Tablo 4.7'de görüldüğü üzere Manova sonuçlarına göre implantların tutuculuk değerleri üzerinde açının etkili olduğu ( $F_{(8)} = 3.19, P < .05$ ), mesafenin ise tutuculuk değeri üzerinde etkili olmadığı ( $F_{(4)} = 1.30, P > .05$ ) görülmektedir. Diğer taraftan implantların açısı ile implantlar arası mesafenin ortak etkisinin ise anlamlı olduğu ( $F_{(8)} = 2.47, P < .05$ ) görülmektedir. Kısmi eta kare ( $\eta^2$ ) değerleri incelendiğinde Wilks' Lambda testine göre mesafenin tutuculuk üzerindeki etkisinin ( $\eta^2 = .16$ ) orta düzeyde, açının ( $\eta^2 = .32$ ) ve her iki değişkene ilişkin (açı ve mesafe) ortak etkinin ise ( $\eta^2 = .27$ ) yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar implantların açısının, implantların tutuculuk değerleri üzerinde hem tek başına hem de mesafe ile birlikte ortak etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu etkilerin hangi ölçümlerde anlamlı olduğunu belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları aşağıda Tablo 4.8'de yer almaktadır.

**Tablo 4.8** İmplantların açısı ve aralarındaki mesafeye göre tutuculuk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	$\eta^2$	Fark Testi
<b>Düzeltilmiş Model</b>	Başlangıç	32764,22	5	6552,84	6,73	,000	,53	
	3.ay	3192,91	5	638,58	1,31	,288	,18	
	6.ay	2730,03	5	546,01	2,39	,062	,28	
	1 yıl	992,716 <sup>d</sup>	5	198,54	,88	,504	,13	
<b>Intercept</b>	Başlangıç	1421200,56	1	1421200,56	1458,76	,000	,98	
	3.ay	623536,23	1	623536,23	1274,86	,000	,98	
	6.ay	355587,60	1	355587,60	1553,36	,000	,98	
	1 yıl	155697,585	1	155697,59	692,87	,000	,96	
<b>Açı</b>	Başlangıç	21510,15	2	10755,08	11,04	<b>,000</b>	,42	$5^0 > 0^0$ $5^0 > 10^0$
	3.ay	1060,48	2	530,24	1,08	,351	,07	
	6.ay	1488,30	2	744,15	3,25	,053	,18	
	1 yıl	31,05	2	15,53	,06	,933	,01	
<b>Mesafe</b>	Başlangıç	3832,79	1	3832,79	3,93	,057	,12	
	3.ay	720,92	1	720,92	1,47	,234	,05	
	6.ay	632,57	1	632,57	2,76	,107	,08	
	1 yıl	4,28	1	4,28	,02	,891	,00	
<b>Açı* Mesafe</b>	Başlangıç	7421,28	2	3710,64	3,81	<b>,034</b>	,20	$0^0 - 22 \text{ mm} >$ $0^0 - 12 \text{ mm};$ $5^0 - 12 \text{ mm} >$ $0^0 - 12 \text{ mm};$ $5^0 - 22 \text{ mm} >$ $0^0 - 12 \text{ mm};$ $10^0 - 22 \text{ mm} >$ $0^0 - 12 \text{ mm};$
	3.ay	1411,52	2	705,76	1,44	,252	,09	
	6.ay	609,16	2	304,58	1,33	,279	,08	
	1 yıl	957,39	2	478,69	2,13	,136	,12	
	3.ay	14673,09	30	489,10				
	6.ay	6867,46	30	228,92				
	1 yıl	6741,41	30	224,71				
	3.ay	641402,22	36					
	6.ay	365185,10	36					
	1 yıl	163431,71	36					
3.ay	17866,00	35						
6.ay	9597,50	35						
1 yıl	7734,13	35						

Varyans analizi sonuçlarının yer aldığı Tablo 4.8 incelendiğinde, implantların lingual açılanmalarına göre başlangıç siklusundaki tutuculuk değerleri arasında anlamlı fark olduğu ( $F_{(2-12)} = 11.04, P < .05$ ) görülmektedir. Diğer taraftan lingual açılanmaya göre 3.ay ( $F_{(2-30)} = 1.08, P > .05$ ), 6.ay ( $F_{(2-30)} = 3.25, P > .05$ ) ve 1 yıllık ( $F_{(2-30)} = .06, P > .05$ ) zaman dilimlerindeki tutuculuk değerlerinin farklılaşmadığı görülmektedir. Lingual açılanmaya göre başlangıç siklusu tutuculuk değerlerindeki farkın kaynağını tespit etmek için Post Hoc Testlerinden Bonferroni testi uygulanmıştır. Bonferroni testi sonuçlarına göre başlangıç siklusu tutuculuk değerlerindeki farkın kaynağının  $5^0$  açılı ile yerleştirilen implantların tutuculuk değeri ortalamalarının ( $230,30$ ),  $0^0$  açılı ile ( $170,76$ ) ve  $10^0$  açılı ile yerleştirilen implantların tutuculuk değeri ortalamalarından ( $195,01$ ) yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, başlangıç düzeyindeki tutuculuk değerinin en yüksek olduğu açının, mesafeden bağımsız olarak  $5^0$  açılı ile yerleştirilen grup ile ortaya çıktığını göstermektedir. Etki değerine bakıldığında ise eta kare değerinin ( $\eta^2 = .42$ ) oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle başlangıç siklusundaki tutuculuk değerindeki varyansın %42'si,  $5^0$  olan lingual implant açısından kaynaklanmaktadır.

Diğer taraftan implantlar arası mesafeye göre farklı siklus uygulamalarında hesaplanan tutuculuk değerlerinde farklılaşma olmadığı görülmektedir. Farklı mesafelerde yapılan tutuculuk test sonuçlarına göre başlangıçta ( $F_{(2-18)} = 3.93, P > .05$ ), 3.ay ( $F_{(1-30)} = 1.47, P > .05$ ), 6.ay ( $F_{(1-30)} = 2,76, P > .05$ ) ve 1 yıllık ( $F_{(1-30)} = .02, P > .05$ ) zaman dilimlerindeki tutuculuk değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.8). Bu sonuçlar implantlar arası mesafenin, açıdan bağımsız olarak implantların farklı zaman dilimlerindeki tutuculuk değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir.

Son olarak implantların tutuculuk değerleri üzerinde açı ve mesafenin ortak etkisi incelendiğinde ise ortak etkinin sadece başlangıç siklusundaki tutuculuk değerlerinde ( $F_{(2-18)} = 3.809, P < .05$ ) etkili olduğu görülmektedir. Diğer taraftan açı ve mesafeye ilişkin ortak etkinin 3.ay ( $F_{(2-30)} = 1.44, P > .05$ ), 6.ay ( $F_{(2-30)} = 1.33, P > .05$ ) ve 1 yıllık ( $F_{(2-30)} = 2.13, P > .05$ ) zaman dilimlerindeki implantların tutuculuk değerleri üzerinde anlamlı bir fark göstermediği bulunmuştur (Tablo 4.8). Başlangıç siklusundaki implantların tutuculuk değerleri üzerinde açı ve mesafenin ortak etkisine ilişkin farkın kaynağına tespit etmek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre  $0^0$  açılı ve 22 mm mesafe ile elde edilen tutuculuk değerleri ortalamasının ( $200,71$  N)  $0^0$  açılı ve 12 mm mesafede

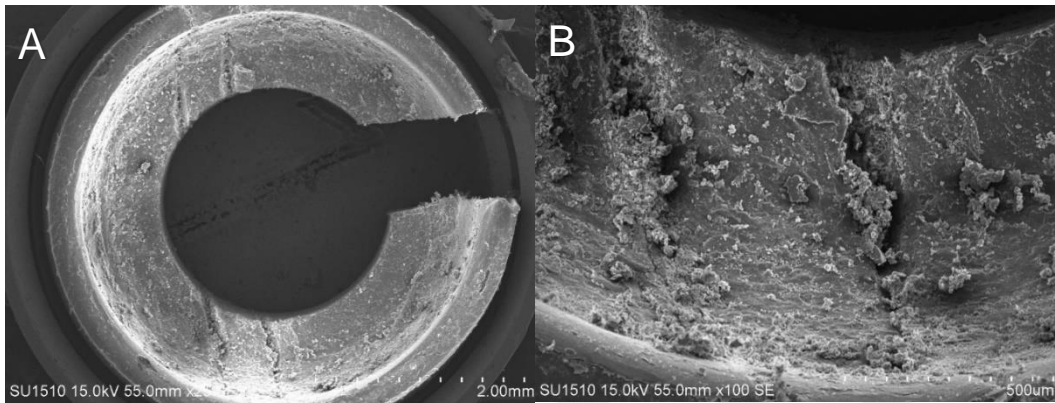
elde edilen ortalamadan (140.81 N); 5<sup>0</sup> açı ve 12 mm mesafede elde edilen ortalamanın (234.28 N) 0<sup>0</sup> açı ve 12 mm mesafede elde edilen ortalamadan (140.81 N); 5<sup>0</sup> açı ve 22 mm mesafede elde edilen ortalamanın (226.28 N) 0<sup>0</sup> açı ve 12 mm mesafede elde edilen ortalamadan (140.81 N); ve son olarak 10<sup>0</sup> açı ve 22 mm mesafede elde edilen ortalamanın (200 N) 0<sup>0</sup> açı ve 12 mm mesafede elde edilen ortalamadan (140.81 N) daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 4.8). Açı ve mesafeye ilişkin ortak etki için hesaplanan etki değerine bakıldığında ise eta kare değerinin sadece açığa ilişkin hesaplanan etkii değerine göre daha düşük olmasına rağmen ( $\eta^2 = .20$ ) yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar başlangıç siklusundaki tutuculuk değerine ilişkin varyansın %20'sinin açı ve mesafenin ortak etkisinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, 5<sup>0</sup> ve 12 mm mesafe ile yerleştirilen implantların, başlangıç aşamasında en etkili tutuculuk değerini ortaya koyduğunu göstermektedir. Buna mesafe eklendiğinde tutuculuk değerinin azaldığını görülmektedir. Diğer bir ifadeyle bulgular, implantların tutuculuk değerleri üzerinde sagittal düzlemdeki lingual açılanmanın, implantlar arası mesafeden daha etkili bir değişken olduğunu göstermektedir. İki implantla desteklenen overdenture protezlerde, tutuculuk değerleri açısından en iyi sonuç, başlangıçta 5<sup>0</sup> derece açı ve 12 mm mesafede gözlenirken, 1 yıllık kullanım sonucunda en iyi sonuç, 0<sup>0</sup> derece açı ve 22 mm mesafe olan grupta izlenmektedir.

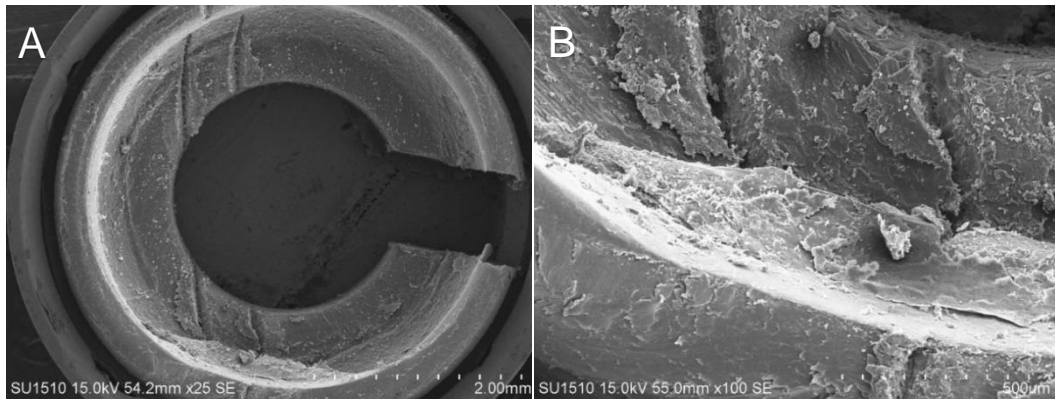
#### 4.4 GRUPLARIN TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM) GÖRÜNTÜLERİ

##### 4.4.1 Lastik Tutucuların Elektron Mikroskobu Görüntüleri

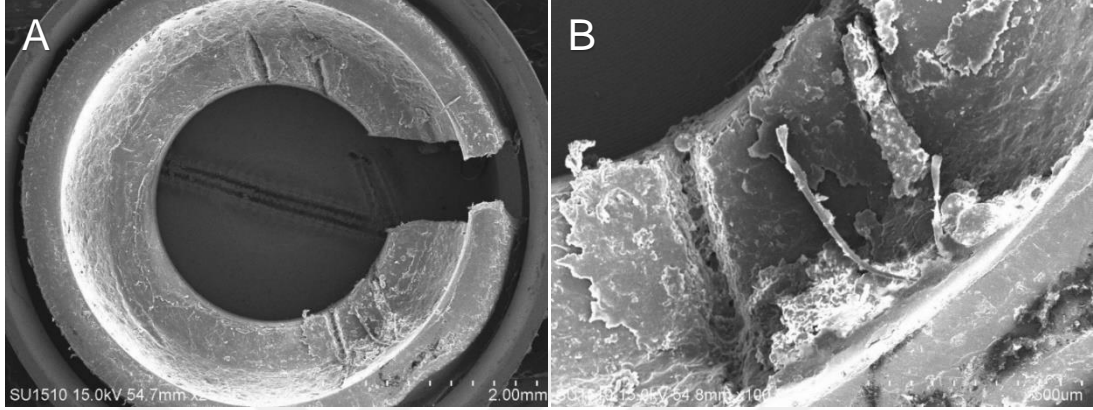
Yeşil renk lastik tutucuların, siklus testlerinden sonra (A) x25 ve (B) x100 büyütmedeki elektron mikroskobu görüntüleri gösterilmiştir (Şekil 4.10)(Şekil 4.11)(Şekil 4.12)(Şekil 4.13)(Şekil 4.14)(Şekil 4.15).



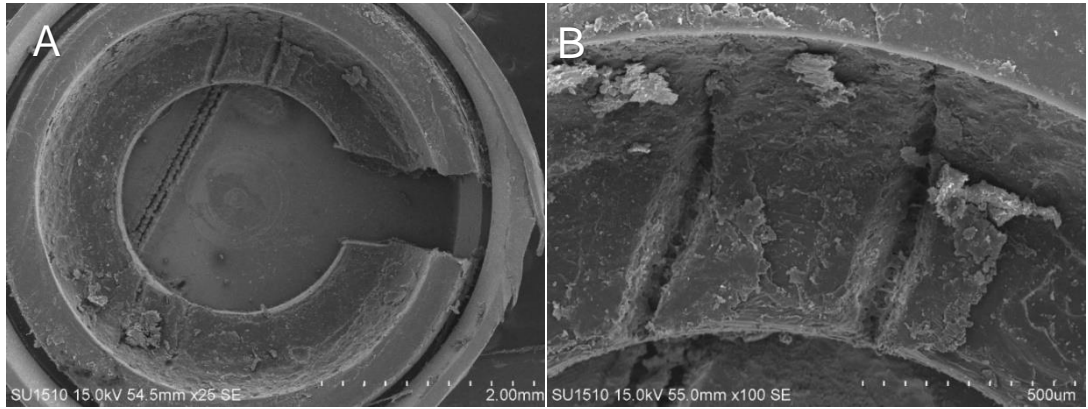
Şekil 4.8 0-12mm IA grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



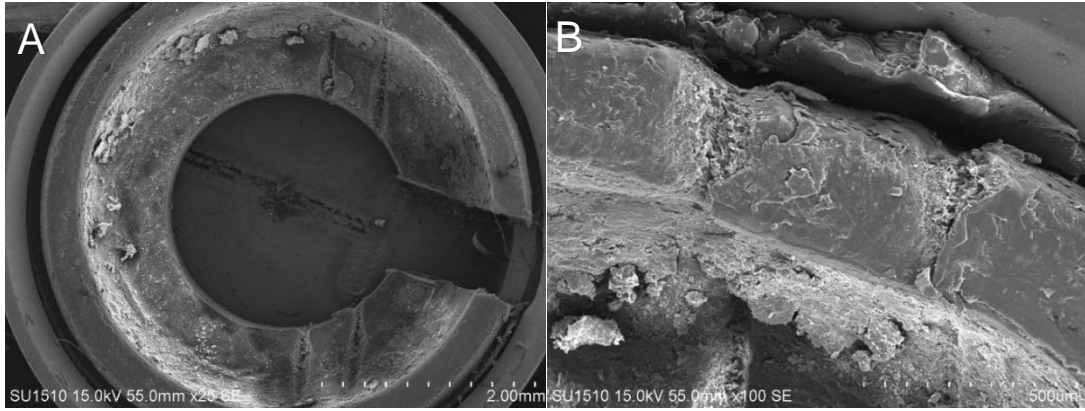
Şekil 4.9 0-22mm IIA grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



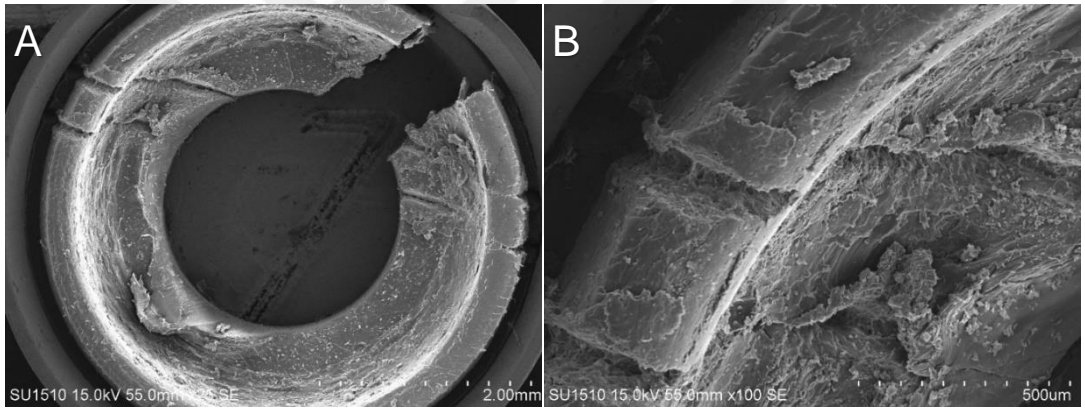
Şekil 4.10 5-12mm IB grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



Şekil 4.11 5-22mm IIB grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



**Şekil 4.12** 10-12mm IC grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri

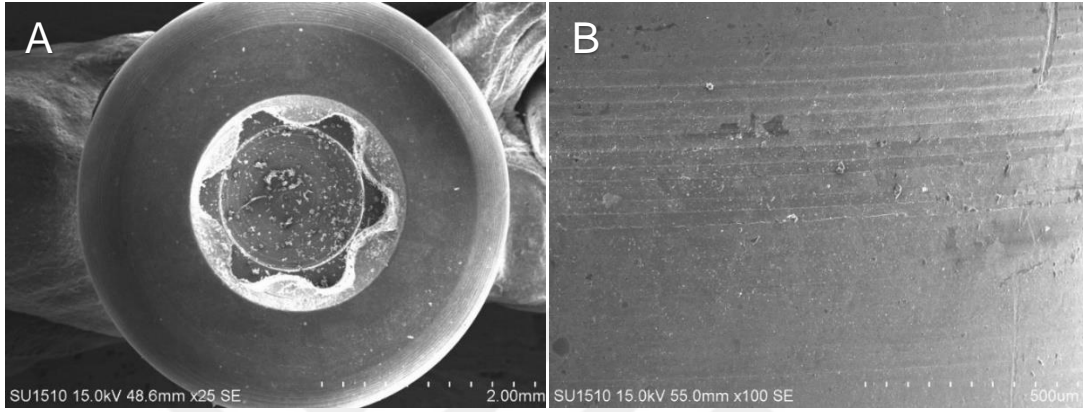


**Şekil 4.13** 10-22mm IIC grubu lastik tutucu (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri

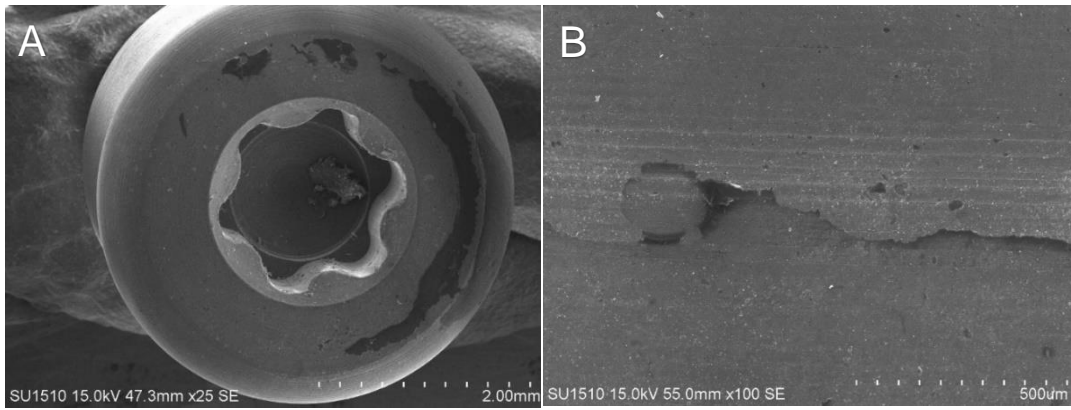
Lastik tutucuların SEM görüntüleri incelendiğinde; 1 yıllık kullanım sonucunda, yüzeyde aşınma ve yıpranmalar mevcuttur. Naylon tutucuların, patrislerle temas alanlarında, daha çok sürtünme temasından kaynaklanan derin yüzey yarılmaları ve ciddi malzeme kaybı görülmüştür. Geniş çapta bozulma ve plastik deformasyon oluşmuştur. 0° dereceli, sagittal düzleme paralel grupta hareket ekseninin giriş yoluna paralel olmasından kaynaklı olarak diğer gruplara kıyasla daha az malzeme kaybı izlenmiştir. Giriş yoluna paralellik azaldıkça lastik insertler daha fazla aşınmıştır. Derin yarıklar ve düzensiz yüzeylerin en çok sagittal düzlemle 10° derecelik açı yapan grupta izlendiği analiz edilmiştir.

#### 4.4.2 Abutment Yüzeyinin Elektron Mikroskobu Görüntüleri

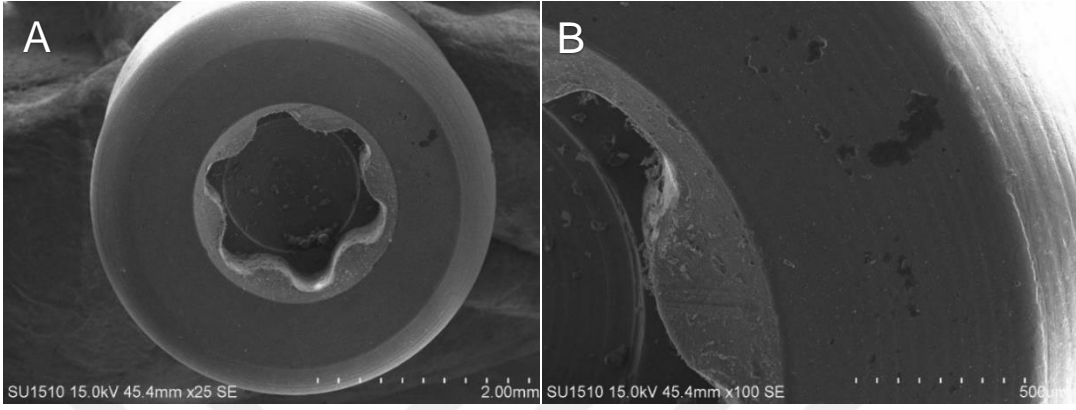
Locator abutment yüzeylerinin, siklus testlerinden sonra (A) x25 ve (B) x100 büyütmedeki elektron mikroskobu görüntüleri gösterilmiştir (Şekil 4.16)(Şekil 4.17)(Şekil 4.18)(Şekil 4.19)(Şekil 4.20)(Şekil 4.21).



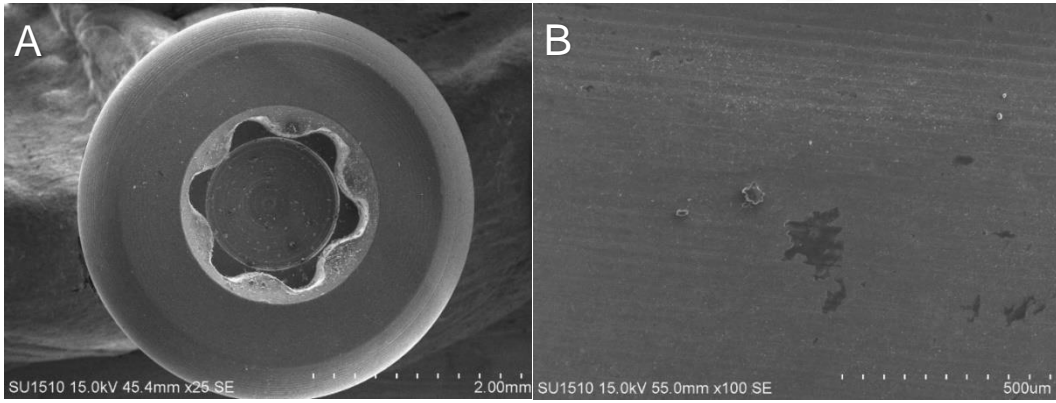
Şekil 4.14 0-12mm IA grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



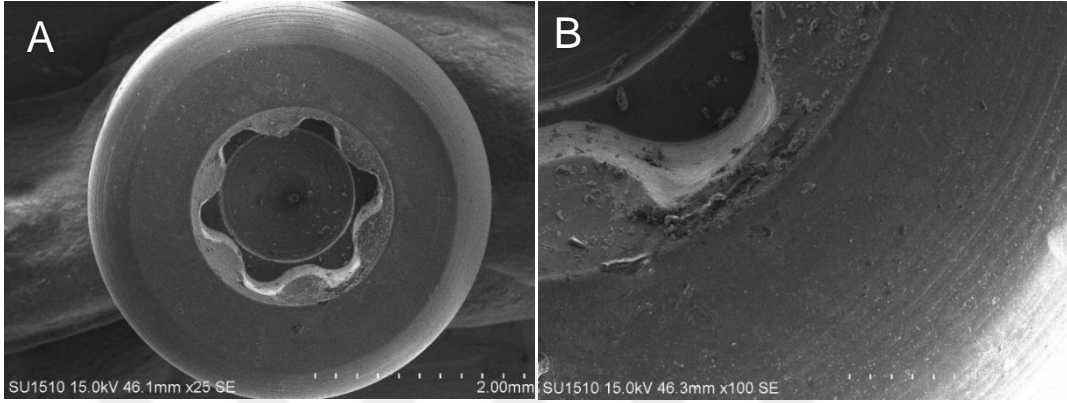
Şekil 4.15 0-22mm IIA grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



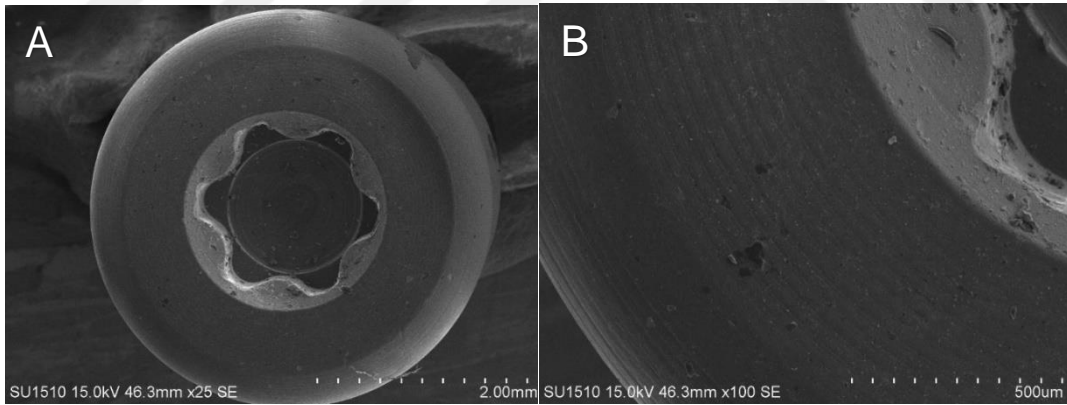
**Şekil 4.16** 5-12mm IB grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



**Şekil 4.17** 5-22mm IIB grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



**Şekil 4.18** 10-12mm IC grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri



**Şekil 4.19** 10-22mm IIC grubu Locator abutment yüzeyi (A)x25 ve (B) x100 büyütme görüntüleri

Locator abutmentların SEM görüntüleri incelendiğinde; çoğu yüzey, aşınma, erozyon veya bozulma belirtileri olmadan korunmuştur. Bazı bölgelerde yer yer aşınma ve çizilmeler izlenmiştir. Bu aşınmalar için 1 yıllık kullanıma bağlı yüzey kaybı olabildiği düşünülmüştür. Ancak aşınma bakımından gruplar arası farklılık izlenmemiştir.

## 5 TARTIŞMA

Alt çene iki implant destekli overdenture uygulamalarında, sagittal düzleme göre açılan ve farklı mesafelerde yerleştirilen implantların, laboratuvar ortamında tutuculuk kuvvet değerlerine etkisinin araştırıldığı bu tez çalışmasında; implantlar arası mesafenin ve sagittal açılanmanın protez retansiyonu üzerinde etkisi olmadığı bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları doğrultusunda sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Uzun yıllardır kullanılan geleneksel tam protezler, tam dişsiz hastaların fonasyon, fonksiyon ve estetik ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmıştır. Bu protezler, hastaların psikolojik ve sosyal anlamda daha rahat bir yaşam sürmelerine katkı sağlamaktadır. Ancak özellikle alt çene kemiğinin rezorbe olduğu durumlarda tam protez kullanan hastalarda, retansiyon ve stabilite eksiklikleri nedeniyle çiğneme fonksiyonunda azalma şikayetleri sıkça görülmektedir. Bu durum, hastaların yaşam standartlarını olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Awad et al., 2000).

Dişsizliğin tedavisi için kullanılan protez seçeneklerini genişleten bir alternatif olarak, implant tedavileri ortaya çıkmıştır. İmplant destekli sabit protez uygulamak için, özellikle mandibula posterior bölgede yeterli kemik yüksekliğinin bulunması gerekmektedir. Bu durum, atrofik çenelerde ek cerrahi müdahalelerin gerekebileceği anlamına gelir. Böyle bir durumda dört veya daha fazla implantın mental foramenler arasına yerleştirilmesiyle sabit bir protez oluşturulabilir. Alternatif olarak, mental foramenler arasına 4 veya daha az implant kullanılarak hareketli bir protez de tasarlanabilir. Verilere göre, implantla tedavi edilen hastalara yönelik olarak sunulan overdenture hareketli protezler, fonksiyonel olarak etkili, memnun edici estetik ve tutuculuk sağlayan alternatifler arasında yer almaktadır. Bu da hasta memnuniyetinde önemli artışlara neden olmaktadır (Fitzpatrick, 2006; Saleem et al., 2011).

McGill'in 2002 tarihli ve York'un 2009 tarihli Ortak Karar Bildirilerine göre, alt çene için iki implant destekli overdenture uygulaması, tamamen dişsiz hastalar için tercih edilen ilk tedavi seçeneği olarak kabul edilmelidir (Thomason et al., 2012). Bu sebeple, bu tez çalışması kapsamında, genellikle tercih edilen ve alt çene tamamen dişsiz hastalar için standart tedavi yöntemi olarak kabul edilen iki implant destekli overdenture uygulaması, laboratuvar şartlarında taklit edilmiştir.

Çalışmalarda doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için belirli bir örnek sayısının kullanılması önemlidir. Literatürde, tutucuların çiftli olarak splintlenmiş veya splintlenmemiş şekilde yerleştirildiği ve tutucu kuvvetlerinin incelendiği araştırmalarda genellikle 3 ila 10 arasında değişen bir örnek sayısı kullanıldığı gözlemlenmektedir (Chung et al., 2004; Evtimovska et al., 2009; Kobayashi et al., 2014; Pigozzo et al., 2009). Çalışmamıza başlamadan önce, örnek sayısını belirlemek için referans makale üzerinden power analizi gerçekleştirilmiştir (Al-Ghafli et al., 2009) ve n=6 olarak belirlenmiştir.

Implant destekli overdenture uygulamalarında tutucu sistemleri karşılaştıran araştırmalarda, dayanaklar implant analoglarına (Abi Nader, De Souza, Fortin, De Koninck, Fromentin, & Albuquerque Júnior, 2011; Botega et al., 2004; Marin et al., 2018; Wichmann et al., 2020) veya implantlara (Kurtulus & Gurbulak, 2018b; Tabatabaian et al., 2014) yerleştirilmiş ve bu dayanaklar, ilgili firmanın önerisi doğrultusunda raşet ve anahtar kullanılarak torklanmıştır. Bu tez çalışmasında da, dayanaklar implant analoglarına yerleştirilmiştir ve üretici firma önerisine uygun olarak 30 N/cm kuvvetinde torklanmıştır.

Yapılan araştırmalarda genellikle kullanılan implant analogları ve implantlar; alçıya, polivinil kloride, alüminyum bazlara, akrilik rezin bloklara yerleştirilmiştir (Abi Nader, De Souza, Fortin, De Koninck, Fromentin, & Albuquerque Junior, 2011; Botega et al., 2004; Marin et al., 2018; Wichmann et al., 2020). Bu tez çalışmasında, güncel teknolojilerden ve çalışmalardan faydalanarak, implant destekli overdenture protezi simüle etmek amacıyla, SLA 3D yazıcı ile üretilen fotopolimer rezin bloklar tercih edilmiştir (Fugariu et al., 2023). Eklemeli üretim tekniklerinden biri olan SLA, modelleri katman katman oluşturmakta ve sıvı reçinenin ışık ile dondurulması prensibi ile çalışmaktadır. Bu teknoloji, kolay kullanımı ve diğer teknolojilere kıyasla düşük fiyatı nedeniyle popüler hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında, örneklerin oluşturulmasında 3D yazıcı kullanılması ile hata payı minimuma indirilmiş ve örnek bloklar arasında standardizasyon sağlanmıştır.

Overdenture protezlerin tutuculuğunu değerlendirmeyi amaçlayan bazı çalışmalarda implant veya implant analogları akrilik bloklara yerleştirilirken (Arnold et al., 2020; Branchi et al., 2010; Evtimovska et al., 2009; Memarian et al., 2018; Srinivasan et al., 2016), diğer bazı çalışmalarda ise bu amaç için dişsiz alt çene modelleri

kullanılmıştır (Choi et al., 2018; Fu & Hsu, 2009; Lee & Shin, 2017; Shastry et al., 2016; Tabatabaian et al., 2014). Bu tez çalışmasında, kullanılan universal çekme testi cihazı boyutları düşünülerek, dişsiz alt çene modeli yerine cihazlara uygun ebatlarda rezin bloklar tercih edilmiştir.

İmplant destekli overdenture uygulamalarında, hangi tutucu sistemin kullanılacağına karar verilmesi oldukça önemlidir. Tutucu seçiminde, mevcut kemik hacmi, implant sayısı, implantların konumu ve protez hareketleri etkili faktörlerdendir (Geng et al., 2001). Overdenture protez uygulamalarında splintlenebilir veya splintlenmeyen tutucu sistemler kullanılmaktadır. Splintlenmeyen tutucu sistemler, düşük başlangıç maliyetleri, daha az teknik hassasiyet gerektiren laboratuvar aşamaları, hastalar tarafından daha kolay sağlanabilen hijyen, karşıt arka mesafenin az olduğu durumlar için uygun olma ve kolayca tamir edilebilme gibi avantajlardan ötürü sıkça tercih edilmektedir (Gotfredsen & Holm, 2000; Kobayashi et al., 2014; Salehi et al., 2019). Son zamanlarda, hem hastaların hem de klinisyenlerin gereksinimlerini karşılamak üzere sürekli olarak geliştirilen çeşitli tutucu sistem tasarımları kullanıma sunulmaktadır (Mínguez-Tomás et al., 2018; Pigozzo et al., 2009). Klinik ve teknik kullanım kolaylığı, retansiyon ve stabilite sağlama özellikleri nedeniyle birçok firma, implant destekli tam protezlerde Locator ataşman tutucularını tercih etmektedir. Bu nedenle, bu tez çalışmasında, sıklıkla kullanılan splintlenmeyen, Locator tutucu sistem tercih edilmiştir.

Bu tez çalışmasında incelenen parametrelerden biri, implantlar arası mesafenin tutuculuk üzerine olan etkisidir. Mandibular overdenture protezleri destekleyen ve tutan iki implant için en uygun konumun seçilmesi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (Chaffee et al., 2002; Hong et al., 2012; Marin et al., 2011; Zarb & Schmitt, 1996). İki implant ile desteklenen hareketli protez uygulamalarında, implantların kaninler arasındaki bölgeye veya foramen mentaleler arasındaki bölgeye yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir (D. Mericske-Stern et al., 2000; Scherer et al., 2014; Tokar & Uludag, 2018). Interkanin ve interforaminal mesafeler, popülasyonlara göre değişiklik gösterebilmektedir (Aggarwal et al., 2008; Anderson & Thompson, 1973; Bondevik, 1998; Muller et al., 2001; Sherfudhin et al., 1996). Kanin diş bölgesine yerleştirilen implantlar arasındaki mesafe minimum 8-10 mm (Mericske-Stern, 1998); maksimum 29-31 mm olacak şekilde farklı değerler göstermektedir (Michelinakis et al., 2006).

Michelinakis ve ark. 100 adet alt çene tam protezi incelediği çalışmasında, kanin-kanin arası mesafenin 22,88 mm olduğunu tespit etmişlerdir (Michelinakis et al., 2006) ve iki implant destekli overdenture protez uygulamalarının incelendiği pek çok çalışmada da, genellikle implantların, kaninler arası mesafeyi simüle eden 22 mm mesafede yerleştirildiği gözlemlenmektedir (Abi Nader, De Souza, Fortin, De Koninck, Fromentin, & Albuquerque Junior, 2011; Botega et al., 2004; Choi et al., 2018; ELsyad et al., 2016; Sadig, 2009; Shastri et al., 2016; Sultana et al., 2017; Tokuhisa et al., 2003). Chaffee ve ark. da iki implantla desteklenen bir overdenture tasarımı yaparken, implantların konumlandırılması için tercihlerini kanin dişlerinin bulunduğu pozisyondan yana kullanmışlardır (Chaffee et al., 2002). Ancak Hong ve ark. yaptıkları araştırma sonuçlarına göre, en düşük stres ve en iyi implant stabilitesinin, implantların yan kesici diş bölgelerine yerleştirilmesi ve dişlerin uzun eksenlerine paralel olarak konumlandırılmasıyla elde edileceğini öngörmüşlerdir (Hong et al., 2012). Literatürdeki farklı görüşler nedeniyle, bu tez çalışmasında implant analogları, yaklaşık olarak lateral diş bölgesine denk gelen 12 mm mesafe ve kaninler bölgesine karşılık gelen 22 mm mesafelerde yerleştirilerek değerlendirilmiştir.

Günümüzde implant destekli overdenture protez uygulamalarında, implantlar arasındaki mesafenin, tutuculuğuna etkisini değerlendiren çalışmaların sayısı sınırlıdır (Doukas et al., 2008; Salehi et al., 2019; Shayegh et al., 2017; Tabatabaian et al., 2014).

İmplantların arasındaki mesafe, çoğu çalışmada 19, 23, 29 mm gibi belirli değerler kullanılarak incelenmiştir. Michelinakis ve ark. (Michelinakis et al., 2006) yaptığı çalışmada, alçı model üzerinde kanin bölgesinin işaretlendiği ve ölçüldüğü sonuçlara göre, ortalama mesafeyi 22,88 mm olarak bulmuşlardır. Bu değer, en yakın sayıya yuvarlanarak 23 mm olarak kabul edilmiştir. Ölçülen minimum 16 mm'lik kaninler arası mesafe yerine, yeterli bir boşluk sağlamak amacıyla minimum 19 mm'lik bir mesafe kullanma kararı almışlardır. İnterforaminal bölge arası mesafe 31 mm olarak ölçülmüş, ancak mental sinir göz önüne alındığında, bu değer 29 mm olarak belirlenmiştir.

Michelinakis ve ark. (Michelinakis et al., 2006) implant destekli overdenture uygulamalarında implantlar arası mesafenin tutuculuğa etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, 19 mm, 23 mm, 29 mm olmak üzere üç farklı implantlar arası mesafe ve bu mesafelere sahip olan 5 farklı tutucu sistem (Hader bar/kırmızı klips, Hader bar/sarı klips,

Hader bar/beyaz klips, topuz tutucu, mıknatıs tutucu) in-vitro koşullarda tutuculuk kuvvetleri açısından incelenmiştir.

Çalışmada sadece Hader bar-kırmızı klips tutucu sistemde, implantlar arası mesafenin 23 mm olduğu durumda elde edilen ortalama tutuculuk kuvveti, implantların 29 mm ve 19 mm mesafe ile yerleştirildiği duruma göre istatistiksel olarak daha yüksektir. İmplantlar arası mesafenin tutuculuğa etkisi Hader bar-sarı klips, Hader bar-beyaz klips, topuz tutucu, mıknatıs tutucu sistemler için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Doukas ve ark. (Doukas et al., 2008) tarafından yürütülen benzer bir çalışmada da, iki implant destekli overdenture uygulamalarında implantlar arası mesafenin tutuculuğa etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada 19 mm, 23 mm ve 29 mm olmak üzere üç farklı implantlar arası mesafe seçilmiş ve bu mesafelere sahip olan 5 farklı tutucu sistem (Hader bar-kırmızı klips, Hader bar-sarı klips, Hader bar-beyaz klips, topuz tutucu sistem, mıknatıs tutucu sistem) in-vitro koşullarda incelenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, Hader bar-kırmızı klips ve Hader bar-sarı klips tutucu sistemlerinde implantlar arası mesafenin tutuculuğa anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ancak, splintlenmeyen topuz tutucu ve mıknatıs tutucu sistemlerde implantlar arası mesafenin tutuculuğa etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 6 aylık kullanım sonucunda, tüm tutucu sistemlerin tutuculuğunda azalma gözlemlenmiştir. Bu tez çalışmasında ise 1 yıllık *in-vitro* klinik kullanım (1440 takma-çıkarma siklusu) sonrasında tutuculuk kuvvet değerlerinin, başlangıç tutuculuk kuvvet değerlerine göre anlamlı olarak azaldığı bulunmuştur. Her ne kadar kullanılan sistemler farklı olsa da ,splintlenmeyen sistemlerde, Michelinakis ve Doukas'ın yaptıkları çalışmalara benzer şekilde, implantlar arası mesafenin, tutuculuğa etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. İmplantlar arası mesafe 12 mm'den 22 mm'ye çıkarıldığında; başlangıç (188,37 N; 209,01 N) , 3 ay (127,13 N;136,08 N) , 6 ay (95,19 N; 103,58 N) ve 1 yıllık (65,42 N; 66,11 N) kullanımda, tutuculuk kuvvet değerlerinde artış gözlenirse de sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tabatabaian ve ark. (Tabatabaian et al., 2014) da overdenture uygulamalarında implantlar arası mesafenin tutuculuğa olan etkisi incelemişlerdir. Araştırmada, tamamen dişsiz alt çene koşullarını simüle eden akrilik bir modele, orta hatta göre 10 mm, 25 mm

ve 35 mm mesafelerde yerleştirilmiş üç çift implant kullanılmış ve tutucu sistem olarak topuz tutucu/pembe naylon kombinasyonu tercih edilmiştir.

Tutuculuk kuvvetleri, oblik, vertikal, antero-posterior olmak üzere üç farklı yön için ölçülmüştür. Çalışmanın ortaya koyduğu bulgulara göre, implantlar arası mesafenin sadece anterior-posterior yönde tutuculuğa etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Tabatabaian ve ark. (Tabatabaian et al., 2014) implantlar arası mesafenin vertikal retansiyonu ve oblik direnci etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu tez çalışmasında da mesafeler arasında anlamlı fark olmamasının nedeni, yalnızca vertikal yönde tutuculuk değerlendirmemizden kaynaklanıyor olabilir.

Amiri ve ark. (Amiri et al., 2017) Locator ve Ball tutucu sistem tutuculuklarını, implantlar arası 19, 23 ve 29 mm olmak üzere 3 farklı mesafede değerlendirmişlerdir. 1 yıllık takma çıkarma sikluslarından sonra Ball ve Locator ataşmanların ortalama tutuculuk değerlerini sırasıyla 19 mm'de 12,31MPa ,74,22 MPa ; 23 mm'de 11,93 MPa , 67,93 MPa ; 29 mm mesafede 12,22 MPa , 68,91 MPa bulmuşlardır. Çalışmanın bulgularına göre implantlar arası mesafenin tutuculuk üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamıştır ( $P=0,09$ ).

Shayegh ve ark. (Shayegh et al., 2017) da overdenture protezlerde implantlar arası mesafenin tutuculuk üzerine etkisini incelemek için DIO ve 3i implant sistemlerine ait Locatorları, üç farklı implantlar arası mesafede (19, 23 ve 29 mm) analoglara yerleştirmişlerdir. Mesafeyi 19 ile 23 mm ve 23 ile 29 mm arasında arttırmak, başlangıç retansiyonunu önemli ölçüde artırmıştır ve her iki implant sistemi için, 0, 120, 360 ve 720 siklus sonrasında retansiyon, 23 mm interimplant mesafesinde, 19 mm interimplant mesafesine göre anlamlı derecede yüksektir. Ancak, her iki locator sistemi için 1440 siklus sonrasında iki mesafe arasında anlamlı fark gözlemlenmemiştir.

Benzer şekilde, bu tez çalışmasında tüm gruplarda, 1440 çıkarma siklusunun ardından retansiyon önemli ölçüde azalmıştır. Bu durum, 1 yıllık kullanım sonrasında naylon insertlerde meydana gelen deformasyon ile ilişkilendirilebilir. Bu bulgular, Kobayashi ve ark. (Kobayashi et al., 2014) tarafından yapılan çalışmada 14,600 çıkarma siklusundan sonra benzer sonuçların elde edilmesiyle tutarlıdır.

İmplant destekli overdenture uygulamalarında, implantlar arası mesafenin tutuculuğa etkisini araştıran Salehi ve ark. (Salehi et al., 2019) çalışmasında, 19 mm, 23 mm ve 29 mm olmak üzere üç farklı implant arası mesafede, Locator ile Topuz tutucu sistemlerin tutuculuk kuvvetlerini in-vitro şartlarda değerlendirmişlerdir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, implantlar arası mesafenin tutuculuğa etkisi her iki tutucu sistem (Topuz ve Locator) için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Locator tutuculu sistemlerde, başlangıç ve son tutuculuk değerleri 23 ve 29 mm mesafeler için benzerdir. En düşük tutuculuk değeri 19 mm'de iken, en yüksek tutuculuk değeri implantlar arasındaki mesafe 23 mm olduğunda görülmüştür. Bu tez çalışmasında da, 1 yıllık kullanım sonunda en yüksek tutuculuk, implantlar arası mesafe 22 mm iken izlenmiştir.

Patil ve ark. (Patil et al., 2022a) da, iki implantla desteklenen hareketli mandibular protezlerde farklı mesafe ve açıların tutuculuk kuvvet değerleriyle ilişkisini incelemişlerdir. Tez çalışmamızda olduğu gibi bu çalışmada da modeller 3D yazıcı ile oluşturulmuştur. İki adet implant, orta hattan farklı uzaklıklarda (5, 10, 15 ve 20 mm) paralel olarak yerleştirilmiş ve orta hattan 10 mm uzaklıkta olacak şekilde farklı distal eğimlerle (0-5°, 0-10°, 0-15°, 5-5°, 10-10° ve 15-15° derece) toplam 10 adet çalışma grubu oluşturulmuştur. Her grubun tutuculuk değerleri universal test cihazında üçer kez tekrarlanarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre, 20 mm grubunun retansiyon gücü ( $64.80 \pm 6.78$  N), 5 mm ( $P < 0.003$ ) ve 10 mm ( $P < 0.03$ ) gruplarından önemli ölçüde yüksektir ve 0-15° derecenin retansiyon gücü ( $77.38 \pm 10.33$  N), diğer tüm grupların ( $P < 0.05$ ) üzerindedir. Veriler doğrultusunda, implantların orta hattan uzaklığının ve distal açılarının artmasıyla implant üzeri overdenture protezlerde retansiyon gücü artmıştır. Patil ve ark. sadece başlangıç tutuculuk değerini değerlendirirken, zaman içerisindeki değişimi incelememişlerdir. Bu tez çalışmasında başlangıçtan 1 yıla kadar olan tutuculuk değerleri incelenmiştir. Sonuçlar arasındaki farklılık, lastik insertlerin zamana bağlı aşınmasından kaynaklanıyor olabilir.

İki implant destekli overdenture uygulamalarında ideal tutuculuk için, tutucu sistemlerin birbirinden ne kadar uzaklıkta olması gerektiğine dair net bir kaynak bulunmamaktadır (Michelinakis et al., 2006).

Bu tez çalışmasında, iki implant destekli overdenture uygulamalarında implantlar arası mesafenin tutuculuğa etkisinin değerlendirilmesi amacıyla birinci gruptaki örneklerde, implant analogları arasındaki mesafe 12 mm olacak şekilde, rezin blok örnekler bilgisayar ile tasarlandı ve 3D yazıcı ile elde edildi. İkinci gruptaki örneklerde aynı şekilde hazırlanarak implant analogları, kaninler arası mesafeyi temsil eden 22 mm uzaklıkta konumlandırıldı. Bu konfigürasyonlar, tutuculuğun değerlendirilmesinde kritik parametreler olarak belirlendi ve çalışmanın sonuçlarına anlam kazandırdı. Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, Doukas (Doukas et al., 2008), Michelinakis (Michelinakis et al., 2006), Tabatabaian (Tabatabaian et al., 2014), Amiri (Amiri et al., 2017) ve Shayegh (Shayegh et al., 2017) ile ark. yaptığı çalışmaların bulgularıyla uyumlu olarak, implantlar arası mesafenin tutuculuk üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. İmplantlar arası 12 mm mesafede ortalama tutuculuk değerleri başlangıçta 188,37 N , 3.ayda 127,13 N , 6.ayda 95,19 N , 1 yılda 65,42 N şeklinde zaman geçtikçe azalmıştır ve zamanlar arasındaki bu azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Aynı şekilde implantlar arası mesafe 22 mm olduğunda ortalama tutuculuk değerleri başlangıçta 209,01 N, 3.ayda 136,08 N, 6.ayda 103,58 N ve 1 yılda 66,11 N şeklinde zamanla azalmıştır ve zamanlar arasında bu azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P<0,05$ ). Tutuculuk kuvvet değerlerinde zaman geçtikçe izlenen bu azalma, ataşman sistemlerinin aşınarak yapısal değişikliklere uğramasından kaynaklanıyor olabilir. İmplantlar arası mesafe 12 mm'den 22 mm'ye çıkarıldığında tutuculuk kuvvet değerlerinde artış gözlenirse de sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. İstatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmamasının sebebi denek ve verilerin az sayıda olmasıyla açıklanabilir.

Salehi ve ark. (Salehi et al., 2019) ile Patil ve ark. (Patil et al., 2022a) gibi literatürde çalışmamızdan farklı olarak, iki implantla desteklenen overdenture protezlerde implantlar arası mesafenin, tutuculuk üzerinde anlamlı etkisinin olduğu çalışmalar da mevcuttur. Sonuçlardaki değişkenlik; in-vitro koşulların, kullanılan implantlar arası mesafelerin, implantların eğim yönlerinin ve seçilen tutucu sistemlerin farklı olması ile açıklanabilir.

Literatürdeki retansiyonun incelendiği çalışmalarda, çekme hızının farklı değerlerle uygulandığı gözlemlenmiştir; bunlar arasında 2 mm/sn, 240 mm/dakika, 1 mm/sn, 60 mm/dakika ve 84 mm/dakika gibi farklı hızlar bulunmaktadır (Fromentin et

al., 2010; Gulizio et al., 2005; Kurtulus & Gurbulak, 2018a; Stephens et al., 2014; Yang et al., 2011). Ancak çoğunlukla araştırmacılar, hastanın protez çıkarma hızını 50 mm/dakika olarak belirlemiş ve bu değeri temel alarak çalışmışlardır (Ahmadzadeh & Fereidoonpoor, 2012; Doukas et al., 2008; Mínguez-Tomás et al., 2018; Petropoulos & Mante, 2011; Reda et al., 2016; Rutkunas et al., 2011). Hastanın, protezi yerinden çıkarmak için uyguladığı hıza benzer olduğu ve çiğneme esnasında protezin kretten uzaklaşma hızına yakın bir değeri kabul edildiği için, elde edilen sonuçları önceki çalışmalarla karşılaştırmak amacıyla, bu çalışmada çekme işlemleri 50 mm/dakika hızında gerçekleştirilmiştir.

Protezi takma ve çıkarma işlemlerinin, tutucu sistem içindeki tutucu yüzeylerin aşınma oranlarına ve tutuculuk performansına olan etkisini değerlendiren çalışmalarda, belirli klinik kullanım senaryolarını simüle eden döngü sayıları farklılık göstermektedir. Literatüre göre hastaların protezi günde 3 (Choi et al., 2018; Chung et al., 2004; Pigozzo et al., 2009) veya 4 kez (Abi Nader, De Souza, Fortin, De Koninck, Fromentin, & Albuquerque Junior, 2011; Branchi et al., 2010; Eren Türk et al., 2014; Kobayashi et al., 2014; Mínguez-Tomás et al., 2018; Rabbani et al., 2015; Salehi et al., 2019) takıp çıkardığı varsayılmaktadır.

Hastalar genellikle günde dört defa protezini çıkarmaktadır. Bu işlemler sabah (yerleştirme), kahvaltı sonrası (ıkarma ve yerleştirme), öğle yemeği sonrası (ıkarma ve yerleştirme), akşam yemeği sonrası (ıkarma ve yerleştirme) ve yatmadan önce (ıkarma) şeklinde gerçekleşmektedir (Al-Ghafli et al., 2009). Bu nedenle bu tez çalışmasında hastaların protezlerini günde 4 kez takıp çıkardığı varsayılmıştır. Bir ayı 30 gün olarak kabul edersek, takma/çıkarma işlemlerinin 360 döngüsü 3 ay, 720 döngüsü 6 ay ve 1440 döngüsü de 1 yıl süresine denk gelir şeklinde hesaplanmıştır. Araştırma sürecinde, örnekler üzerinde takma/çıkarma döngüleri gerçekleştirilmiş ve oklüzal yüklemeler uygulanmamıştır.

Bazı araştırmalarda, yorgunluk ve siklus testleri için Universal Test Cihazı kullanılarak aynı cihaz üzerinde yapılmışken (Kobayashi et al., 2014; Mínguez-Tomás et al., 2018), diğer çalışmalarda yorgunluk testleri özel tasarım cihazlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Choi et al., 2018). Halbuki klinik olarak overdenture protezin yerleştirilmesi tamamen hastanın el-kol motor fonksiyonuna bağlıdır. Bu tez

çalışmasında, hareketli protez kullanan hastaların, protezlerini kendi motor becerileriyle çıkardığı düşünülerek, araştırmanın tutuculuk kuvvet değerlerini ve incelenecek olan lastiklerin deformasyonlarını daha objektif yansıtmak amacıyla, takma çıkarma işlemi aynı kişi tarafından el ile manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde protezin el ile takılıp çıkarıldığı çalışmalar da mevcuttur (Doukas et al., 2008; Taşkin Gedik). Tüm örneklere 0, 360, 720 ve 1440 döngü sonrasında Universal Test Cihazında tutuculuk ölçümleri yapılmıştır. Çekme kuvvetinin istatistiksel analizi, belirtilen sıklularda ölçülen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

İmplant destekli overdenture uygulamalarında, tutucu sistemlerde zamanla aşınmaya bağlı olarak ortaya çıkan değişimler, tutuculuk kaybına neden olabilmektedir (Alsabeeha et al., 2010) . Tutucu sistemdeki aşınma, çiğneme fonksiyonu sırasında veya protezin takma çıkarma işlemleri esnasında, tutucu sistemin yüzeyleri arasındaki temas nedeniyle meydana gelir. Bu durum, tutucu sistemde yorulmaya bağlı olarak tutuculuk kaybına sebep olabilir (Al-Ghafli et al., 2009; Besimo & Guarneri, 2003; Rutkunas et al., 2011). Literatürde, implant destekli overdenture uygulamalarında aşınma miktarını, taramalı elektron mikroskobu altında inceleyen birçok çalışma mevcuttur (Choi et al., 2018; Kurtulus & Gurbulak, 2018a; Rabbani et al., 2015; Stephens et al., 2014) . Bu tez çalışmasında, overdenture protez uygulamalarında tutucu parçalardan olan naylon insertler ve abutmentler, 1 yıllık kullanıma eşdeğer olan 1440 siklus ve çekme testleri sonrası deformasyon ve aşınma miktarı açısından, yüzey tarama elektron mikroskobu (SEM) altında detaylı bir şekilde incelenmiştir. Patriks parçalarda belirgin aşınma izlenmezken, lastik insertlerde derin yarıklar, daha fazla aşınma ve yüzey deformasyonu tespit edilmiştir. Başlangıçtan itibaren 1 yıllık süreçteki retansiyon değerlerindeki belirgin azalmanın, lastik insertlerde görülen deformasyonlardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

İki implant destekli overdenture uygulamalarını değerlendiren çalışmalarda, tutucu sistemler incelenmiş ve implantların paralel veya değişen açılarda yerleştirildiği gözlemlenmiştir. Çiğneme kuvvetlerinin implantların uzun ekseni boyunca düzgün bir şekilde dağıtılabilmesi için, implantların okluzal düzleme mümkün olduğunca dik ve birbirine paralel bir şekilde yerleştirilmesi önemlidir (Fakhry et al., 2010; Rabbani et al., 2015). Çalışmalarda, açılı bir şekilde yerleştirilen implantlar genellikle distal veya mesial yönde birbirinden diverjan olacak şekilde konumlandırılmıştır (Choi et al., 2018; Evtimovska et al., 2009; Kobayashi et al., 2014). İki implant üstü overdenture protezin

simüle edildiği çalışmalarda, implant ya da analogların lingual açı ile yerleştirilerek tutuculuğun değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça sınırlıdır (Albahbah et al., 2017; Elsyad et al., 2017). Anatomik koşullar incelendiğinde, hastanın anterior mandibulasında yeterli kemik desteği bulunmadığı durumlarda, implantlar sadece mesial, distal açılı değil bukkal-lingual açılı da yerleştirilebilir. İmplantlar cerrahi işlem esnasında, frontal düzlemde birbirine paralel yerleştirilmiş dahi olsalar sagittal düzlemle bukkolingual yönde açılanma gözlenebilir. Bu durum genellikle cerrahın kemik rezorbsiyon yönünü dikkate alması kimi zaman da çeşitli anatomik oluşumları koruma çabasıyla kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bu tez çalışmasında da kullanılan implantların frontal düzlemde ve birbiri ile paralel olduğu varsayılarak implantların sagittal düzlem üzerinde yapmış oldukları açılar değerlendirilmiştir.

Elsyad ve ark. (Elsyad et al., 2017), Locator tutucu sistemlerde, implantlarda lingual eğim derecesi arttığında peri-implant streslerin arttığı sonucuna varmışlardır. Bu nedenle peri-implant streslerini azaltmak için implantların birbirine paralel yerleştirilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, anterior mandibular alveoler kretin, bukkal eğiminden dolayı, lingual implant eğiminin kaçınılmaz olduğu durumlarda, implantların etrafındaki krestal kemik kaybını en aza indirmek için, lingual eğimi 10° derece ile sınırlamak gerekmektedir (Jemt et al., 1989; Quirynen et al., 1992) çünkü bu açı, peri-implant stresin azalmasıyla ilişkilidir. Bu nedenle, bu tez çalışmasında, iki implantla desteklenen mandibular overdenture protezlerde implant analoglarının lingual eğim dereceleri en fazla 10° derece ile sınırlandırılmıştır ve sagittal planda yapmış oldukları 5° ve 10° derecelik açılar tutuculuk yönünden değerlendirilmiştir.

Albahbah ve ark. (Albahbah et al., 2017) yaptıkları çalışmada, iki implant ile desteklenen mandibular overdenture protezlerde farklı derecelerde lingual eğim ile yerleştirilen implantların, tutuculuğa etkisini incelemişlerdir. Bunun için dört özdeş tamamen dişsiz mandibular akrilik çene modeli oluşturulmuş. Kanin bölgelerine denk gelen yerlere grup I; 0°, grup II; 5°, grup III; 10° , grup IV; 20° olmak üzere, lingual eğime sahip implantlar yerleştirilmiştir. Universal çekme testi cihazına 15 cm'lik dört adet metal zincir ile bağlanarak 51 mm/dk hızla, 6 aylık takıp çıkarmaya denk gelen 540 siklus gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, başlangıçtaki ve 540 siklus sonraki tutuculuk değerleri incelendiğinde, 0° eğime sahip implantlar en yüksek tutuculuk değerini göstermişlerdir. 5° ve 10° eğime sahip gruplar sırasıyla yüksek tutuculuk değerleri göstermiş olsa da aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). 10° ve 20° eğimli implantlar arasında da anlamlı bir fark yoktur ( $P>0,05$ ).

Elyasad ve ark. (ELsyad, Emera, & Ibrahim, 2019) yaptığı in vitro çalışmada, dört adet akrilik mandibular dişsiz modelde, kaninler bölgesine 0°, 10°, 20° ve 30° derecelik lingual açılarla implantlar yerleştirmiş ve eğimin tutuculuk üzerindeki etkisini incelemek istemişlerdir. Tüm eğimler için ekstra hafif, hafif ve orta tutuculukta ataşmanlar kullanılmıştır. Tekrarlanan takıp çıkarma siklusu sonrasında, 10° ve 20° derece implant eğiminin retansiyonu ve stabiliteyi olumsuz etkilediği, aşırı implant eğiminin (30° derece) ise posterior stabiliteyi olumsuz etkilediği gösterilmiştir.

Alsaggaf ve ark. (Alsaggaf et al., 2018) çalışmalarında, 2,8 yıllık simüle edilmiş bir yorgunluk dönemi sonrasında, iki mandibular implantın farklı açılarda (0° derece, 20° derece mezio-distal ve 5° derece bukko-lingual olarak) yerleştirildiği Locator R-TX overdenture sistemi ataşmanlarının tutuculuk performansını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. İmplant analogları aralarında 22 mm mesafe olacak şekilde akrilik rezin bloklara yerleştirilmiştir. Modellere 5000 takma çıkarma siklusu uygulanmıştır. Simüle edilmiş yorulma testi sonrasında, üç grupta da tutuculuk değerlerinde azalmalar ortaya çıkmıştır. Elde edilen verilere göre, paralel grup, diğer gruplarla karşılaştırıldığında test süresince en yüksek tutuculuk değerlerine sahiptir. Diğer iki grup arasında yapılan karşılaştırmada ise, bukkolingual açı ile yerleştirilen grup, mesiodistal açı ile yerleştirilen gruptan daha yüksek tutuculuk değerleri göstermiştir. Bu tez çalışmasında da benzer şekilde takma çıkarma siklusları sonrasında tutuculuk değerlerinde azalmalar ortaya çıkmıştır.

Atashrazm (Atashrazm et al., 2014), iki implantla desteklenen mandibular overdenture protezlerde implant açılanmalarının retansiyon üzerindeki etkisini incelemiştir. İmplant açılarının yönü labial ya da distolabial olacak şekilde 0°, 5° veya 10° açılarla yerleştirilmiştir. 3000 döngü sonrasındaki bulgulara göre, implantların 10°'lik distolabial eğimi ile en yüksek başlangıç retansiyon değeri kaydedilmiş, diğer taraftan, 0° derece açı ve paralel bağlantılarla en düşük retansiyon gözlenmiştir (sırasıyla  $6.9 \pm 0.28$

ve  $3.88 \pm 0.19$  N). Başlangıç ve son tutuculuk değer arasındaki fark  $0^\circ$  derece açı ile yerleştirilen grupta azken;  $10^\circ$  derecelik distolabial eğim gösteren grupta fazladır.

Bu çalışmada özellikle, implantların distolabial eğimli olduğu gruplarda başlangıç retansiyonu anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ( $P < 0.05$ ). Bu çalışmanın sınırlamaları içinde, implantların açılı konumlandırıldığı durumlarda başlangıç retansiyonunun daha yüksek, final retansiyonunun daha düşük olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu tez çalışmasında da Atashrazm'ın çalışmasına benzer şekilde başlangıç retansiyon tutuculuk değerlerinde  $5^\circ$  derece açılı konumlandırılan grup, anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

Jabbour ve ark.'nın (Jabbour et al., 2014) klinik çalışması, iki implantla desteklenen mandibular overdenture protezlerin takılmasını takiben geçen bir yıl içinde, implantlar arasındaki açılanmanın, farklı bağlantı sistemlerinin tutuculuğuna etkisini araştırmayı amaçlamıştır.

Çalışma kapsamında overdenture protez kullanan 24 hasta, rastgele iki gruba ayrılmış, bir grup Locator tutucu sistemini kullanırken diğer grup, bir yıl boyunca Ball ataçmanı tercih etmiştir. Tüm hastalardan postero-anterior ve lateral sefalometrik dijital radyografiler alınarak sırasıyla koronal (mesial-distal) ve sagittal (labial-lingual) düzlemlerde implantlar arası açılanma değerleri ölçülmüştür. Tutuculuk kaybını değerlendirmek için, başlangıçta, 1 hafta, 3, 6 ve 12 ay kullanım sonrasında değerler IM kuvvet ölçüm cihazı kullanılarak kaydedilmiştir.

Çalışmanın sonucunda sagittal interimplant açılanmanın sadece Locator sistem retansiyon değerleri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ve tutuculuk, sagittal (bukko-lingual) interimplant açılanmasındaki her bir derecelik artışta ortalama olarak 1,1 Newton azalmaktadır. Tez çalışmamızda artan implant dereceleriyle birlikte tutuculukta anlamlı artış izlenmemiştir ve Jabbour ve ark. çalışma bulguları bu tez çalışmasının sonucu ile benzerlik göstermemektedir. Bu farklılığın; *in-vivo/in-vitro* ortam şartlarındaki değişikliklerden, seçilen implant açılanmalarının farklı olmasından, tükürük, pH gibi ağız içi faktörlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Stephens ve ark. (Stephens et al., 2014) çalışmalarında implantlar arasındaki açının iki Locator ataşmanının retansiyonuna etkisini *in-vitro* simülasyonla

değerlendirmek için 0°, 10° ve 20° distal açılı test grupları oluşturmuşlardır. Deneyin başlangıcında, 10° grup, 0° gruba göre önemli ölçüde daha fazla retansiyon göstermiş, ancak 0° ve 20° grupları arasında veya 10° ve 20° grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. 5500 döngüden sonra ise, hiçbir grup arasında retansiyon açısından anlamlı fark izlenmemiştir (0° için  $15.97 \pm 3.96$  ; 10° için  $15.43 \pm 1.59$  ; 20° için  $14.22 \pm 2.43$ ) . 5500 çıkarma döngüsü sonrası retansiyon, tüm gruplarda başlangıçtaki retansiyondan daha az bulunmuştur. Bu tez çalışmasında da Stephens ve ark.nın çalışmalarına benzer şekilde Locator tutuculu sistemlerde iki implantla desteklenen mandibular overdenture protez uygulamasında 1440 çıkarma döngüsü sonrası retansiyon, tüm açılarda başlangıç retansiyonunda daha az ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Bu çalışmaya benzer şekilde sadece başlangıç döneminde gruplar arası ortalama tutuculuk değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P < 0,05$ ), bu da 5° dereceye sahip gruptan kaynaklanmaktadır ve 1440 döngü sonrasında hiçbir grup arasında retansiyon açısından anlamlı fark yoktur ( $P > 0,05$ ).

Kurtuluş ve ark. (Kurtuluş & Gurbulak, 2018b) 0°,10° ve 20° distal eğimde implantların Ball ve Locator tutucu sistemler üzerindeki tutuculuğa etkisini incelemişler ve Locator ataşmanları üzerinde yapılan ölçümlerde, başlangıçta 0° ve 20° örnekleri ile 10° ve 20° örnekleri arasında anlamlı bir fark tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Dubois'un (Dubois, 2007) çalışmasındaki veriler ile, distal eğimli 10° dereceye kadar olan açılarda retansiyon kaybının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ve tolere edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, 10°nin üzerindeki açılarda kayıp retansiyonunun etkili olabileceği belirtilmektedir. Bu tez çalışmasında da 10° dereceye kadar olan açılar değerlendirilmiş ve bu çalışmalara benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunamamıştır ( $P > 0,05$ ).

Ortegon ve ark. (Ortegón et al., 2009) çalışmasında da, 0° ve 10° derece distal implant açılarıyla, 3500 döngü sonrası retansiyonda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Gulizio ve ark. (Gulizio et al., 2005), *in-vitro* ortamda yerleştirilen vertikal eksene 0°, 10°, 20° ve 30° derece açılarda konumlandırılan implantların altın ve titanyum Ball ataşmanlarının başlangıç retansiyonunu incelemişlerdir. Çalışmada, altın Ball ataşman matrislerinde 20° ve 30° derecede yerleştirilen implantların retansiyonu arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken, aynı farkın 0° ve 10° derece açılı implantlarda gözlenmediği tespit etmişlerdir. Stephens (Stephens et al., 2014), Ortegon (Ortegon et al., 2009), Dubois (Dubois, 2007) ve Kurtuluş (Kurtulus & Gurbulak, 2018b) bu tez çalışmasından farklı olarak implantların distal açılanmalarını değerlendirmiş olsalar da, 10° dereceye kadar olan açılanmalarda istatistiksel olarak fark bulamayıp benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bu benzerlik aslında tüm retansiyon testlerinin vertikal yönde uygulanmasıyla açıklanabilir.

Bu tez çalışmasının açılı bulguları, Stephens (Stephens et al., 2014), Kurtuluş (Kurtulus & Gurbulak, 2018b), Ortegon (Ortegon et al., 2009), Dubois (Dubois, 2007), Gulizio (Gulizio et al., 2005), Albahbah (Albahbah et al., 2017), Elysad'ın (Elysad, Emera, & Ibrahim, 2019) çalışmalarına benzer sonuçlar göstermiştir. Alsaggaf ve ark. (Alsaggaf et al., 2018) ile sonuçlar aynı olmasa da benzer şekilde tutuculuğun zamanla azaldığı görülmüştür. Literatürdeki çoğu çalışmada implantlar distal veya mesial açılarla yerleştirilirken, bu tez çalışması bu konuda sınırlı çalışmaların yapıldığı sagittal düzlemle olan açılanmanın, yani bukkal veya lingual yönde implant açısının, retansiyona olan etkisini incelemiştir. Tez çalışmamızın sonuçları, Albahbah (Albahbah et al., 2017), Elysad ve ark. (Elysad, Emera, & Ibrahim, 2019) bulgularıyla paralellik göstererek, bukkal/lingual açının retansiyona etkisini benzer şekilde ortaya koymuştur. İki implantla desteklenen mandibular overdenture Locator tutuculu protezlerde, 1440 çıkarma döngüsü sonrası retansiyon, tüm açılarda başlangıç retansiyonunda daha az ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Sadece başlangıçtaki gruplar arası ortalama tutuculuk değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır (8,767;  $P < 0,001$ ) ve 5° derecede en yüksekken, 0° ve 10° derecelerde sonuçlar benzerdir. 360, 720 ve 1440 siklus sonrasında hiçbir grup arasında retansiyon açısından anlamlı fark izlenmemiştir ( $P > 0,05$ ).

Tez çalışmasındaki verilere göre tutuculuk değerleri, başlangıçtan itibaren, 1440 takma çıkarma siklusuna kadar anlamlı şekilde azalmıştır ( $P < 0,05$ ). Mesafe 12 mm'den 22 mm'e çıkarıldığında tutuculuk değerlerinin arttığı gözlenmesine rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $P > 0,05$ ). İmplantların tutuculuk değerleri üzerinde açı ve mesafenin ortak etkisi incelendiğinde, ortak etkinin sadece başlangıç siklusundaki tutuculuk değerlerinde ( $F_{(2-18)} = 3.809$ ,  $P < .05$ ) etkili olduğu görülmektedir. Açı ve mesafeye ilişkin ortak etkinin 3. ay ( $F_{(2-30)} = 1.44$ ,  $P > .05$ ), 6. ay ( $F_{(2-30)} = 1.33$ ,  $P > .05$ ) ve 1 yıllık ( $F_{(2-30)} = 2.13$ ,  $P > .05$ ) zaman dilimlerindeki implantların tutuculuk değerleri

üzerinde anlamlı bir fark göstermediği bulunmuştur. Bu tez çalışmasının bulgularına göre, iki implantla desteklenen mandibular overdenture protezlerde implantlar arası mesafenin ve sagittal düzlemdeki implant açılanmalarının tutuculuğa anlamlı etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen çekme testi sonuçları 59,42 ile 74,57 N arasında değerler sergilerken, literatürde implant destekli overdenture protezlerde yapılan açılanma ile tutuculuk üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar genellikle 3 ile 104,72 N arasında değişkenlik göstermektedir (Al-Ghafli et al., 2009; Dubois, 2007; Fromentin et al., 2010; Gulizio et al., 2005; Ortegón et al., 2009; Rutkunas et al., 2005; Van Kampen et al., 2003; Walton et al., 2001) ve protez tutuculuğu için gereken minimum kuvvet değerinin 5-7 N aralığında olduğu belirtilmiştir (Abi Nader, De Souza, Fortin, De Koninck, Fromentin, & Albuquerque Júnior, 2011; Salehi et al., 2019; Türk et al., 2014). Bu tez çalışmasında nihai retansiyon değerleri minimum kuvvet değerinin üzerinde ve belirtilen aralıkta sonuçlanmıştır (59,42 ±18,24; 74,57 ±15,70 ; 69,65 ±11,82; 61,44 ±19,44; 67,18 ±12,25; 62,32 ±10,06) .

Implant sayısı, açıları, tutucu sistem tasarımı, kullanılan malzeme, dayanak yükseklikleri, tutucular arasındaki mesafe, in-vitro test şartlarındaki farklılık, çevresel koşullar, kullanılan cihazlar ve uygulanan yöntemler, çalışmalarda çeşitlilik yaratmaktadır. Bu değişkenlerin göz önüne alınmasıyla, benzer tutucu sistemlere sahip olsa bile, farklı sonuçlara ulaşmak mümkündür. Bu nedenle, bu tez çalışmasında kullanılan tutucu sistemlerin farklı olması, test için farklı cihazların kullanılması ve diğer in-vitro şartlardaki çeşitlilik, sonuçların değişiklik göstermesine neden olabilmektedir.

İmplant destekli overdenture uygulamalarında, tutuculuk kuvveti değerleri, hastanın memnuniyetiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, tutuculuk kuvvetleri, protezin stabilitesi için gerekli olan tutuculuk seviyesine uygun olmalıdır. İmplant destekli overdenture uygulamalarında kullanılacak tutucuların seçimi büyük önem taşır; seçilen tutucu sistemi, ağız içinde uzun süre boyunca etkili tutuculuğunu sürdürmeli ve hem hekim hem de hasta tarafından tatmin edici olmalıdır.

Overdenture uygulamalarında, tutucu sistemlerin aşınması çeşitli faktörlerden etkilenir. Bu faktörler arasında tükürük kalitesi, miktarı ve pH değeri, ağız hijyeni, sıcaklık değişiklikleri, hastanın beslenme alışkanlıkları, çiğneme ve parafonksiyonel

durumlar gibi birçok etken bulunmaktadır. Bu nedenle, tutucu sistemlerin klinik kullanım ömrünün, laboratuvar deneylerine kıyasla daha kısa olması muhtemeldir. Dolayısıyla, tutucu sistemlerin güvenilirliğini değerlendirmek için, her bir tutucu sisteminin detaylı laboratuvar çalışmalarının yanı sıra uzun vadeli klinik takip sonuçlarına da ihtiyaç vardır.

Gelecekteki araştırmalarda, iki implantla desteklenen mandibular overdenture uygulamalarında mesafe ve implant açılarının retansiyona olan etkisini daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmek amacıyla, daha fazla sayıda örnek kullanılabilir ve tutuculuk değeri daha uzun zaman aralıklarında incelenebilir. Ayrıca, farklı mesafeler ve yalnızca sagittal düzlemde değil, farklı düzlemlerde çeşitli konfigürasyonlarla implant açılanması üzerinde çalışmalar yapılabilir.

## 6 SONUÇ VE ÖNERİLER

İki implant ile desteklenen mandibular overdenture protezlerde, implantların sagittal düzlemde yaptığı açıların ve implantlar arası mesafenin, tutuculuğa etkisinin, farklı sürelerde değerlendirildiği bu *in-vitro* tez çalışmasına göre:

- İki implantla desteklenen mandibular overdenture protez uygulamalarında, implantlar arası mesafe, tutucu sistemlerin tutuculuk kuvvetlerine etki etmemektedir. İmplantlar arası mesafe 12 mm'den 22 mm'ye çıkarıldığında, ortalama tutuculuk kuvvet değerlerindeki artış gözlenmiştir ancak bu değerler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sebeple, implant destekli overdenture protezlerde implantların konumu, birbirlerine kanin bölgesinden daha yakın olacak şekilde ayarlanabilir.
- Alt çene kanin bölgesinde kemik kaybı ya da defekt varlığında, implantlar, aralarında 12 mm mesafe olacak şekilde yerleştirilebilir. Bu durumda, hasta, protez tutuculuk kuvvetinde herhangi bir değişiklik olmayacağı konusunda bilgilendirilebilir.
- İki implantla desteklenen mandibular overdenture protez uygulamalarında, implantların sagittal düzleme açılı konumlandırılması, tutucu sistemlerin tutuculuk kuvvetlerine etki etmemektedir. 1 yıllık kullanım sonunda açılma arttıkça tutuculuk değerinin azaldığı izlense de sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu nedenle, implant destekli overdenture protezlerde implantların, 10° derece sagittal eğime kadar benzer tutuculuk değerleri gösterdiği söylenebilir.
- İmplantlar arasındaki mesafe ve açıların, tutuculuk kuvvetleri üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, implantların konumlarının tutuculuk üzerindeki etkisini değerlendirirken, sadece mesafe ve açı değil, diğer faktörlerin de dikkate alınması gerekmektedir.
- Takma çıkarma işlemine bağlı olarak 1 yıl klinik kullanım sonrasında, tüm gruplarda tutuculuk değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştır. Bu nedenle, 1 yıl kullanım sonunda metal kep içerisine yerleştirilen lastiklerin değiştirilmesi gereklidir. Hasta bu konuda bilgilendirilmeli ve takip edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Abd El-Dayem, M. A., Assad, A. S., Sanad, M. E. E., & Mogahed, S. A. A.-h. M. (2009). Comparison of prefabricated and custom-made bars used for implant-retained mandibular complete overdentures. *Implant Dentistry*, 18(6), 501-511.
- Abi Nader, S., De Souza, R., Fortin, D., De Koninck, L., Fromentin, O., & Albuquerque Junior, R. (2011). Effect of simulated masticatory loading on the retention of stud attachments for implant overdentures. *Journal of oral rehabilitation*, 38(3), 157-164.
- Abi Nader, S., De Souza, R., Fortin, D., De Koninck, L., Fromentin, O., & Albuquerque Júnior, R. F. d. (2011). Effect of simulated masticatory loading on the retention of stud attachments for implant overdentures. *Journal of oral rehabilitation*, 38(3), 157-164.
- Abraham, C. M. (2014). Suppl 1: A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments. *The open dentistry journal*, 8, 50.
- Aggarwal, B., Vasudeva, K., Kaushal, S., Chhabra, U., & Singla, S. (2008). Gender based comparison of intercanine distance of mandibular permanent canine in different populations.
- Ahmadzadeh, A., & Fereidoonpoor, N. (2012). Comparison of Retentive Force in Four Attachment Systems in Implant-Supported Overdenture of the Lower Arch.
- Aktaş, G., & Canay, Ş. (2015). İmplant üstü overdenture protezlerde tutucu alternatifleri. *Acta Odontologica Turcica*, 32(3), 158-164.
- Al-Ghafli, S. A., Michalakis, K. X., Hirayama, H., & Kang, K. (2009). The in vitro effect of different implant angulations and cyclic dislodgement on the retentive properties of an overdenture attachment system. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 102(3), 140-147.
- Albahbah, A. A. A., Elsyad, M. A., & Emera, R. M. (2017). Effect of different degrees of lingual implant inclination on the retention of locator retained mandibular implant overdenture. an in-vitro study. *dental journal*, 63(235), 246.
- Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2005). The impact of oral implants-past and future, 1966-2042. *J Can Dent Assoc*, 71(5), 327.
- Allen, P., & McMillan, A. (2003). A longitudinal study of quality of life outcomes in older adults requesting implant prostheses and complete removable dentures. *Clinical oral implants research*, 14(2), 173-179.
- Alsabeeha, N., Atieh, M., Swain, M. V., & Payne, A. G. (2010). Attachment systems for mandibular single-implant overdentures: an in vitro retention force investigation on different designs. *International Journal of Prosthodontics*, 23(2).
- Alsaggaf, A., Sultana, N., Bartlett, D., & Suleiman, M. (2018). The effect of implant angulation on the performance of the locator R-TX overdenture attachments. *Clinical oral implants research*, 29, 236-236.
- Alsiyabi, A. S., Felton, D. A., & Cooper, L. F. (2005). The role of abutment-attachment selection in resolving inadequate interarch distance: a clinical report. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 14(3), 184-190.
- Amiri, E. M., Atri, F., Khalilpour, M., & Alhavaz, S. (2017). Comparing the effect of different inter-implant distances on the retention of locator and ball attachments. *J Int Adv Bio & Res*, 8, 46-58.
- Anas El-Wegoud, M., Fayyad, A., Kaddah, A., & Nabhan, A. (2018). Bar versus ball attachments for implant-supported overdentures in complete edentulism: a

- systematic review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20(2), 243-250.
- Anderson, D. L., & Thompson, G. W. (1973). Interrelationships and sex differences of dental and skeletal measurements. *Journal of dental research*, 52(3), 431-438.
- Arnold, C., Stampa, C., Schweyen, R., Hey, J., & Boeckler, A. (2020). Retentive characteristics of a new attachment system for hybrid dentures. *Materials*, 13(15), 3434.
- Assaf, A., Daas, M., Boittin, A., Eid, N., & Postaire, M. (2017). Prosthetic maintenance of different mandibular implant overdentures: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 118(2), 144-152. e145.
- Assif, D., Marshak, B., & Schmidt, A. (1996). Accuracy of implant impression techniques. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 11(2).
- Atashrazm, P., Dashti, M. H., Alavijeh, L. Z., Azarmaeh, S., & Mahdizadeh, S. (2014). The influences of implant angulations in one and two directions on the retentive properties of overdenture attachments: An in vitro study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 14, 72-77.
- Att, W., & Stappert, C. (2003). Implant therapy to improve quality of life. *Quintessence International*, 34(8).
- Attard, N. J., & Zarb, G. A. (2005). Long-term treatment outcomes in edentulous patients with implant overdentures: the Toronto study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 93(2), 170.
- Awad, M., Locker, D., Korner-Bitensky, N., & Feine, J. (2000). Measuring the effect of intra-oral implant rehabilitation on health-related quality of life in a randomized controlled clinical trial. *Journal of dental research*, 79(9), 1659-1663.
- Awad, M. A., Lund, J. P., Shapiro, S. H., Locker, D., Klemetti, E., Chehade, A., Savard, A., & Feine, J. S. (2003). Oral health status and treatment satisfaction with mandibular implant overdentures and conventional dentures: a randomized clinical trial in a senior population. *International Journal of Prosthodontics*, 16(4).
- Barão, V., Delben, J., Lima, J., Cabral, T., & Assunção, W. G. (2013). Comparison of different designs of implant-retained overdentures and fixed full-arch implant-supported prosthesis on stress distribution in edentulous mandible—a computed tomography-based three-dimensional finite element analysis. *Journal of biomechanics*, 46(7), 1312-1320.
- Batenburg, R. H., Meijer, H. J., Raghoebar, G. M., & Vissink, A. (1998). Treatment concept for mandibular overdentures supported by endosseous implants: a literature review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 13(4).
- Batista, M. J., Lawrence, H. P., & Rosário de Sousa, M. d. L. (2014). Impact of tooth loss related to number and position on oral health quality of life among adults. *Health and quality of life outcomes*, 12, 1-10.
- Beikler, T., & Flemmig, T. F. (2015). EAO consensus conference: economic evaluation of implant-supported prostheses. *Clinical oral implants research*, 26, 57-63.
- Bergendal, T., & Engquist, B. (1998). Implant-supported overdentures: a longitudinal prospective study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 13(2).
- Bernstein, H. (1994). Dental implants. *Journal (Canadian Dental Association)*, 60(6), 474-475.
- Besimo, C., & Guarneri, A. (2003). In vitro retention force changes of prefabricated attachments for overdentures. *Journal of oral rehabilitation*, 30(7), 671-678.

- Beumer III, J., Hamada, M. O., & Lewis, S. (1993). A prosthodontic overview. *International Journal of Prosthodontics*, 6(2).
- Bondevik, O. (1998). Changes in occlusion between 23 and 34 years. *The Angle Orthodontist*, 68(1), 75-80.
- Botega, D., Mesquita, M., Henriques, G., & Vaz, L. G. (2004). Retention force and fatigue strength of overdenture attachment systems. *Journal of oral rehabilitation*, 31(9), 884-889.
- Branchi, R., Vangi, D., Virga, A., Guertin, G., & Fazi, G. (2010). Resistance to wear of four matrices with ball attachments for implant overdentures: a fatigue study. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 19(8), 614-619.
- Branemark, P.-I. (1985). Tissue-Integrated Prostheses. *Osseointegration in clinical dentistry*, 11-344.
- Brånemark, P.-I., Breine, U., Adell, R., Hansson, B., Lindström, J., & Ohlsson, Å. (1969). Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental studies. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery*, 3(2), 81-100.
- Bressan, E., Tomasi, C., Stellini, E., Sivoilella, S., Favero, G., & Berglundh, T. (2012). Implant-supported mandibular overdentures: a cross-sectional study. *Clinical oral implants research*, 23(7), 814-819.
- Broggini, N., & Cirelli, J. (2007). *Glossary of oral and maxillofacial implants*. Quintessence.
- Burns, D. R. (2015). Mandibular implant overdenture treatment: consensus and controversy. *Journal of Prosthodontics on Dental Implants*, 77-86.
- Burns, D. R., Unger, J. W., Coffey, J. P., Waldrop, T. C., & Elswick Jr, R. K. (2011). Randomized, prospective, clinical evaluation of prosthodontic modalities for mandibular implant overdenture treatment. *The Journal of prosthetic dentistry*, 106(1), 12-22.
- Büttel, A. E., Bühler, N. M., & Marinello, C. P. (2009). Locator or ball attachment: a guide for clinical decision making. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin= Revue Mensuelle Suisse D'odonto-stomatologie= Rivista Mensile Svizzera di Odontologia e Stomatologia*, 119(9), 901-918.
- Caetano, C. R., Consani, R. L. X., Bacchi, A., Correr, A. B., & Dos Santos, M. B. F. (2013). Influence of different flask systems on tooth displacement and framework misfit in mandibular fixed implant-supported complete dentures. *Journal of prosthodontic research*, 57(3), 213-218.
- Caputo, A. A., & Standlee, J. P. (1987). Biomechanics in clinical dentistry. (No Title).
- Carlsson, G., & Omar, R. (2010). The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. *Journal of oral rehabilitation*, 37(2), 143-156.
- Carlsson, G. E. (2009). Dental occlusion: modern concepts and their application in implant prosthodontics. *Odontology*, 97, 8-17.
- Carlsson, G. E. (2014). Implant and root supported overdentures-a literature review and some data on bone loss in edentulous jaws. *The journal of advanced prosthodontics*, 6(4), 245-252.
- Carlsson, G. E., Kronström, M., De Baat, C., Cune, M., Davis, D., Garefis, P., Heo, S. J., Jokstad, A., Matsuura, M., & Närhi, T. (2004). A survey of the use of mandibular implant overdentures in 10 countries. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 92(2), 201.

- Carter, D. R., Orr, T. E., Fyhrie, D. P., & Schurman, D. J. (1987). Influences of mechanical stress on prenatal and postnatal skeletal development. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 219, 237-250.
- Chaffee, N. R., Felton, D. A., Cooper, L. F., Palmqvist, U., & Smith, R. (2002). Prosthetic complications in an implant-retained mandibular overdenture population: initial analysis of a prospective study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 87(1), 40-44.
- Choi, J.-W., Bae, J.-H., Jeong, C.-M., & Huh, J.-B. (2017). Retention and wear behaviors of two implant overdenture stud-type attachments at different implant angulations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(5), 628-635.
- Choi, J.-W., Yun, B.-H., Jeong, C.-M., & Huh, J.-B. (2018). Retentive Properties of Two Stud Attachments with Polyetherketoneketone or Nylon Insert in Mandibular Implant Overdentures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(5).
- Chu, F. C., Deng, F. L., Siu, A. S., & Chow, T. W. (2004). Implant-tissue supported, magnet-retained mandibular overdenture for an edentulous patient with Parkinson's disease: a clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry*, 91(3), 219-222.
- Chung, K. H., Chung, C. Y., Cagna, D. R., & Cronin Jr, R. J. (2004). Retention characteristics of attachment systems for implant overdentures. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 13(4), 221-226.
- Cicciù, M., Beretta, M., Risitano, G., & Maiorana, C. (2008). an investigation on 1939 dental implants. *Minerva stomatologica*.
- CM-LOC. (2020). *CM-LOC*.  
<https://www.cmsa.ch/en/medtech/products/prostheticline/implantology/cm-locr/>
- Cordioli, G., Majzoub, Z., & Castagna, S. (1997). Mandibular overdentures anchored to single implants: a five-year prospective study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 78(2), 159-165.
- Cowin, S. C., Moss-Salentijn, L., & Moss, M. L. (1991). Candidates for the mechanosensory system in bone.
- Craig, R. G. (1980). *Restorative dental materials*. Mosby.
- Cune, M., Burgers, M., van Kampen, F., de Putter, C., & van der Bilt, A. (2010). Mandibular overdentures retained by two implants: 10-year results from a crossover clinical trial comparing ball-socket and bar-clip attachments. *International Journal of Prosthodontics*, 23(4).
- Cune, M., Van Kampen, F., Van der Bilt, A., & Bosman, F. (2005). Patient satisfaction and preference with magnet, bar-clip, and ball-socket retained mandibular implant overdentures: a cross-over clinical trial. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94(5), 471.
- Çalikkocaoğlu, S. (2010). *Dişsiz hastaların protetik tedavisi: klasik tam protezler*. Quintessence.
- D. Mericske-Stern, R., Taylor, T. D., & Belser, U. (2000). Management of the edentulous patient. *Clinical Oral Implants Research: Chapter 7, 11*, 108-125.
- Dal Carlo, L., Pasqualini, M., Shulman, M., Rossi, F., Comola, G., Manenti, P., Candotto, V., Lauritano, D., & Zampetti, P. (2019). Endosseous distal extension (EDE) blade implant technique useful to provide stable pillars in the ipotrophic lower posterior sector: 22 years statistical survey. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 33, 2058738419838092.

- Daou, E. E. (2015). Biomaterial aspects: A key factor in the longevity of implant overdenture attachment systems. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 5(4), 255.
- Davis, D. M., & Packer, M. E. (1999). Mandibular overdentures stabilized by Astra Tech implants with either ball attachments or magnets: 5-year results. *International Journal of Prosthodontics*, 12(3).
- Davodi, A., Nishimura, R., & Beumer III, J. (1997). An implant-supported fixed-removable prosthesis with a milled tissue bar and Hader clip retention as a restorative option for the edentulous maxilla. *The Journal of prosthetic dentistry*, 78(2), 212-217.
- Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, 219(11), 521-529.
- de la Rosa Castolo, G., Perez, S. V. G., Arnoux, P.-J., Badih, L., Bonnet, F., & Behr, M. (2019). Implant-supported overdentures with different clinical configurations: Mechanical resistance using a numerical approach. *The Journal of prosthetic dentistry*, 121(3), 546. e541-546. e510.
- DeBoer, J. (1993). Edentulous implants: overdenture versus fixed. *The Journal of prosthetic dentistry*, 69(4), 386-390.
- Doukas, D., Michelinakis, G., Smith, P. W., & Barclay, C. W. (2008). The influence of interimplant distance and attachment type on the retention characteristics of mandibular overdentures on 2 implants: 6-month fatigue retention values. *International Journal of Prosthodontics*, 21(2).
- Doundoulakis, J. H., Eckert, S. E., Lindquist, C. C., & Jeffcoat, M. K. (2003). The implant-supported overdenture as an alternative to the complete mandibular denture. *The Journal of the American Dental Association*, 134(11), 1455-1458.
- DR, B. (1995). Prospective clinical evaluation of mandibular implant overdentures: Part I Retention, stability, and tissue response. *J Prosthet Dent*, 73, 354-363.
- Dubois, N. (2007). Retention values of locator attachments versus different implant angulations.
- Dudic, A., & Mericske-Stern, R. (2002). Retention mechanisms and prosthetic complications of implant-supported mandibular overdentures: long-term results. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 4(4), 212-219.
- Duyck, J., Van Oosterwyck, H., Vander Sloten, J., De Cooman, M., Puers, R., & Naert, I. (1999). In vivo forces on oral implants supporting a mandibular overdenture: the influence of attachment system. *Clinical oral investigations*, 3, 201-207.
- Elsonbaty, M. A., Alshimy, A. M., Abdul-Monem, M. M., & Neena, A. F. (2022). Evaluation of retention and wear of a titanium-formed stud overdenture attachment with different interimplant angulations after simulated clinical use: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 128(2), 205. e201-205. e210.
- Elsyad, M. A., Abid, K. S., & Elkhalek, E. A. (2017). Effect of Buccal Implant Inclination on Stresses Around Two-Implant–Retained Overdentures with Resilient Stud Attachments. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(3).
- ELsyad, M. A., Emera, R. M., & Ashmawy, T. M. (2019). Effect of distal implant inclination on dislodging forces of different locator attachments used for mandibular overdentures: an in vitro study. *Journal of Prosthodontics*, 28(2), e666-e674.
- ELsyad, M. A., Emera, R. M., & Ibrahim, A. M. (2019). Effect of Labial Implant Inclination on the Retention and Stability of Different Resilient Stud Attachments

- for Mandibular Implant Overdentures: An In Vitro Study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 34(2).
- Elsyad, M. A., Errabti, H. M., & Mustafa, A. Z. (2016). Mandibular denture base deformation with locator and ball attachments of implant-retained overdentures. *Journal of Prosthodontics*, 25(8), 656-664.
- Elsyad, M. A., & Khirallah, A. S. (2016). Circumferential bone loss around splinted and nonsplinted immediately loaded implants retaining mandibular overdentures: A randomized controlled clinical trial using cone beam computed tomography. *The Journal of prosthetic dentistry*, 116(5), 741-748.
- Engelmeier, R. L. (1996). Complete-denture esthetics. *Dental Clinics of North America*, 40(1), 71-84.
- Engquist, B., Bergendal, T., Kallus, T., & Linden, U. (1988). A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 3(2).
- Epstein, D. D., Epstein, P. L., Cohen, B. I., & Pagnillo, M. K. (1999). Comparison of the retentive properties of six prefabricated post overdenture attachment systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 82(5), 579-584.
- Eren Türk, P., Geckili, O., Türk, Y., Günay, V., & Bilgin, T. (2014). In vitro comparison of the retentive properties of ball and locator attachments for implant overdentures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(5).
- Ettinger, R. (1973). Diet, nutrition and mastigatory ability in elderly patients. *Austr. dent. J*, 18(1), 12-19.
- Evtimovska, E., Masri, R., Driscoll, C. F., & Romberg, E. (2009). The change in retentive values of locator attachments and hader clips over time. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 18(6), 479-483.
- Fakhry, A., Tan, S. C., Heiner, A. D., Dehkordi-Vakil, F. H., & Dircks, H. W. (2010). Methodology for measuring the in vitro seating and unseating forces of prefabricated attachment systems used to retain implant overdentures. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 19(2), 87-94.
- Federick, D. R., & Caputo, A. A. (1996). Effects of overdenture retention designs and implant orientations on load transfer characteristics. *The Journal of prosthetic dentistry*, 76(6), 624-632.
- Feine, J., Carlsson, G., & Awad, M. (2002). Mandibular Two-Implant Overentures as First-Choice Standard of Care for Edentulous Patients. Report on McGill Consensus Statement on Overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 601-602.
- Feine, J., Carlsson, G., Awad, M., Chehade, A., Duncan, W., Gizani, S., Head, T., Lund, J., MacEntee, M., & Mericske-Stern, R. (2002a). The McGill consensus statement on overdentures. *Chicago: The Gerodontology Association*.
- Feine, J., Carlsson, G., Awad, M., Chehade, A., Duncan, W., Gizani, S., Head, T., Lund, J., MacEntee, M., & Mericske-Stern, R. (2002b). The McGill Consensus Statement on Overdentures. Montreal, Quebec, Canada. May 24-25, 2002. *The International journal of prosthodontics*, 15(4), 413-414.
- Feine, J. S., & Carlsson, G. E. (2003). Implant overdentures: the standard of care for edentulous patients. (*No Title*).
- Ferro, K. J., Morgano, S. M., Driscoll, C. F., Freilich, M. A., Guckes, A. D., Knoernschild, K. L., McGarry, T. J., & Twain, M. (2017). The glossary of prosthodontic terms.

- Fitzpatrick, B. (2006). Standard of care for the edentulous mandible: a systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95(1), 71-78.
- Fontijn-Tekamp, E., Slagter, A., Van't Hof, M., Geertman, M., & Kalk, W. (1998). Bite forces with mandibular implant-retained overdentures. *Journal of dental research*, 77(10), 1832-1839.
- Ford, T. G. (2003). The heat-activated solderless passivation (HASP) technique for correcting nonpassive-fitting bars without soldering. *Implant Dentistry*, 12(1), 11-17.
- Fromentin, O., Lassauzay, C., Abi Nader, S., Feine, J., & de Albuquerque Junior, R. (2010). Testing the retention of attachments for implant overdentures—validation of an original force measurement system. *Journal of oral rehabilitation*, 37(1), 54-62.
- Fu, C. C., & Hsu, Y. T. (2009). A Comparison of Retention Characteristics in Prefabricated and Custom-Cast Dental Attachments. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 18(5), 388-392.
- Fugariu, I., de Souza, R. F., Rosas, E., & Borie, E. (2023). Using an Attachment System with PEEK Matrices for Single-Implant Overdentures: In Vitro Retention Force. *Journal of Clinical Medicine*, 12(6), 2159.
- Fuhrmann, G., Steiner, M., Freitag-Wolf, S., & Kern, M. (2014). Resin bonding to three types of polyaryletherketones (PAEKs)—durability and influence of surface conditioning. *Dental Materials*, 30(3), 357-363.
- Gandhi, P. V., Kalsekar, B. G., Patil, A. A., & Kandi, N. S. (2019). A low-profile universal attachment system with housing welded to metal reinforcement framework to retain mandibular implant overdenture: A clinical report. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*, 19(4), 374.
- Geçkili, O., Bural, C., & Bilmenoğlu, Ç. (2010). İmplant destekli tam protezlerde kullanılan tutucu sistemler.
- Geçkili, O., Bural, C., & Bilmenoğlu, Ç. (2010). Attachment systems for implant supported complete dentures. *Journal of Ege University School of Dentistry*, 31(1), 9-18.
- Geertman, M., Slagter, A., Van, M., Hof, t., Van Waas, M., & Kalk, W. (1999). Masticatory performance and chewing experience with implant-retained mandibular overdentures. *Journal of oral rehabilitation*, 26(1), 7-13.
- Geng, J.-P., Tan, K. B., & Liu, G.-R. (2001). Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry*, 85(6), 585-598.
- Gonçalves, F., Campestrini, V. L. L., Rigo-Rodrigues, M. A., & Zanardi, P. R. (2020). Effect of the attachment system on the biomechanical and clinical performance of overdentures: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 123(4), 589-594.
- Goodacre, B. J., Goodacre, S. E., & Goodacre, C. J. (2018). Prosthetic complications with implant prostheses. *EJOI*, 11, 27.
- Goodacre, C., & Goodacre, B. (2017). Fixed vs removable complete arch implant prostheses: a literature review of prosthodontic outcomes. *Eur J Oral Implantol*, 10(Suppl 1), 13-34.
- Gotfredsen, K., & Holm, B. (2000). Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or bar attachments: a randomized prospective 5-year study. *International Journal of Prosthodontics*, 13(2).

- Granat, J. (1990). Was there implantology 7000 years ago? *L'Information dentaire*, 72(22), 1959-1961.
- Gulizio, M. P., Agar, J. R., Kelly, J. R., & Taylor, T. D. (2005). Effect of implant angulation upon retention of overdenture attachments. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 14(1), 3-11.
- Heckmann, S. M., Heckmann, J. G., & Weber, H. P. (2000). Clinical outcomes of three Parkinson's disease patients treated with mandibular implant overdentures. *Clinical oral implants research*, 11(6), 566-571.
- Heckmann, S. M., Wichmann, M. G., Winter, W., Meyer, M., & Weber, H. P. (2001a). Overdenture attachment selection and the loading of implant and denture-bearing area. Part 1: in vivo verification of stereolithographic model. *Clinical oral implants research*, 12(6), 617-623.
- Heckmann, S. M., Wichmann, M. G., Winter, W., Meyer, M., & Weber, H. P. (2001b). Overdenture attachment selection and the loading of implant and denture-bearing area. Part 2: A methodical study using five types of attachment. *Clinical oral implants research*, 12(6), 640-647.
- Hobrink, J., Zarb, G. A., Bolender, C. L., Eckert, S., Jacob, R., Fenton, A., & Mericske-Stern, R. (2003). *Prosthodontic treatment for edentulous patients: complete dentures and implant-supported prostheses*. Elsevier Health Sciences.
- Hong, H. R., Pae, A., Kim, Y., Paek, J., Kim, H.-S., & Kwon, K.-R. (2012). Effect of implant position, angulation, and attachment height on peri-implant bone stress associated with mandibular two-implant overdentures: a finite element analysis. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 27(5).
- Hutton, B., Feine, J., & Morais, J. (2002). Is there an association between edentulism and nutritional state? *Journal-Canadian Dental Association*, 68(3), 182-187.
- Jabbour, Z., Fromentin, O., Lassauzay, C., Abi Nader, S., Correa, J. A., Feine, J., & de Albuquerque Junior, R. F. (2014). Effect of implant angulation on attachment retention in mandibular two-implant overdentures: A clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(4), 565-571.
- Jemt, T., Lekholm, U., & Adell, R. (1989). Osseointegrated Implants in the Treatment of Partially Edentulous Patients: A Preliminary Study on 876 Consecutively Placed Fixtures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 4(3).
- Jivraj, S., Chee, W., & Corrado, P. (2006). Treatment planning of the edentulous maxilla. *British Dental Journal*, 201(5), 261-279.
- JM, T. (2009). Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients-the York Consensus Statement. *Br Dent J*, 207, 185-186.
- Jofre, J., Cendoya, P., & Muñoz, P. (2010). Effect of splinting mini-implants on marginal bone loss: a biomechanical model and clinical randomized study with mandibular overdentures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 25(6).
- Jokstad, A., Braegger, U., Brunski, J. B., Carr, A. B., Naert, I., & Wennerberg, A. (2003). Quality of dental implants. *International dental journal*, 53(S6P2), 409-443.
- Jones, J. A., Orner, M. B., Spiro III, A., & Kressin, N. R. (2003). Tooth loss and dentures: patients' perspectives. *International dental journal*, 53(S5), 327-334.
- Kafle, A., Luis, E., Silwal, R., Pan, H. M., Shrestha, P. L., & Bastola, A. K. (2021). 3D/4D Printing of polymers: Fused deposition modelling (FDM), selective laser sintering (SLS), and stereolithography (SLA). *Polymers*, 13(18), 3101.

- Karabuda, C., Yaltrk, M., & Bayraktar, M. (2008). A clinical comparison of prosthetic complications of implant-supported overdentures with different attachment systems. *Implant Dentistry*, *17*(1), 74-81.
- Kawasaki, T., Takayama, Y., Yamada, T., & Notani, K. (2001). Relationship between the stress distribution and the shape of the alveolar residual ridge—three-dimensional behaviour of a lower complete denture. *Journal of oral rehabilitation*, *28*(10), 950-957.
- Kim, H.-Y., Lee, J.-Y., Shin, S.-W., & Bryant, S. R. (2012). Attachment systems for mandibular implant overdentures: a systematic review. *The journal of advanced prosthodontics*, *4*(4), 197-203.
- Kleis, W. K., Kämmerer, P. W., Hartmann, S., Al-Nawas, B., & Wagner, W. (2010). A comparison of three different attachment systems for mandibular two-implant overdentures: One-year report. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *12*(3), 209-218.
- Kobayashi, M., Srinivasan, M., Ammann, P., Perriard, J., Ohkubo, C., Müller, F., Belser, U. C., & Schimmel, M. (2014). Effects of in vitro cyclic dislodging on retentive force and removal torque of three overdenture attachment systems. *Clinical oral implants research*, *25*(4), 426-434.
- Krennmair, G., Seemann, R., Fazekas, A., Ewers, R., & Piehslinger, E. (2012). Patient preference and satisfaction with implant-supported mandibular overdentures retained with ball or locator attachments: a crossover clinical trial. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *27*(6).
- Krennmair, G., Sütö, D., Seemann, R., & Piehslinger, E. (2012). Removable four implant-supported mandibular overdentures rigidly retained with telescopic crowns or milled bars: a 3-year prospective study. *Clinical oral implants research*, *23*(4), 481-488.
- Kurtulus, I., & Gurbulak, A. (2018a). The In Vitro Comparison of the Retention of an Implant-Supported Stud Attachment Locator and Straumann Ball Attachment at Different Angulations. *J Clin Pract*, *21*, 639-644.
- Kurtulus, I., & Gurbulak, A. (2018b). The In Vitro comparison of the retention of an implant-supported stud attachment locator and strau mann ball attachment at different angulations. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, *21*(5), 639-644.
- Landa, L., Cho, S., Froum, S., Elian, N., & Tarnow, D. (2001). A prospective 2-year clinical evaluation of overdentures attached to nonsplinted implants utilizing ERA attachments. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*, *13*(2), 151-156; quiz 158.
- Langer, Y., & Langer, A. (2000). Tooth-supported telescopic prostheses in compromised dentitions: A clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *84*(2), 129-132.
- Lauritano, F., Runci, M., Cervino, G., Fiorillo, L., Bramanti, E., & Cicciù, M. (2016). Three-dimensional evaluation of different prosthesis retention systems using finite element analysis and the Von Mises stress test. *Minerva stomatologica*, *65*(6), 353-367.
- Laurito, D., Lamazza, L., Spink, M. J., & De Biase, A. (2012). Tissue-supported dental implant prosthesis (overdenture): the search for the ideal protocol. A literature review. *Annali di stomatologia*, *3*(1), 2.
- Laverty, D., Green, D., Marrison, D., Addy, L., & Thomas, M. (2017). Implant retention systems for implant-retained overdentures. *British Dental Journal*, *222*(5), 347-359.

- Leão, R., Moraes, S., Vasconcelos, B., Lemos, C., & Pellizzer, E. (2018). Splinted and unsplinted overdenture attachment systems: A systematic review and meta-analysis. *Journal of oral rehabilitation*, 45(8), 647-656.
- Lee, C. K., & Agar, J. R. (2006). Surgical and prosthetic planning for a two-implant-retained mandibular overdenture: A clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95(2), 102-105.
- Lee, E., & Shin, S.-Y. (2017). The influence of the number and the type of magnetic attachment on the retention of mandibular mini implant overdenture. *The journal of advanced prosthodontics*, 9(1), 14-21.
- Lee, J.-Y., Kim, H.-Y., Shin, S.-W., & Bryant, S. R. (2012). Number of implants for mandibular implant overdentures: a systematic review. *The journal of advanced prosthodontics*, 4(4), 204-209.
- Lee, J. S., Weyant, R. J., Corby, P., Kritchevsky, S. B., Harris, T. B., Rooks, R., Rubin, S. M., & Newman, A. B. (2004). Edentulism and nutritional status in a biracial sample of well-functioning, community-dwelling elderly: the health, aging, and body composition study. *The American journal of clinical nutrition*, 79(2), 295-302.
- Legeros, R. Z., & Craig, R. G. (1993). Strategies to affect bone remodeling: osteointegration. *Journal of Bone and Mineral Research*, 8(S2), S583-S596.
- Listing, L. C. (2023). *locator*. <https://www.preat.com/s3fs-public/2022-05/Locator-Component-Listing.pdf>
- Locator, Z. A. (2023). *locator abutment*. <https://www.dentasolaris.com/zest-anchor-locator-kep-1000-98>
- MacEntee, M. I., Walton, J. N., & Glick, N. (2005). A clinical trial of patient satisfaction and prosthodontic needs with ball and bar attachments for implant-retained complete overdentures: three-year results. *The Journal of prosthetic dentistry*, 93(1), 28-37.
- Mackie, A., Lyons, K., Thomson, W. M., & Payne, A. G. (2011). Mandibular two-implant overdentures: prosthodontic maintenance using different loading protocols and attachment systems. *International Journal of Prosthodontics*, 24(5).
- Maniewicz, S., Badoud, I., Herrmann, F. R., Chebib, N., Ammann, P., Schimmel, M., Müller, F., & Srinivasan, M. (2020). In vitro retention force changes during cyclic dislodging of three novel attachment systems for implant overdentures with different implant angulations. *Clinical oral implants research*, 31(4), 315-327.
- Marin, D. O. M., Leite, A. R. P., Oliveira Junior, N. M. d., Paleari, A. G., Pero, A. C., & Compagnoni, M. A. (2018). Retention force and wear characteristics of three attachment systems after dislodging cycles. *Brazilian dental journal*, 29, 576-582.
- Marin, M., Tandara, A., & Preoteasa, E. (2011). Correlations Between Inter-Implant Distance and Clinical Aspects in Two Implant Mandibular Overdentures. *Int. J. Med. Dent*, 1, 304-309.
- McGuckin, C., Hyland, P., & Lewis, C. A. (2009). Bully/victim problems in Northern Ireland's schools: Data from the 2003 Young Persons' Behaviour and Attitude Survey.
- McKeen, L. W. (2017). *Film properties of plastics and elastomers*. William Andrew.
- Memarian, M., Zarrati, S., Karimi, S., & Bahrami, M. (2018). Comparative evaluation of retentive properties of two compatible ball attachments in mandibular implant-retained overdentures: an in vitro study. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 15(2), 106.

- Menicucci, G., Lorenzetti, M., Pera, P., & Preti, G. (1998). Mandibular implant-retained overdenture: finite element analysis of two anchorage systems. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 13(3).
- Mericske-Stern, R. (1998). Treatment outcomes with implant-supported overdentures: clinical considerations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 79(1), 66-73.
- Mericske-Stern, R., Oetterli, M., Kiener, P., & Mericske, E. (2002). A follow-up study of maxillary implants supporting an overdenture: clinical and radiographic results. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 17(5).
- Michelinakis, G., Barclay, C. W., & Smith, P. W. (2006). The influence of interimplant distance and attachment type on the retention characteristics of mandibular overdentures on 2 implants: initial retention values. *International Journal of Prosthodontics*, 19(5).
- Mínguez-Tomás, N., Alonso-Pérez-Barquero, J., Fernández-Estevan, L., Vicente-Escuder, Á., & Selva-Otaolaurruchi, E. J. (2018). In vitro retention capacity of two overdenture attachment systems: Locator® and Equator®. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(7), e681.
- Misch, C. (2005). Dental implant prosthetics (ed.). *St louis, Missouri*, 63146.
- Misch, C. E. (1999). Contemporary implant dentistry. *Implant Dentistry*, 8(1), 90.
- Misch, C. E. (2004). *Dental implant prosthetics-E-book*. Elsevier Health Sciences.
- Misch, C. E., & Kutay, Ö. (2009). *Dental implant protezler*. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Mizutani, H., & Rutkunas, V. (2004). Preparations of abutments for magnetically retained overdentures. *New Magnetic Applications in Clinical Dentistry. 1st edn. Chicago: Quintessence Pub Co Inc*, 70-74.
- Mörmann, W., Brandestini, M., & Lutz, F. (1987). The Cerec system: computer-assisted preparation of direct ceramic inlays in 1 setting. *Die Quintessenz*, 38(3), 457-470.
- Muller, M., Lupi-Pegurier, L., & Bolla, M. (2001). Tooth alignment and odontometric methods of sex determination. *Journal of dental research*,
- Müller, F., & Schimmel, M. (2010). Tooth loss and dental prostheses in the oldest old. *European Geriatric Medicine*, 1(4), 239-243.
- Naert, I., Alsaadi, G., & Quirynen, M. (2004). Prosthetic aspects and patient satisfaction with two-implant-retained mandibular overdentures: a 10-year randomized clinical study. *International Journal of Prosthodontics*, 17(4).
- Naert, I., Alsaadi, G., van Steenberghe, D., & Quirynen, M. (2004). A 10-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants retaining mandibular overdentures: peri-implant outcome. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19(5).
- Naert, I., Gizani, S., Vuylsteke, M., & Van Steenberghe, D. (1999). A 5-year prospective randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants retaining a mandibular overdenture: prosthetic aspects and patient satisfaction. *Journal of oral rehabilitation*, 26(3), 195-202.
- Naert, I., Hooghe, M., Quirynen, M., & van Steenberghe, D. (1997). The reliability of implant-retained hinging overdentures for the fully edentulous mandible An up to 9-year longitudinal study. *Clinical oral investigations*, 1, 119-124.
- Naert, I., Quirynen, M., Hooghe, M., & van Steenberghe, D. (1994). A comparative prospective study of splinted and unsplinted Brånemark implants in mandibular overdenture therapy: A preliminary report. *The Journal of prosthetic dentistry*, 71(5), 486-492.

- Naguib, A. A., El Khourazaty, N. S., & Abd El Monaem, A. (2019). Cost-effectiveness of CM-LOC attachment versus ball attachment retaining single implant mandibular overdentures. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(21), 3655.
- Närhi, T. O., Hevinga, M., Voorsmit, R. A., & Kalk, W. (2001). Maxillary overdentures retained by splinted and unsplinted implants: a retrospective study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 16(2).
- Nickenig, H.-J., Wichmann, M., Andreas, S. K., & Eitner, S. (2008). Oral health-related quality of life in partially edentulous patients: Assessments before and after implant therapy. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 36(8), 477-480.
- NOVALOC. (2020). *novaloc locator*. <https://img1.wsimg.com/blobby/go/2ae87fd1-08d5-4aac-914e-0121a06256a9/downloads/Instructions%20for%20Use.pdf?ver=1633460601463>
- O'Brien, W. J. (2002). Dental materials and their selection, 2002. *Quintessence*.
- Ortegón, S. M., Thompson, G. A., Agar, J. R., Taylor, T. D., & Perdakis, D. (2009). Retention forces of spherical attachments as a function of implant and matrix angulation in mandibular overdentures: an in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 101(4), 231-238.
- Owen, P. (2004). Appropriatech: prosthodontics for the many, not just for the few. *The International journal of prosthodontics*, 17(3), 261-262.
- Özcan, A. V., Nalbant, L., & Nalbant, A. D. (2012). Geriatrie Protetik Yaklaşımlar. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 6(3), 1267-1275.
- Pasciuta, M., Grossmann, Y., & Finger, I. M. (2005). A prosthetic solution to restoring the edentulous mandible with limited interarch space using an implant-tissue-supported overdenture: a clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry*, 93(2), 116-120.
- Patil, P. G., Seow, L. L., Uddanwadikar, R., Pau, A., & Ukey, P. D. (2022a). Effect of Implant Positions and Angulations on Retentive Strength of 2-Implant Mandibular Overdentures: An In Vitro Study with the New 3D-Printed Simulation Method. *International Journal of Dentistry*, 2022.
- Patil, P. G., Seow, L. L., Uddanwadikar, R., Pau, A., & Ukey, P. D. (2022b). Stress and strain patterns of 2-implant mandibular overdentures with different positions and angulations of implants: A 3D finite element analysis study. *The Journal of prosthetic dentistry*.
- Payne, A. G., Solomons, Y. F., Tawse-Smith, A., & Lownie, J. F. (2001). Inter-abutment and peri-abutment mucosal enlargement with mandibular implant overdentures. *Clinical oral implants research*, 12(2), 179-187.
- Petersen, P. E., & Yamamoto, T. (2005). Improving the oral health of older people: the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community dentistry and oral epidemiology*, 33(2), 81-92.
- Petropoulos, V. C., & Mante, F. K. (2011). Comparison of retention and strain energies of stud attachments for implant overdentures. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 20(4), 286-293.
- Petropoulos, V. C., & Smith, W. (2002). Maximum dislodging forces of implant overdenture stud attachments. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 17(4).

- Pigozzo, M. N., Mesquita, M. F., Henriques, G. E. P., & Vaz, L. G. (2009). The service life of implant-retained overdenture attachment systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(2), 74-80.
- Preiskel, H. W., & Tsolka, P. (1998). Telescopic prostheses for implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 13(3).
- Prithviraj, D., Madan, V., Harshamayi, P., Kumar, C. G., & Vashisht, R. (2014). A comparison of masticatory efficiency in conventional dentures, implant retained or supported overdentures and implant supported fixed prostheses: a literature review. *Journal of Dental Implants*, 4(2), 153.
- Prosthodontics, T. (2005). The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent*, 94(1), 10-92.
- Quirynen, M., Alsaadi, G., Pauwels, M., Haffajee, A., Van Steenberghe, D., & Naert, I. (2005). Microbiological and clinical outcomes and patient satisfaction for two treatment options in the edentulous lower jaw after 10 years of function. *Clinical oral implants research*, 16(3), 277-287.
- Quirynen, M., Naert, I., & Van Steenberghe, D. (1992). Fixture design and overload influence marginal bone loss and future success in the Brånemark® system. *Clinical oral implants research*, 3(3), 104-111.
- R-Tx, Z. L. (2023). *zest locator r tx*. <https://www.zestdent.com/dental-abutments/locator-r-tx-abutments>
- Rabbani, S., Juszczak, A. S., Clark, R. K., & Radford, D. R. (2015). Investigation of retentive force reduction and wear of the locator attachment system with different implant angulations. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(3).
- Reda, K. M., El-Torky, I. R., & El-Gendy, M. N. (2016). In vitro retention force measurement for three different attachment systems for implant-retained overdenture. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*, 16(4), 380.
- Reddy, M. S., Geurs, N. C., Wang, I.-C., Liu, P.-R., Hsu, Y.-T., Jeffcoat, R. L., & Jeffcoat, M. K. (2002). Mandibular growth following implant restoration: Does Wolff's law apply to residual ridge resorption? *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 22(4).
- Redford, M., Drury, T., Kingman, A., & Brown, L. (1996). Denture use and the technical quality of dental prostheses among persons 18–74 years of age: United States, 1988–1991. *Journal of dental research*, 75(2\_suppl), 714-725.
- Rigdon, T. (1996). The removable implant overdenture--" why didn't someone tell me that?". *The Journal of Oral Implantology*, 22(1), 59-62.
- Riley, M. A., Walmsley, A. D., & Harris, I. R. (2001). Magnets in prosthetic dentistry. *The Journal of prosthetic dentistry*, 86(2), 137-142.
- Ring, M. (1995). A thousand years of dental implants: a definitive history--part 1. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 16(10), 1060.
- Romero, G. G., Engelmeier, R., Powers, J. M., & Canterbury, A. A. (2000). Accuracy of three corrective techniques for implant bar fabrication. *The Journal of prosthetic dentistry*, 84(6), 602-607.
- Ruggiero, S. L., Mehrotra, B., Rosenberg, T. J., & Engroff, S. L. (2004). Osteonecrosis of the jaws associated with the use of bisphosphonates: a review of 63 cases. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 62(5), 527-534.

- Rutkunas, V., Mizutani, H., & Takahashi, H. (2005). Evaluation of stable retentive properties of overdenture attachments. *Stomatologija*, 7(4), 115-120.
- Rutkunas, V., Mizutani, H., Takahashi, H., & Iwasaki, N. (2011). Wear simulation effects on overdenture stud attachments. *Dental materials journal*, 30(6), 845-853.
- Sadig, W. (2009). A comparative in vitro study on the retention and stability of implant-supported overdentures. *Quintessence International*, 40(4).
- Saleem, M., Saleem, R., Meshack, R. A., & Guru, R. (2011). Prosthetic management of edentulous mandible using endosseous implants and overdentures. *J Contemp Dent Pract*, 12(1357), 7.
- Salehi, R., Shayegh, S. S., Johnston, W. M., & Hakimaneh, S. M. R. (2019). Effects of interimplant distance and cyclic dislodgement on retention of Locator and ball attachments: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 122(6), 550-556.
- Scherer, M. D., McGlumphy, E. A., Seghi, R. R., & Campagni, W. V. (2014). Comparison of retention and stability of two implant-retained overdentures based on implant location. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112(3), 515-521.
- Shafie, H. (2007). Clinical and Laboratory Manual of Implant Overdenture. Iowa. In: USA: Blackwell Publishing Company.
- Shafie, H., & Ellison, J. (2007). Stud attachments. *Clinical and Laboratory manual of implant overdentures*. Oxford: Blackwell, 37-63.
- Shafie, H. R. (2013). *Clinical and laboratory manual of implant overdentures*. John Wiley & Sons.
- Shastri, T., Anupama, N., Shetty, S., & Nalinakshamma, M. (2016). An in vitro comparative study to evaluate the retention of different attachment systems used in implant-retained overdentures. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*, 16(2), 159.
- Shayegh, S. S., Hakimaneh, S. M., Baghani, M. T., Shidfar, S., Kashi, F. K., Zamanian, A., & Arezoobakhsh, A. (2017). Effect of Interimplant Distance and Cyclic Loading on the Retention of Overdenture Attachments. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(11), 1078-1084.
- Sherfudhin, H., Abdullah, M., & Khan, N. (1996). A cross-sectional study of canine dimorphism in establishing sex identity: comparison of two statistical methods. *Journal of oral rehabilitation*, 23(9), 627-631.
- Siegele, D., & Soltesz, U. (1989). Numerical investigations of the influence of implant shape on stress distribution in the jaw bone. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 4(4).
- Simons, A., & Campbell, Z. (1993). The implant-supported overdenture prosthesis for the edentulous maxilla. *The Journal of Oral Implantology*, 19(1), 39-42.
- Smith, D. E., & Zarb, G. A. (1989). Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *The Journal of prosthetic dentistry*, 62(5), 567-572.
- Solmazgöl, M., & Doğan, A. (2020). İmplant Destekli Overdenture Protezlerde Kullanılan Hassas Tutucular. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30(3), 519-527.
- Spiekermann, H. (1995). Color atlas of dental medicine. *Implantology*, 305-316.
- Srinivasan, M., Schimmel, M., Badoud, I., Ammann, P., Herrmann, F. R., & Müller, F. (2016). Influence of implant angulation and cyclic dislodging on the retentive force of two different overdenture attachments—an in vitro study. *Clinical oral implants research*, 27(5), 604-611.

- Stellingsma, C., Vissink, A., Meijer, H., Kuiper, C., & Raghoobar, G. (2004). Implantology and the severely resorbed edentulous mandible. *Critical reviews in oral biology & medicine*, 15(4), 240-248.
- Stephens, G. J., di Vitale, N., O'Sullivan, E., & McDonald, A. (2014). The influence of interimplant divergence on the retention characteristics of locator attachments, a laboratory study. *Journal of Prosthodontics*, 23(6), 467-475.
- Stoker, G., van Waas, R., & Wismeijer, D. (2012). Long-term outcomes of three types of implant-supported mandibular overdentures in smokers. *Clinical oral implants research*, 23(8), 925-929.
- Stoumpis, C., & Kohal, R. J. (2011). To splint or not to splint oral implants in the implant-supported overdenture therapy? A systematic literature review. *Journal of oral rehabilitation*, 38(11), 857-869.
- Sultana, N., Bartlett, D. W., & Suleiman, M. (2017). Retention of implant-supported overdentures at different implant angulations: Comparing Locator and ball attachments. *Clinical oral implants research*, 28(11), 1406-1410.
- Swain, M. V. (2009). Attachment systems for mandibular two-implant overdentures: a review of in vitro investigations on retention and wear features. *Int J Prosthodont*, 22(5), 429-440.
- Sykaras, N., Iacopino, A. M., Marker, V. A., Triplett, R. G., & Woody, R. D. (2000). Implant materials, designs, and surface topographies: their effect on osseointegration. A literature review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 15(5).
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). *Using multivariate statistics* (Vol. 6). Pearson Boston, MA.
- Tabatabaian, F., Saboury, A., Sobhani, Z. S., & Petropoulos, V. C. (2014). The effect of inter-implant distance on retention and resistance to dislodging forces for mandibular implant-tissue-supported overdentures. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 11(5), 506.
- Takahashi, T., Gonda, T., Tomita, A., & Maeda, Y. (2018). Effect of Attachment Type on Implant Strain in Maxillary Implant Overdentures: Comparison of Ball, Locator, and Magnet Attachments. Part 2: Palateless Dentures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(2).
- Tallgren, A. (2003). The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(5), 427-435.
- Tapias Perdigon, H., Schneiderman, E., & Opperman, L. A. (2019). Oral health assessment of independent elders in Texas. *Special Care in Dentistry*, 39(5), 515-523.
- Taşkin Gedik, D. İmplant tutuculu mandibular overdenture protezlerde; implant sayısı, açısı ve locator ataşman çeşitlerinin protez retansiyonuna etkisinin değerlendirilmesi.
- Tedavisi, Ç. S. D. H. P. (2010). Klasik Tam Protezler. 5. baskı. *Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul*, 62-437.
- Teimoori, H., Shayegh, S. S., Zavaree, M. A., Hakimaneh, S. M., Khodadad, F., Shidfar, S., & Baghani, M. T. (2018). Effects of Excessive Implant Angulation on Retention of Two Types of Overdenture Attachments during Cyclic Loading. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(10), 1221-1227.

- Thalji, G., McGraw, K., & Cooper, L. F. (2016). Maxillary Complete Denture Outcomes: A Systematic Review of Patient-Based Outcomes. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31.
- Thomason, J., Kelly, S., Bendkowski, A., & Ellis, J. (2012). Two implant retained overdentures—A review of the literature supporting the McGill and York consensus statements. *Journal of dentistry*, 40(1), 22-34.
- Thomason, J. M. (2010). The use of mandibular implant-retained overdentures improve patient satisfaction and quality of life. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 10(1), 61-63.
- Timmerman, R., Stoker, G., Wismeijer, D., Oosterveld, P., Vermeeren, J., & Van Waas, M. (2004). An eight-year follow-up to a randomized clinical trial of participant satisfaction with three types of mandibular implant-retained overdentures. *Journal of dental research*, 83(8), 630-633.
- Tokar, E., & Uludag, B. (2018). Effects of Low-Profile Stud Attachment Configurations on Stress Distribution Characteristics of Implant-Retained Overdentures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(4).
- Tokar, E., Uludag, B., & Karacaer, O. (2017). Load Transfer Characteristics of Three-Implant-Retained Overdentures with Different Interimplant Distances. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(2).
- Tokuhsa, M., Matsushita, Y., & Koyano, K. (2003). In Vitro Study of a Mandibular Implant Overdenture Retained with Ball, Magnet, or Bar Attachments: Comparison of Load Transfer and Denture Stability. *International Journal of Prosthodontics*, 16(2).
- Trakas, T., Michalakis, K., Kang, K., & Hirayama, H. (2006). Attachment systems for implant retained overdentures: a literature review. *Implant Dentistry*, 15(1), 24-34.
- Troeltzsch, M., Troeltzsch, V., Brodine, A. H., Frankenberger, R., Messlinger, K., & Troeltzsch, M. (2013). Clinical performance and peri-implant parameters of 132 implants supporting locator-retained overdentures: a case series of 33 patients. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(4).
- Tsakos, G., Herrick, K., Sheiham, A., & Watt, R. (2010). Edentulism and fruit and vegetable intake in low-income adults. *Journal of dental research*, 89(5), 462-467.
- Türk, P. E., Geckili, O., Türk, Y., Günay, V., & Bilgin, T. (2014). In vitro comparison of the retentive properties of ball and locator attachments for implant overdentures. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 29(5), 1106-1113.
- Uludağ, B., & Polat, S. (2010). İmplant destekli overdenture uygulamalarında kullanılan tutucular. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 1(1).
- Unsal, G. S., Erbasar, G. N. H., Aykent, F., Ozyilmaz, O. Y., & Ozdogan, M. S. (2019). Evaluation of stress distribution on mandibular implant-supported overdentures with different bone heights and attachment types: a 3D finite element analysis. *Journal of Oral Implantology*, 45(5), 363-370.
- Üçtaşlı, S. Alt Çene İki İmplant Destekli Hareketli Protez (Overdenture) Uygulamalarında, İmplantlar Arası Mesafenin, Tutuculuğa Etkisinin, Farklı Sürelerde ve Farklı Tutuculuk Özelliklerinde Değerlendirilmesi.
- Vahidi, F., & Pinto-Sinai, G. (2015). Complications associated with implant-retained removable prostheses. *Dental Clinics*, 59(1), 215-226.

- Van Kampen, F., Cune, M., Van Der Bilt, A., & Bosman, F. (2003). Retention and postinsertion maintenance of bar-clip, ball and magnet attachments in mandibular implant overdenture treatment: an in vivo comparison after 3 months of function. *Clinical oral implants research*, *14*(6), 720-726.
- Vere, J., Bhakta, S., & Patel, R. (2012). Implant-retained overdentures: a review. *Dental update*, *39*(5), 370-375.
- Viswambaran, M., Arora, V., Gupta, S., Dhiman, R., & Thiruvalluvan, N. (2015). A clinico radiographic study of immediate loading implants in rehabilitation of mandibular ridges. *medical journal armed forces india*, *71*, S346-S354.
- Waddell, J. N., Payne, A. G., & Swain, M. V. (2006). Physical and metallurgical considerations of failures of soldered bars in bar attachment systems for implant overdentures: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry*, *96*(4), 283-288.
- Walmsley, A. D. (2002). Magnetic retention in prosthetic dentistry. *Dental update*, *29*(9), 428-433.
- Walton, J. N., Huizinga, S. C., & Peck, C. C. (2001). Implant angulation: a measurement technique, implant overdenture maintenance, and the influence of surgical experience. *International Journal of Prosthodontics*, *14*(6).
- Walton, J. N., & MacEntee, M. I. (2005). Choosing or refusing oral implants: a prospective study of edentulous volunteers for a clinical trial. *International Journal of Prosthodontics*, *18*(6).
- Walton, J. N., & Ruse, N. D. (1995). In vitro changes in clips and bars used to retain implant overdentures. *The Journal of prosthetic dentistry*, *74*(5), 482-486.
- Warreth, A., Alkadhimi, A. F., & Sultan, A. (2015). Mandibular implant-supported overdentures: attachment systems, and number and locations of implants—Part I.
- Warreth, A., Byrne, C., Fadel Alkadhimi, A., Woods, E., & Sultan, A. (2015). Mandibular implant-supported overdentures: attachment systems, and number and locations of implants—Part II.
- Wichmann, N., Kern, M., Taylor, T., Wille, S., & Passia, N. (2020). Retention and wear of resin matrix attachments for implant overdentures. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, *110*, 103901.
- Wiemeyer, A. S., Agar, J. R., & Kazemi, R. B. (2001). Orientation of retentive matrices on spherical attachments independent of implant parallelism. *The Journal of prosthetic dentistry*, *86*(4), 434-437.
- Williams, B. H., Ochiai, K. T., Hojo, S., Nishimura, R., & Caputo, A. A. (2001). Retention of maxillary implant overdenture bars of different designs. *The Journal of prosthetic dentistry*, *86*(6), 603-607.
- Winkler, S., Piermatti, J., Rothman, A., & Siamos, G. (2002). An overview of the O-ring implant overdenture attachment: clinical reports. *Journal of Oral Implantology*, *28*(2), 82-86.
- Wismeijer, D., Van Waas, M. A., Mulder, J., Vermeeren, J. I., & Kalk, W. (1999). Clinical and radiological results of patients treated with three treatment modalities for overdentures on implants of the ITI® Dental Implant System. A randomized controlled clinical trial. *Clinical oral implants research*, *10*(4), 297-306.
- Wismeyer, D., van Waas, M. A., & Vermeeren, J. I. (1995). Overdentures supported by ITI implants: a 6.5-year evaluation of patient satisfaction and prosthetic aftercare. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *10*(6).

- Yang, T. C., Maeda, Y., Gonda, T., & Kotecha, S. (2011). Attachment systems for implant overdenture: influence of implant inclination on retentive and lateral forces. *Clinical oral implants research*, 22(11), 1315-1319.
- Zaimoğlu, A., Can, G., Ersoy, E., & Aksu, L. (1993). Diş hekimliğinde maddeler bilgisi. *AÜ Basımevi, Ankara*, 515.
- Zarb, G., & Schmitt, A. (1996). The edentulous predicament. II: The longitudinal effectiveness of implant-supported overdentures. *The Journal of the American Dental Association*, 127(1), 66-72.
- Zou, D., Wu, Y., Huang, W., Wang, F., Wang, S., Zhang, Z., & Zhang, Z. (2013). A 3-year prospective clinical study of telescopic crown, bar, and locator attachments for removable four implant-supported maxillary overdentures. *International Journal of Prosthodontics*, 26(6).

