

**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**( DOKTORA TEZİ )**

**TELESKOBİK TUTUCULARDA PRİMER KURON  
MATERYALİ OLARAK ZİRKONYA KULLANIMININ  
İNCELENMESİ**

**İŞİL TURP**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. BELKİS GÜLSEN BAYRAKTAR**

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI  
TOTAL PARSİYEL PROTEZLER DOKTORA PROGRAMI**


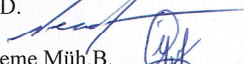



**İSTANBUL-2011**

**TEZ ONAYI**

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Programında Işıl Turp tarafından hazırlanan Teleskobik Tutucularda Primer Kuron Materyali Olarak Zirkonya Kullanımının İncelenmesi başlıklı Doktora tezi, yapılan tez sınavında Jürimiz tarafından başarılı bulunarak kabul edilmiştir.

01 / Temmuz / 2011

**Tez Sınav Jürisi**

<u>Ünvanı Adı Soyadı (Üniversitesi, Fakültesi, Anabilim Dalı)</u>	<u>İmzası</u>
1.Prof.Dr.Gülşen Bayraktar -Danışman	İ.Ü.Dişhek Fak. Protetik Diş Ted.A.B.D. 
2.Prof.Dr.Necat Tuncer	İ.Ü.Dişhek.Fak. Protetik Diş Ted.A.B.D. 
3. Prof.Dr.İbrahim Yusufoglu	İ.Ü.Mühendislik Fak.Metalurji ver Malzeme Müh.B. 
4.Prof.Dr.Tayfun Bilgin	İ.Ü.Dişhek Fak. Protetik Diş Ted.A.B.D. 
5.Prof.Dr.Atilla Sertgöz	M.Ü.Dişhek.Fak.Protetik Diş Ted.A.B.D. 

**BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Işıl Turp



## İTHAF

Babam'a ithaf ediyorum

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince benden değerli zamanını, sabrını, bilimsel ve mesleki tecrübelerini ve bilgisini esirgemeyen danışmanım **Sayın Prof. Dr. Gülsen Bayraktar'a** yardımları, önerileri, katkıları, hoşgörü ve desteğinden ötürü,

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Total-Parsiyel Protezler Bilim Dalı öğretim üyesi **Sayın Doç. Dr. Tonguç Sülün'e** tüm öğrettikleri ile ufkumu genişletmesi nedeni ile,

Doktora eğitimimde emeği geçen kürsümüzün diğer değerli öğretim üyelerine,

Doktora çalışmam boyunca verdikleri fikirler, SEM ve XRD analizlerindeki yardımları nedeni ile İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğretim üyeleri **Sayın Prof. Dr. İbrahim Yusufoglu, Yard. Doç. Dr. Cem Kahruman, Yard. Doç. Dr. Berat Yüksel'e** ve **Ar. Gör. Dr. N. Gülşah Deniz'e**,

Deney örneklerinin hazırlanmasındaki özverili ve titiz çalışmalarından dolayı diş teknisyeni **Sayın Metin Ulutağ** ve Atak Dental çalışanlarına,

Takma-çıkarma deneylerindeki yardımlarından dolayı İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi öğretim görevlileri **Sayın Dr. Ergün Bozdağ, Dr. Emin Sünbuloğlu** ve yüksek lisans öğrencisi **Nazlı Şarkalkan'a**,

Zirkonya örneklerin üretimindeki teknik yardımlarından dolayı **Yenamak** firmasına,

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan materyaller ile ilgili yardımlarından dolayı **Metalordental, Siladent Dr. Böhme & Schöps** ve **Eve Ernst Vetter** Firmalarına,

Deneylerde kullanılan yapay tükürüğün yapımındaki yardımlarından ötürü **Prof. Dr. Ferda Doğan'a**,

Doktora eğitimime "2211- Yurt İçi Doktora Burs Programı" dahilinde burs vererek destek sağlayan **TÜBİTAK'a**,

Doktora eğitimim boyunca bana her zaman destek ve yardımcı olan sevgili “ablam” **Dr. Canan Bural’a**,

Doktora eğitimimin her aşamasında destek ve yardımlarını benden esirgemeyen sevgili arkadaşlarım **Gülsüm Ceylan, Derya Birler, Dr. Selda Arat** ve diğer araştırma görevlisi ve doktora öğrencisi arkadaşlarıma,

Tüm eğitim hayatım boyunca beni destekleyen sevgili **aileme**,

Doktora çalışmalarım süresince çok değer verdiğim görüş ve önerileri ile karşılaştığım sıkıntılarla daha rahat başa çıkmamı sağlayan, beni sabır ve anlayışla destekleyen ve pek çok fedakârlıkta bulunan sevgili eşim **Volkan’a**,

teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 4086

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI .....	ii
BEYAN.....	iii
İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ .....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ .....	xx
ÖZET .....	xxi
ABSTRACT .....	xxii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Teleskobik Tutucuların Tanımlanması .....	4
2.2. Teleskobik Tutucuların Tarihsel Gelişimi .....	4
2.3. Teleskobik tutucuların Genel Özellikleri.....	5
2.3.1. Teleskobik Tutucuların Endikasyonları .....	5
2.3.2. Teleskobik Tutucuların Kontrendikasyonları.....	6
2.3.3. Teleskobik Tutucuların Avantajları .....	6
2.3.4. Teleskobik Tutucuların Dezavantajları .....	8
2.4. Teleskobik Tutucuların Sınıflandırılması.....	8
2.4.1. Silindirik Teleskop Kuronlar.....	8
2.4.2. Konik Teleskop Kuronlar (Konus Kuronlar) .....	9
2.4.3. Rezilient Teleskop Kuronlar .....	9
2.5. Teleskobik Tutucularda Tutuculuğu Etkileyen Faktörler.....	12
2.5.1. Konus Açısı.....	12
2.5.2. Primer Kuronun Alt ve Üst Çapları .....	14
2.5.3. Primer Kuronun Yüksekliği .....	15
2.5.4. Ağızda Meydana Gelen Sürekli Dinamik Kuvvetlerin Etkisi.....	15
2.5.5. Negatif Hava Basıncı .....	15
2.5.6. Viskozite .....	15

2.5.7. Seçilen Materyale Bağlı Özellikler ve Uygulanan Laboratuvar İşlemleri .....	15
2.5.7.1. Materyale Bağlı Özellikler.....	16
2.5.7.2. Uygulanan Laboratuvar İşlemleri.....	20
2.6. Teleskobik Tutucularda Tutuculuğun Düzenlenmesi .....	21
2.7. Teleskobik Tutucuların Klinik Kullanımları .....	24
2.7.1. Klinik Takip Çalışmaları .....	24
2.7.2. Çene ve Yüz Protezlerinde Kullanımlarına Dair Çalışmalar .....	27
2.7.3. İmplant Destekli Protezlerde Kullanımlarına Dair Çalışmalar .....	28
2.7.4. Komplikasyonların Değerlendirildiği Çalışmalar .....	30
2.8. Zirkonya.....	33
2.8.1. Zirkonyanın Dönüşüm Tokluğu .....	33
2.8.2. Zirkonyanın Diş Hekimliğinde Kullanımı .....	34
2.8.3. Zirkonyanın Yaşlanması .....	34
2.8.4. Zirkonyada Faz Dönüşümü Saptama Yöntemleri .....	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	38
3.1. Deney Gruplarının Saptanması .....	38
3.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	38
3.2.1. Dayanak Maketlerinin Hazırlanması.....	38
3.2.2. AA Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	39
3.2.3. ZA Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	51
3.2.4. ZC Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	61
3.3. Takma-Çıkarma Deneyleri .....	62
3.3.1. Örneklerin Takma-Çıkarma Deneyleri İçin Hazırlanması .....	62
3.3.2. Takma-Çıkarma Deney Düzenneği .....	63
3.3.3. Takma-Çıkarma Deney Prosedürü.....	65
3.4. X-Işını Toz Difraksiyonu (XRD) Analizleri .....	68
3.5. Taramalı Elelektron Mikroskobu (SEM) Analizleri.....	70
3.6. İstatistiksel Değerlendirme .....	71
4. BULGULAR.....	73
4.1. Tutuculuk Değerleri Bulguları.....	73
4.1.1. Konus Açısının Tutuculuk Değerine Etkisi.....	73
4.1.2. Materyallerin Tutuculuk Değerine Etkisi.....	74



4.1.3. Konus Açısı ve Materyallerin Tutuculuk Değerine Etkisi.....	76
4.1.4. Grupların Tutuculuk Değerlerindeki Değişimler.....	98
4.2. XRD Analiz Bulguları .....	114
4.3. SEM Analizi Bulguları .....	120
5. TARTIŞMA.....	135
KAYNAKLAR.....	161
ÖZGEÇMİŞ .....	178

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Deneyleerde kullanılan gruplar .....	38
Tablo 4-1: Konus açısına göre farklı takma-çıkarma döngü sayıları sonrasındaki tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	74
Tablo 4-2: Materyale göre farklı takma-çıkarma döngü sayıları sonrasındaki tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	75
Tablo 4-3: Konus açısı ve materyale göre grupların başlangıç tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması .....	76
Tablo 4-4: Konus açısı ve materyale göre grupların 500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması .....	78
Tablo 4-5: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	79
Tablo 4-6: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	80
Tablo 4-7: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	81
Tablo 4-8: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	82
Tablo 4-9: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	83
Tablo 4-10: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	84
Tablo 4-11: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	85
Tablo 4-12: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	86
Tablo 4-13: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	87
Tablo 4-14: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	88

Tablo 4-15: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	89
Tablo 4-16: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	90
Tablo 4-17: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	91
Tablo 4-18: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	92
Tablo 4-19: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	93
Tablo 4-20: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	94
Tablo 4-21: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	95
Tablo 4-22: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	96
Tablo 4-23: Konus açısı ve materyale göre grupların 10.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması.....	97
Tablo 4-24: AA0° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.....	99
Tablo 4-25: AA0° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.....	99
Tablo 4-26: AA2° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.....	100
Tablo 4-27: AA2° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.....	100
Tablo 4-28: AA4° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.....	101
Tablo 4-29: AA4° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.....	102
Tablo 4-30: AA6° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.....	102

Tablo 4-31: AA6° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	103
Tablo 4-32: ZA0° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	104
Tablo 4-33: ZA0° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	104
Tablo 4-34: ZA2° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	105
Tablo 4-35: ZA2° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	106
Tablo 4-36: ZA4° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	106
Tablo 4-37: ZA4° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	107
Tablo 4-38: ZA6° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	108
Tablo 4-39: ZA6° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	108
Tablo 4-40: ZC0° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	109
Tablo 4-41: ZC0° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	110
Tablo 4-42: ZC2° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	111
Tablo 4-43: ZC2° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	111
Tablo 4-44: ZC4° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	112
Tablo 4-45: ZC4° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	112
Tablo 4-46: ZC6° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	113

Tablo 4-47: ZC6° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması .....	113
Tablo 4-48: Monoklinik faz oranları.....	115

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Silindirik (a) ve konik (b) teleskop kuronların şematik görünümü. ....	9
Şekil 2-2: Marburg Çift Kuron Sisteminin şematik görünümü (127).....	11
Şekil 2-3: Konus kuronlarda tutuculukta etkili kuvvet bileşenleri (99). ....	13
Şekil 2-4: Primer ve sekonder kuronlar ile oluşan aralık arasındaki geometrik ilişki (99). ....	17
Şekil 2-5: Konus kuronun uygulanması ve ayrılması sırasında oluşan kuvvetlerin dağılımı (119). ....	18
Şekil 2-6: Farklı sürtünme katsayıları ve konus açıları için L/F değerleri (119)..	19
Şekil 3-1: Farklı açılara sahip dayanak maketleri ve açılmış oluşun görünümü.	39
Şekil 3-2: Mum frezleri ile frezesi yapılan modelaj. ....	40
Şekil 3-3: Revetmana alınmak üzere hazırlanmış mum modelaj.....	40
Şekil 3-4: Primer kuronların döküldüğü Solaro 3 altın alaşımı. ....	41
Şekil 3-5: Dökümden çıkan primer kuron. ....	42
Şekil 3-6: Altın primer kuronların freze edilmesi. ....	42
Şekil 3-7: Cila lastiklerine uygun açı verilmesinde kullanılan apearelerin üstten ve yandan görünümü. ....	43
Şekil 3-8: Cila lastiklerine uygun açının verilmesi. ....	43
Şekil 3-9: Cila lastiğinin örneklere uygulanması. ....	44
Şekil 3-10: Cila işleminde kullanılan cila pastası. ....	44
Şekil 3-11: Cila pastasının uygulanışı. ....	45
Şekil 3-12: Cila işlemi tamamlanmış primer kuron. ....	45
Şekil 3-13: Elektroşekillendirme sisteminin genel görünümü. ....	46
Şekil 3-14: Primer kuronların içine karbonize olabilen akrilik yerleştirilmesi.....	47
Şekil 3-15: Primer kuronların elektroşekillendirme yapılacak kap içerisinde uygun yükseklikte konumlandırılması. ....	47
Şekil 3-16: Elektroşekillendirme sisteminin özel yapıştırıcısı. ....	48
Şekil 3-17: Gümüş lakın primer kuron üzerine uygulanması.....	48
Şekil 3-18: Gümüş lak kuruduktan sonra sistemin iletkenliğinin kontrol edilmesi. ....	49
Şekil 3-19: Altın ile kaplanması istenmeyen bölgeleri sistemin özel mumu ile kapatılmış elektroşekillendirmeye hazır örnekler. ....	49

Şekil 3-20: Kullanılan elektroşekillendirme sıvısı ve aktivatörü.....	50
Şekil 3-21: Elektroşekillendirme işleminde kullanılan cihaz parçaları. ....	50
Şekil 3-22: Elektroşekillendirme işlemi. ....	51
Şekil 3-23: AA deney örneği. ....	51
Şekil 3-24: CAD-CAM sisteminin tarayıcı ünitesi. ....	52
Şekil 3-25: Dayanak maketlerinin tarayıcı üniteye yerleştirilmesi. ....	53
Şekil 3-26: Dayanak maketlerinin taranması. ....	53
Şekil 3-27: Dayanak maketlerinin taranmış görüntüsü üzerinde kenar sınırlarının saptanması.....	53
Şekil 3-28: Restorasyonun giriş yolunun belirlenmesi. ....	54
Şekil 3-29: Teleskobik tutucular için program seçimi. ....	54
Şekil 3-30: Restorasyon için seçilen genel parametrelerin girilmesi. ....	55
Şekil 3-31: Restorasyon için seçilen teleskobik tutuculara özel parametrelerin girilmesi.....	55
Şekil 3-32: Restorasyonun tamamlanmış tasarımı. ....	56
Şekil 3-33: Primer kuronların üretildiği zirkonya blok. ....	56
Şekil 3-34: CAM ünitesi.....	57
Şekil 3-35: CAM ünitesinde kazıma işlemi.....	57
Şekil 3-36: Sinterleme fırını. ....	58
Şekil 3-37: Zirkonya primer kuronların frezesinde kullanılan frez seti (2°).....	59
Şekil 3-38: Su soğutması altında zirkonya primer kuronların frezesi. ....	59
Şekil 3-39: Zirkonya primer kuronlara cila lastiğinin uygulanması. ....	60
Şekil 3-40: Zirkonya cila pastası. ....	60
Şekil 3-41: ZA deney örneği. ....	61
Şekil 3-42: ZC grubu sekonder kuronlarının üretiminde kullanılan döküm krom alaşımı. ....	62
Şekil 3-43: ZC deney örneği.....	62
Şekil 3-44: Örneklerin yapıştirilmasında kullanılan reçine siman. ....	63
Şekil 3-45: Mini Bionix II cihazı. ....	64
Şekil 3-46: Dayanak maketinin yük hücreğine bağlanmasını sağlayan mıknatıslı düzenek. ....	64
Şekil 3-47: Sekonder kuronun cihaza bağlanabilmesini sağlayan pirinç ara parçalar.....	65

Şekil 3-48: Ara parçanın hazne ile birlikte alttan ve üstten görünümü. ....	67
Şekil 3-49: Haznenin ara parçaya bağlanmasını sağlayan o-ring. ....	67
Şekil 3-50: Deneilerin yapay tükürük içerisinde gerçekleştirilmesi. ....	68
Şekil 3-51: XRD cihazı. ....	69
Şekil 3-52: Mantar tozuna gömülmüş örnek. ....	69
Şekil 3-53: Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM). ....	71
Şekil 3-54: Zirkonya primer kuronların fiziksel buhar biriktirme yöntemi uygulayarak altın ile kaplandığı cihaz ve kaplanmış örnekler. ....	71
Şekil 4-1: Konus açısı ve materyale göre grupların başlangıç tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	77
Şekil 4-2: Konus açısı ve materyale göre grupların 500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	78
Şekil 4-3: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	79
Şekil 4-4: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	80
Şekil 4-5: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	81
Şekil 4-6: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	82
Şekil 4-7: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	83
Şekil 4-8: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	84
Şekil 4-9: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	85
Şekil 4-10: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	86
Şekil 4-11: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	87
Şekil 4-12: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	88



Şekil 4-13: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	89
Şekil 4-14: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	90
Şekil 4-15: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	91
Şekil 4-16: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	92
Şekil 4-17: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	93
Şekil 4-18: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	94
Şekil 4-19: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	95
Şekil 4-20: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	96
Şekil 4-21: Konus açısı ve materyale göre grupların 10.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması. ....	97
Şekil 4-22: AA gruplarına ait örneklerin 10.000 döngü boyunca saptanan tutuculuk değerleri. ....	98
Şekil 4-23: ZA örneklerden 10.000 döngü boyunca elde edilen tutuculuk değerleri. ....	103
Şekil 4-24: ZC örneklerden 10.000 döngü boyunca elde edilen tutuculuk değerleri. ....	109
Şekil 4-25: Deney yapılmamış zirkonya primer kuronun 5-65° 2θ aralığındaki XRD diyagramı. ....	114
Şekil 4-26: Deney yapılmamış primer kuronun XRD diyagramı. ....	115
Şekil 4-27: ZA0° örneğinin primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	116
Şekil 4-28: ZA2° örneğinin primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	116
Şekil 4-29: ZA4° örneğinin primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	117
Şekil 4-30: ZA6° örneğinin primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	117
Şekil 4-31: ZC0° örneğinin primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	118
Şekil 4-32: ZC2° örneğinin primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	118

Şekil 4-33: ZC4° örneğın primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	119
Şekil 4-34: ZC6° örneğın primer kuronuna ait XRD diyagramı. ....	119
Şekil 4-35: Deney uygulanmamış AA örneğın primer kuronun SEM görüntüsü. .....	120
Şekil 4-36: Deney uygulanmamış AA örneğın sekonder kuronun SEM görüntüsü.....	121
Şekil 4-37: Deney uygulanmamış ZA ve ZC örneğlerin primer kuronun SEM görüntüsü.....	121
Şekil 4-38: Deney uygulanmamış ZA örneğın sekonder kuronun SEM görüntüsü.....	122
Şekil 4-39: Deney uygulanmamış ZC örneğın sekonder kuronun SEM görüntüsü.....	122
Şekil 4-40: AA0° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	123
Şekil 4-41: AA0° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	123
Şekil 4-42: AA2° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	124
Şekil 4-43: AA2° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	124
Şekil 4-44: AA4° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	125
Şekil 4-45: AA4° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	125
Şekil 4-46: AA6° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	126
Şekil 4-47: AA6° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	126
Şekil 4-48: ZA0° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	127
Şekil 4-49: ZA0° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	127
Şekil 4-50: ZA2° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	128
Şekil 4-51: ZA2° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	128
Şekil 4-52: ZA4° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	129
Şekil 4-53: ZA4° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	129
Şekil 4-54: ZA6° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	130
Şekil 4-55: ZA6° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	130
Şekil 4-56: ZC0° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	131
Şekil 4-57: ZC0° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	131
Şekil 4-58: ZC2° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	132
Şekil 4-59: ZC2° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	132
Şekil 4-60: ZC4° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	133

Şekil 4-61: ZC4° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	133
Şekil 4-62: ZC6° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.....	134
Şekil 4-63: ZC6° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.....	134

## SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

HBP: Hareketli bölümlü protez.

$\mu\text{m}$ : Mikrometre.

$\alpha$ : Koniklik açısı.

P: Sekonder kuron primer kuron üzerine yerleşirken oluşan sıkıştırma kuvveti.

N: Sekonder kuron primer kuron üzerine yerleşirken oluşan sıkıştırma kuvvetine karşı oluşan tepki kuvveti.

$T_0$ : Maksimum tutuculuk kuvveti.

$\mu_0$ : Sürtünme katsayısı.

h: Döküm işlemi nedeni ile primer ve sekonder kuronlar arasında oluşan aralık.

$\alpha/2$ : Konus açısı.

$\epsilon$ : Döküm büzülmesi.

F: Tutunma veya uygulama kuvveti.

L: Çıkarma veya ayrılma kuvveti.

FGP: Sürtünme-Mil-Uyum (Friktion-Geschiebe-Passung).

CAD-CAM: Bilgisayar destekli tasarım/Bilgisayar destekli üretim.

LTD: Düşük sıcaklık bozunması (Low temperature degradation).

AA: Altın alaşımı primer ve altın sekonder kurondan oluşan.

ZA: Zirkonya primer ve altın sekonder kurondan oluşan.

ZC: Zirkonya primer ve döküm krom alaşımı sekonder kurondan oluşan.

XRD: X-Işını Toz Difraksiyonu.

Y-TZP: İttriya ile stabilize tetragonal zirkonya polikristalleri ( $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ ).

T→M: Tetragonal→Monoklinik.

## ÖZET

Turp I. Teleskobik Tutucularda Primer Kuron Materyali Olarak Zirkonya Kullanımının İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi AD. Doktora Tezi. İstanbul. 2011.

Çalışmamızda teleskobik tutucularda zirkonyanın primer kuron materyali olarak kullanımının uzun dönemde tutuculuk değerleri, aşınma ve faz dönüşümü açısından *in vitro* olarak incelenmesi amaçlanmıştır. 0°,2°,4°,6° konus açılına sahip; 1-altın alaşımı primer kuron-elektroşekillendirilmiş altın sekonder kuron (AA), 2-zirkonya primer kuron-elektroşekillendirilmiş altın sekonder kuron (ZA), 3-zirkonya primer kuron-döküm krom alaşımı sekonder kurondan (ZC) ve altışar örnekten oluşan 12 grup hazırlanmıştır. Mini Bionix II cihazında, başlangıç ile her 500 döngü sonrasında yapılan tutuculuk ölçümlerinde ve 10.000 takmaçıkarma döngüsünde konus kuronlar için 50 N, silindirik teleskop kuronlar için 120 N ön yük uygulanmıştır. Ki-kare Testi, Kolmogorov-Smirnov Testi, Kruskal Wallis Varyans Analizi, Mann Whitney U Testi, Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi, Wilcoxon İşaret Testi kullanılarak  $p \leq 0,05$  anlamlılık düzeyinde istatistiksel incelemeler gerçekleştirilmiştir. Zirkonya primer kuronlarda X-ışını difraksiyonu, tüm primer ve sekonder kuronlarda taramalı elektron mikroskobu incelemeleri yapılmıştır. En yüksek tutuculuk değerleri başlangıçta ve 10.000 döngü sonrasında sırasıyla ZC0° grubunda (72,09-71,26 N), en düşük değerler ise ZA4° (12,73-19,44 N) ve ZA6° (5,36-19,73 N) gruplarında saptanmıştır. Tutuculuk değerlerinin konus açısıyla ters orantılı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca zirkonya primer kuron kullanımıyla tutuculuk değerlerinde daha az değişkenlik oluşmuştur. ZC0° ve ZC2° örneklerdeki hafif aşınmalar dışında zirkonya primer kuronlarda aşınma gözlenmemiştir. Deneyler sonrasında monoklinik faz oranı tüm zirkonya primer kuronların yüzeyinde azalmıştır. Çalışmamızda saptanan tutuculuk değerleri, klinik olarak kabul edilebilir 5-10 N değerlerinden yüksek olup sadece ZA6° grubunda başlangıçta elde edilen değerler bu aralıktadır. Zirkonya gibi sert, rijid ve estetik özellikte primer kuron materyalinin, tutuculuk değerlerinde zaman içinde daha az değişkenlik olması açısından klinik kullanım için daha uygun bir materyal olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Teleskop kuron, konus kuron, zirkonya, aşınma, X-ışını difraksiyonu

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 4086

## ABSTRACT

Turp I. The Evaluation of Using Zirconia As The Primary Crown Material In Telescopic Retainers. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Prosthodontics. Istanbul. 2011.

Evaluation of using zirconia instead of gold alloy in primary crowns facing secondary crowns manufactured with different techniques and materials in terms of long-term retention force changes, wear, phase transformation was aimed. 12 groups, containing 6 samples, consisting of gold alloy primary crown-electroformed secondary crowns (AA), zirconia primary crown-electroformed secondary crowns (ZA) and -cast Ni-Cr alloy secondary crowns (ZC) with 0°,2°,4°,6° conus angles were manufactured. Conus crowns and cylindrical telescope crowns were loaded with 50N and 120N respectively before 10000 insertion-seperation cycles and force measurements in artificial saliva. Chi-square Test, Kolmogorov Smirnov Test, Mann-Whitney U Test, Kruskal-Wallis Test, Wilcoxon Signed-Rank Test, Tamhane Multiple Comparison Test were used for statistical analyses ( $p \leq 0.05$ ). X-ray diffraction was performed on zirconia primary crowns. The surfaces of all primary and secondary crowns were evaluated with scanning electron microscope. The highest retentive forces were obtained from ZC0° (72.09-71.26N) and the lowest were obtained from ZA4° (12.73-19.44N) and ZA6° (5.36-19.73N) groups in the beginning and after 10000 cycles. Retentive force increased as the conus angle decreased. Using zirconia primary crown resulted in less retention force excursions. Wear wasn't observed in zirconia primary crown except ZC0° and ZC2° groups. Zirconia primary crowns' monoclinic phase ratio decreased after the experiments. The retentive forces were higher than 5-10N, the suggested range, except the beginning retentive force of ZA6° group. To obtain a more predictable and less excursive retentive force, using a hard, rigid and esthetic material like zirconia as primary crown material is appropriate.

Key Words: Telescope crown, conus crown, zirconia, wear, X-ray diffraction.

The present work was supported by the Research Fund of Istanbul University. Project No. 4086

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bölümlü dişsizliğin protetik tedavisinde amaç; çiğneme yeteneğini arttırmak, görünüşü güzelleştirmek, konuşma bozukluklarını düzeltmek, geri kalan dişlerin ve dokuların sağlık ve devamlılıklarını korumak olarak bildirilmektedir (34). Bu amaçla hazırlanan hareketli bölümlü protezler (HBP) kısmen kalan dişlerden, kısmen de mukoperiostal dokulardan destek almaktadırlar. “Tutucu” terimi, bu protezlerin fiksasyonu veya stabilizasyonunda kullanılan aracı ifade etmektedir (107). HBP’lerde tutucular reverzibl olarak dişleri veya implantları protezlere bağlarlar. Mükemmel bir tutucunun hasta tarafından kolay kullanılabilmesi ve temizlenebilmesi, tutuculuk etkisinin sürekli ve aynı olması, aşınmaya dirençli olması, biyouyumlu bir materyalden üretilmiş olması, uyumunun tam olması, korozyona uğramaması, plak adezyonunun düşük olması, ucuz olması ve diş renginde olması gibi özellikleri bildirilmiştir. Günümüzde kullanılan tutucuların hiçbiri bu özelliklerin hepsini birden içermemektedir. Bu nedenle uygun tutucunun seçiminde tutucunun avantaj ve dezavantajlarını değerlendirerek karar verilmelidir (183).

Teleskobik tutucuların esas olarak mukoza ve diş desteğine sahip HBP’lerde kullanıldıkları, ancak mukoza desteği olmayan sadece diş veya implant destekli protezlerde de kullanılabilirlikleri belirtilmiştir (108,109,110,111). Teleskobik tutucularla sabit ve hareketli protezlere ait pek çok avantaj elde edilebilir. Tasarımları ve yapıları hastanın splintleme, stabilizasyon, destek, rezilientlik veya rijidlik gibi ihtiyaçlarına göre protetik çözümler sağlayacak şekilde düzenlenebilmektedir (108). Teleskobik tutuculu HBP’lerde rehberlik, destek ve tutuculuğun birarada sağlanabilmesinin (101,109,126,188) yanı sıra dayanak dişlerin periodonsiyumlarında olumsuz bir etki görülmediği de (144) bildirilmektedir.

Teknolojinin ilerlemesi ile teleskobik tutucuların üretim teknikleri gelişmiş, yeni materyaller ve uygulamalar kullanıma sunulmuştur (20,22,24,44,45,56,60,105,106,108,121,131,139,151,160,163,164,183,184,185, 187,194,199). Yeni uygulamalar ve materyaller konvansiyonel olarak döküm

yöntemi ile altın alaşımlarından elde edilen teleskobik tutucularda karşılaşılan sorunları çözmeye yöneliktir.

Primer kuron materyali olarak metal veya alaşımları kullanıldığında eğer hastanın gülme hattı yüksekse ve dişetin yapısı ince ise kolede metalin band şeklinde görünmesi veya dişetinden rengin yansması gibi estetik sorunlar ortaya çıkabilmektedir (38,170,181). Periodontal sağlık açısından kuron kenarının supragingival olması tavsiye edilmektedir (108,178). Kuron kenarı supragingival olduğunda veya dişetinde çekilme meydana geldiğinde de kolede primer kuron yapımında kullanılan metalin görüldüğü bildirilmektedir (185). Estetik dezavantajın yanı sıra metallerin ısı iletkenlikleri yüksek olduğu için, dayanak dişlerde termal irritasyonlara da rastlanabilmektedir (175).

Zirkonya gibi diş renginde materyallerden üretilmiş primer kuronlar kullanıldığında bu sorunlar görülmediği bildirilmektedir (105,164,175). Üretim tekniklerindeki gelişmelerle seramik materyaller (183,185), özellikle de zirkonya (12,24,106,139,151,163,164,175) primer kuron materyali olarak kullanılmaya başlanmıştır. Biyolojik uyumlarının yüksek olması, doğal diş renginde olmaları ve aşınmaya karşı dirençli olmaları nedeni ile güçlendirilmiş seramikler son yıllarda artan bir ilgi görmektedirler. Primer kuronlar seramikten üretildiğinde hem hasta psikolojisi hem de hijyen açısından olumlu etki sağlandığı bildirilmektedir (106,185).

Dişhekimliğinde zirkonya çoğunlukla kuron ve köprü restorasyonlarının alt yapılarında kullanılmaktadır. Zirkonyadan üretilen primer kuronlar ile ilgili pek çok olgu bildirimini (139,151,163,164,175) olmasına rağmen ve 2010 yılında yayınlanan kısa (24) ve 2011 yılında yayınlanan uzun süreli tutuculuğunun değerlendirildiği (12) sadece birer araştırma bulunmaktadır. Zigoma kemiği üzerine yerleştirilmiş implantlarının üzerlerine teleskobik tutucularla desteklenen yüz protezlerinin sağkalımlarının değerlendirildiği 2009 yılında yayınlanan başka bir araştırmada (106) da örneklerin bir kısmında zirkonya primer kuronların kullanıldığı bildirilmiştir, ancak çalışmada implantların başarısının değerlendirilmesi amaçlandığından seramik primer kuronlarla ilgili sonuçlar bulunmamaktadır. Teleskobik tutucularda zirkonya primer kuronların kullanımı ile ilgili kontrollü klinik çalışmaların ve uzun dönem bulgularla yüzey



özelliklerinin incelendiği bir çalışmanın olmadığı literatürde de vurgulanmaktadır (164,175). Üst yapı seramiği olmaksızın ağız ortamında bulunan zirkonya primer kuronun yüzey değişiminin ve teleskobik tutucu olarak kullanıldığında aşınmanın *in vivo* ve *in vitro* olarak incelenmesi literatürde de önerilmektedir (151).

Teleskobik tutucuların yapımında geleneksel döküm yönteminin yanı sıra sekonder kuronun üretiminde elektroşekillendirme yöntemi de kullanılabilir (20,24,59,60,106,131,151,163,164,183,185,187,199). Elektroşekillendirme yöntemi ile sekonder kuron doğrudan primer kuron üzerinde üretilebildiği için aralarındaki uyumun diğer yöntemlerden üstün olduğu bildirilmektedir. Bu yöntemle üretilen sekonder kuronun maliyetinin de döküm yöntemine göre daha düşük olduğu belirtilmektedir (183,184). Ancak bu yöntemin de altın ve seramik primer kuronlar üzerinde uygulanmasının değerlendirilmesi yapılmamıştır.

Bu nedenlerle bu tez çalışmasının amacı;

- 1- 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca,
  - a. Altın alaşımından döküm yöntemi ile üretilmiş primer ve elektroşekillendirme ile üretilmiş sekonder kuron,
  - b. Zirkonya primer ve elektroşekillendirme ile üretilmiş sekonder kuron,
  - c. Zirkonya primer ve kıymetsiz alaşımdan döküm yöntemi ile üretilmiş sekonder kurondan oluşan teleskobik tutucuların tutuculuklarını değerlendirmek,
- 2- Farklı konus açılarının grupların tutuculuk değerlerine etkisini belirlemek,
- 3- Yapay tükürük içerisinde gerçekleşen takma-çıkarma döngülerinin zirkonya primer kuronların yüzeyindeki faz dönüşümüne etkisini belirlemek,
- 4- Deneyler sonrasında primer ve sekonder kuronların temas yüzeylerindeki değişimleri belirlemektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Teleskobik Tutucuların Tanımlanması

Teleskobik tutucular teknik olarak teleskop veya dürbün olarak adlandırılan aletlere benzedikleri için bu şekilde adlandırılmaktadırlar (108,188). Körber (99) tarafından içiçe geçebilen çift kuronlar olarak tanımlanmışlardır. Protez Terimleri Sözlüğü'nde (171) ise teleskop kuron "Bir koping (altyapı) üzerine oturması için hazırlanmış yapay kuron. Bu koping başka bir kuron, bar veya dental protez için başka uygun bir rijid destek olabilir." şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tutucu sistem için İngilizce'de "double crown", Almanca'da "Doppel-Kronen" olarak ifade edilen "çift kuron" adı da kullanılmaktadır.

Teleskobik tutucular primer kuron, patriks, iç anker, kapişon veya İngilizce literatürde "yüksük" ve "manşet" olarak isimlendirilen iç parça ile matriks, sekonder kuron veya dış anker olarak isimlendirilen dış parçadan oluşmaktadır (Şekil 2-1). Primer kuron dayanak diş üzerine simante edilmekte ve sekonder kuron hareketli protezin içinde yer almakta ve protez ile birlikte takılıp çıkarılmaktadır (17,19,35,37,78,81,83,85,99,107,108,109,111,145,182). "Teleskop" terimi aslında silindirik yapılar için kullanılan bir terim olmakla beraber bu tabir tüm çift kuronlu tutucuları yani rezilient ve konik olanları da içine alacak kadar genişletilmiştir (37,108,188). Teleskobik tutucular destek, stabilizasyon ve tutuculuğun birarada sağlanabildiği bir tutucu türüdür (75,159).

### 2.2. Teleskobik Tutucuların Tarihsel Gelişimi

İlk defa Dexter (43, kaynak 150 p:569) tarafından 1883 yılında, daha sonra Starr (166, kaynak 20 p:928) tarafından 1886 yılında hareketli köprülerin tutuculuğu için teleskop kuronların kullanımından bahsedilmiştir. Peeso tarafından 1894 yılında silindirik teleskop kuronlarla ilgili bir makale yayınlanmıştır (156). Daha sonra bu sistemler Haeupl ve Reichborn-Kjennerud (67, kaynak 20 p:928) ile Böttger (25, kaynak 20 p: 928) tarafından geliştirilmiştir.

Körber (97,99), uygulamaları sonrasında silindirik teleskop kuronlarda çok sayıda vakada paralel yüzeylerin birbirine sürtünmesi ve aşınması

sonucunda tutuculuk değerinin aşırı derecede azaldığını ya da yüzeylerin aşırı düzleşip birbirinden ayrılmadığını, protezin çıkartılması sırasında dokuların zarar gördüğünü bildirmiştir. Bu nedenle “konus kuronlar” adını verdiği yeni bir sistem önermiş ve yaptığı uygulamalarla bu sistemi geliştirmiştir.

Daha sonraki gelişmeler genellikle tutuculuk değerinin artırılmasına, tutucuya rezilient mekanizma kazandırılmasına ve yeni materyallerin ve tekniklerin kullanımına yöneliktir. Bu konulardan ilerideki bölümlerde bahsedilecektir.

### **2.3. Teleskobik tutucuların Genel Özellikleri**

#### **2.3.1. Teleskobik Tutucuların Endikasyonları**

- 1- Periodontal harabiyeti olan olgularda da uygulanabilmektedirler (50,72,78,79,87,89,127,164).
- 2- Prognozu şüpheli dişlerde kullanılabilir. Örneğin eğer ileride endodontik tedavi gerekebilecekse üst yapı yerinden çıkarılarak alttaki dayanak dişe ulaşma kolaylığı vardır veya ileride bir dişin çekimi gerekirse tüm protez yeniden yapılmadan modifiye edilerek kullanılabilir (58,191).
- 3- Dayanak dişlerin splintlenmesi gerektiğinde teleskobik üst yapı ile splintleme işlevi yerine getirilmektedir. Bu durumlarda kullanımı uygundur (58).
- 4- Birbirine paralel olmayan malpoze dişlerin varlığında ortak bir giriş yolunun elde edilmesi için kullanılabilirler (58,110,157,159,182,197).
- 5- Direkt tutucuların veya distal uzantıların dokudan uzaklaşmaması için indirekt tutucu olarak uygulanabilirler. Bu amaçla uygulandıklarında rezilient değil, rijid olarak planlanmaları gerekmektedir (23,109).
- 6- İmplantüstü protezlerde (74,88,103,104,127,186), çene ve yüz protezlerinde ve dudak-damak yarığı vakalarında (46,102,106,123,131,179,186) tutucu unsur olarak kullanılmaktadır.

### 2.3.2. Teleskobik Tutucuların Kontrendikasyonları

- 1- Dayanak dişlerin kuron boylarının kısa olduğu, yeterli interoklüzal mesafenin olmadığı olgularda, teleskobik tutuculu protezlerin kullanımı kontrendikedir. Primer kuronların boyu da kısa olacağı için protezin retansiyonu tam olarak sağlanamayabilir (7,19,146, 176,187).
- 2- Çapraşık alt keser dişlerde restorasyon için hazırlık ile yeterli yer elde edilemeyebilir (7,19,176).

### 2.3.3. Teleskobik Tutucuların Avantajları

- 1- Kroşe tutucuların aksine tutucu görünmediği için estetikler (75,78,102,159,187).
- 2- Sekonder kuron, dayanak dişi çepeçevre saran bir tutucu olduğu için protezden gelen kuvvetler dişin uzun eksenine paralel olarak iletilmekte ve protez yerinden çıkartılırken dişe zararlı kuvvetler gelmemektedir.  
(20,26,78,83,87,96,100,102,106,109,113,123,129,159,189,197).
- 3- Diğer restorasyonlarda periodontal veya endodontik nedenlerden dolayı bir dişin çekiminin gerekmesi veya bir implantın kaybı durumunda restorasyon bozulmakta, yenisinin yapılması zaman ve para kaybına neden olmaktadır. Üst yapı değiştirilmeden protez modifiye edilebildiğinden teleskobik tutucuların kullanımı prognozu şüpheli dişlerin varlığında daha uygundur  
(19,20,37,49,74,80,85,87,89,102,106,108,109,110,111,121,127,150, 157,167,182,187,197).
- 4- Üst yapı yerinden çıkartılabildiği ve bu durumda dayanak dişler arasında gövde veya bar olmayıp temizlemeye imkan veren boşluklar olduğu için ağız hijyeni daha kolay sağlanabilmektedir.  
(21,49,62,69,74,78,87,97,102,106,108,109,111,123,126,131,150,156, 157, 184,186).

- 5- Dayanak olarak kullanılan dişlerin sekonder olarak splintlenmesi sağlanmaktadır  
(20,21,89,96,102,106,108,109,110,111,123,125,159,186,197).
- 6- Özellikle yaşlı bireyler ve Parkinson hastalığı bulunanlar gibi el becerisi zayıf hastalar tarafından kullanımı kolaydır  
(13,49,69,74,150,184,186,191).
- 7- Üst yapının gövde tasarımının değiştirilmesi veya faset kaybı gibi nedenlerle tamir işlemleri gerektiğinde restorasyon kolaylıkla yerinden çıkarılıp tamir edilebilmektedir (58,74,150,159,182).
- 8- Primer kuron dayanak dişi çürüklerden, kimyasal ve termal irritasyondan korumaktadır (18,20,50,75,108,109,111,130,159).
- 9- Tam protezlerle kıyaslandığında, tutuculuğun daha yüksek olmasının yanı sıra dayanak dişlerle sağlanan propriyosepsiyon sayesinde daha yüksek ısırma kuvveti, çiğneme etkinliği, kontrollü alt çene hareketlerinin hızlı olması gibi avantajlara sahip olmaya olanak verir (51,85,126,128,149).
- 10-Dayanak dişlerin sayısı, dağılımı ve sağlığı uygun olduğunda ve elastiklik modülü yüksek bir metal kullanıldığında ana bağlayıcı olmadan tasarlanabilirler (127,143,163,164,188).
- 11-Konus açısı, üretim yöntemi ve tutucunun üretildiği materyal gibi faktörler değiştirilerek primer ve sekonder kuronlar arasındaki tutuculuk ayarlanabilmektedir (159).
- 12-Özellikle kretlerin atrofik olduğu durumlarda, tek dişte veya implantta kullanılan diğer tutuculara göre horizontal kuvvetlere karşı daha etkin stabilite sağlarlar (69,89,108,111,121,156,187).
- 13-İmplant üstü veya diş üstü protezlerde barlı tutuculara göre dil odasını daraltmazlar (49,69,74,103,138).
- 14-Hekim primer kuronun etrafını 360° görebildiği için kuron kenarlarının uyumunu daha rahat değerlendirebilmekte, siman artıklarını daha rahat temizleyebilmektedir (150).

### 2.3.4. Teleskobik Tutucuların Dezavantajları

- 1- Üretimleri teknik olarak güçtür, zaman alır ve tecrübe gerektirir (36,56,71,74,75,80,108,111,129,150,182,184,187,191).
- 2- Maliyetleri yüksektir (49,71,74,75,85,108,150,163,182,184,191).
- 3- Primer ve sekonder kurona yer elde edebilmek için dıştan fazla miktarda madde kaldırılması gerekmektedir. İmplant üstü uygulamalarda böyle bir sorun bulunmamakla beraber yeterli madde kaldırmak vital dişlerde problem olabilmektedir (102,150,163,188).
- 4- Hem primer hem de sekonder kuronlar için yer gerekmesinden dolayı restorasyon kolede olması gerekenden daha kalın işlenebilmektedir. Bu durumda kolede andırkatlı bir alan oluşup burada debris birikiminden dolayı periodontal sorunlar ve çürükler görülebilmekte ve ayrıca sekonder kuron üzerine yapılan diş daha kare formlu işlenebilmektedir. Restorasyonun aşırı konturlandırılması sorunu silindirik teleskop kuronlarda daha da önem kazanmaktadır ve bu nedenle diş hazırlanırken daha dikkatli olunmalıdır. Estetik bir restorasyonun elde edilmesi için basamaklı diş hazırlığı önerilmektedir (20,74,80,85,102,140,159,163,182,189,197).
- 5- Primer kuron materyali olarak metal kullanıldığında hem protez ağız dışındayken dayanak dişlerin metal görüntüsü, hem de protez ağızdayken kolede bant şeklinde metalin görünmesi estetik olmayan bir durum oluşturabilmektedir (102,159,163,170,181).

## 2.4. Teleskobik Tutucuların Sınıflandırılması

Tutuculuğun sağlanma şekline göre teleskobik sistemler 3 tipte incelenirler (48,188).

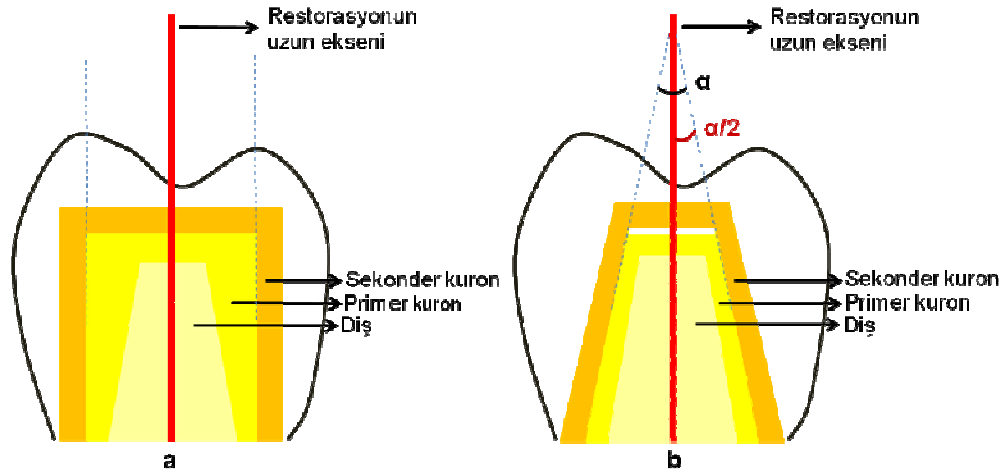
### 2.4.1. Silindirik Teleskop Kuronlar

Tüm yan yüzeyleri birbirine paralel olan silindirik teleskop kuronlarda tutuculuk primer ve sekonder kuronların birbirlerine bakan yüzeyleri arasındaki sürtünme ile elde edilir. Bu sürtünme ilk temas anından itibaren sekonder kuron primer kurondan tamamen ayrılıncaya kadar devam eder, primer kuron bir piston gibi sekonder kuronun içinde son ana kadar temastadır (99,108,165)

(Şekil 2-1). Silindirik teleskop kuronların üretimi özen ve hassasiyet gerektirdiği için güç olarak kabul edilir çünkü primer ve sekonder kuronlar arasındaki temas düzgün sağlanamazsa tutuculuk kuvveti çok az veya çok fazla olarak ortaya çıkabilmektedir (16). Konus kuronların aksine silindirik teleskop kuronlarda baskı kuvvetinin tutuculuğa herhangi bir etkisi veya katkısı yoktur (136).

#### 2.4.2. Konik Teleskop Kuronlar (Konus Kuronlar)

Körber tarafından geliştirilen konik teleskop (konus) kuronların en önemli özelliği şekilleridir. Konus kuronlarda silindirik teleskop kuronlardan farklı olarak bir konverjans açısı (konus açısı) bulunmaktadır (99,150). Silindirik teleskop kuronların aksine tüm yan yüzeyler değil, primer kuronun dış, sekonder kuronun iç yüzeyi birbirine paraleldir (Şekil 2-1). Konus kuronlara ilk çıkarma kuvveti uygulandıktan sonra sekonder kuron primer kuron üzerinden sürtünmesiz olarak çıkartılabilir (99). Bu nedenle elde edilen tutuculuğa rağmen temas yüzeyinde daha az aşınma meydana gelmektedir. Hastalar açısından kullanımının daha kolay olduğu bildirilmiştir (101).



**Şekil 2-1: Silindirik (a) ve konik (b) teleskop kuronların şematik görünümü.**

$\alpha$ : Koniklik açısı.

$\alpha/2$ : Konus açısı (Konverjans açısı).

#### 2.4.3. Rezilient Teleskop Kuronlar

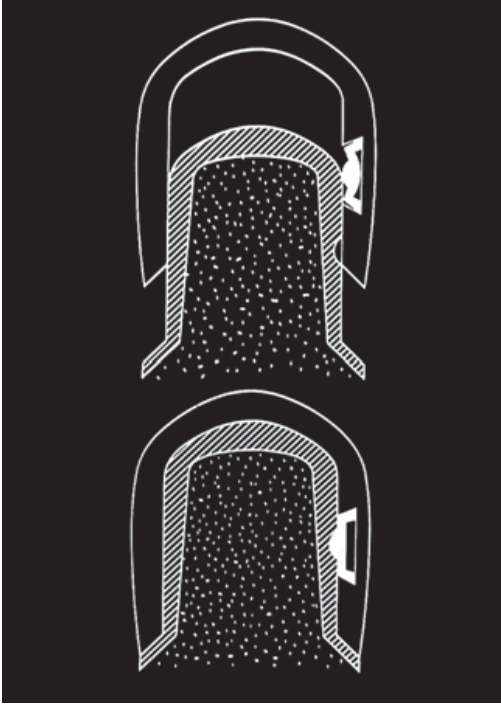
Teleskobik tutucularda rezilient özellik tutucunun kendi içinde tasarımının değiştirilmesi ile sağlanmaktadır (108). Rezilient teleskop kuronlarda tutuculuk

silindirik teleskop kuronlar ve konik teleskop kuronlardan farklı olarak ayrı bir tutucu kullanılarak elde edilir (188).

Hofmann ve Ludwig (76) 3 veya daha az sayıda diş bulunan olguların restorasyonunda teleskobik tutucularla 0,2 ile 0,5 mm arasında dikey reziliens sağlanan dayanak dişlerin 2 yıl mobilitelerinin değişmediğini; daha sonra mobilitelerinin hızla arttığını bildirmişlerdir. Yalisove (197), primer kuronların gingival 1/3'ünde sekonder kuronla arasında 0,003 ile 0,010 inç aralık vererek dişsiz sonlanan bölümde proteze rotasyonel hareket imkanı sağladığını belirtmiştir.

Lehmann ve Gente (114) tarafından önerilen başka bir rezilient kuron sistemi ise *Marburg Çift Kuron Sistemi*'dir. Bu sistemde primer ve sekonder kuronlar arasında aralık vardır. Tutuculuk sekonder kuron üzerine yerleştirilen ve primer kurondaki girintiye oturan TK-Snap adındaki bir tutucu elemanla sağlanmaktadır (Şekil 2-2). Sistemde üst yapının dökümü tek parça halinde protezin iskeleti ile beraber yapılabilenkte, kıymetsiz alaşımlar kullanıldığı için üzerinde verner materyali olarak seramik de kullanılabilir (188). Bu tutucunun implantlarda ve periodontal harabiyeti olan dişlerde başarılı bir şekilde kullanıldığına dair literatürde bir olgu bildirimini mevcuttur (126). Başka bir klinik çalışmada (189) da dayanak diş sayısının 3 veya daha az olması durumunda, rijid konus kuronlarda görülen dayanak diş kaybı oranındaki anlamlı bir artışın Marburg Çift Kuron Sistemi uygulandığında gözlenmediği belirtilmiştir.





**Şekil 2-2: Marburg Çift Kuron Sisteminin şematik görünümü (127).**

Literatürde teleskobik tutucuların dayanak dişlerin az sayıda ve diş kavsindeki dağılımlarının uygun olmadığı vakalarda kullanılabildiği bildirilmektedir (18,80,130,156,191). Ancak serbest sonlanan bölümlü protezlerde dişlerle protezi rijid bir şekilde bağlamak veya rezilyent kuvvet kırıcı elemanlar kullanmak konusunda bir belirsizlik bulunduğu belirtilmektedir (109).

Igarashi ve ark. (82), bükme tel kroşe, Akers kroşe ve konik teleskop tutucuların oluşturdukları gerilim dağılımlarını inceledikleri *in vivo* çalışmalarında kaide plağına en az yükün ve dayanak dişte en fazla gerilimin konik teleskop tutucuda saptandığını, ancak konik teleskop tutucularda dayanak dişin yer değiştirme miktarının fizyolojik sınırlarda olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan en rijid tutucu olan konik teleskop kuronlarda bile mukozanın oklüzal yükün % 20'sini taşıdığı belirtilmiştir. Yine aynı tutucuların karşılaştırıldığı başka bir *in vitro* çalışmada (84) ise rijid olmayan tutucuların kullanımı sonucu serbest sonlanan bölgedeki kaide plağının dokuya doğru olan hareketinin dayanak dişte bukkale doğru harekete neden olduğu, konik teleskop kuronlar gibi rijid tutucuların hem dayanak dişte hem de krette meydana gelen hareketleri azalttığı bildirilmiştir.

Saito ve ark. (153) tarafından yapılan başka bir *in vitro* çalışmada da rijid tutucuların dişe daha fazla gerilim uyguladıklarını, kaide plağındaki gerilimin ise daha az olduğunu ve dolayısıyla astarlanma gereksiniminin daha az olabileceğini bildirmişlerdir.

Krennmair ve ark. (103) 2 implant üstü resilient teleskobik tutuculu hareketli protezlerin değerlendirildiği 3 yıllık prospektif *in vivo* çalışmalarında, kontroller sırasında protezlerin bakımı için en fazla duyulan ihtiyacın astarlanma olduğu bildirmişlerdir (103). Öte yandan Öwall (134) ise rijid tutucular kullanıldığında kaide plağında astarlanma ihtiyacının nadir olduğunu belirtmiştir.

Körber'e (98, kaynak 109 p:39) göre rijid teleskobik tutucular daha sağlıklıdır ve dayanak dişlerin ömrünü uzatmaktadır. Langer (109), bu durumu şu şekilde açıklamaktadır: Tutucuya rezilient özellik kazandıran parçaların yerleştirilmesi dayanak dişe gelen toplam yükü azaltarak dişin ömrünü uzamasını sağlamaktadır, ancak yumuşak dokuya gelen kuvvetlerin artması ile protez dokuya gömülebilmekte ve travmatik kemik rezorpsiyonu meydana gelebilmektedir. Ardından oklüzal uyum bozulmakta ve doğal dişler karşıları ile erken temasa geçmektedirler. Ayrıca rijid bir teleskobik tutucu kullanıldığında mutlaka protezin sınırlarının maksimum fonksiyonel sınırlara kadar uzatılmasına ve fonksiyonel ölçü alınmasına özellikle önem verilmesi önerilmektedir.

Bu durumda önemli olan soru, kemik kaybına neden olmaksızın dişsiz krete ne kadar yük gelmesinin uygun olduğudur. Çünkü dişsiz krete gelen yükü azaltan rijid bağlantı, implant veya dişe aşırı yük uygulayabilmektedir. Ancak uygulandığında ne implantlara veya dişlere, ne de dişsiz krete zarar vermeyecek kuvvet miktarı bilinmemektedir. Oysa uygun tutucunun buna göre seçilmesi önerilmektedir (71).

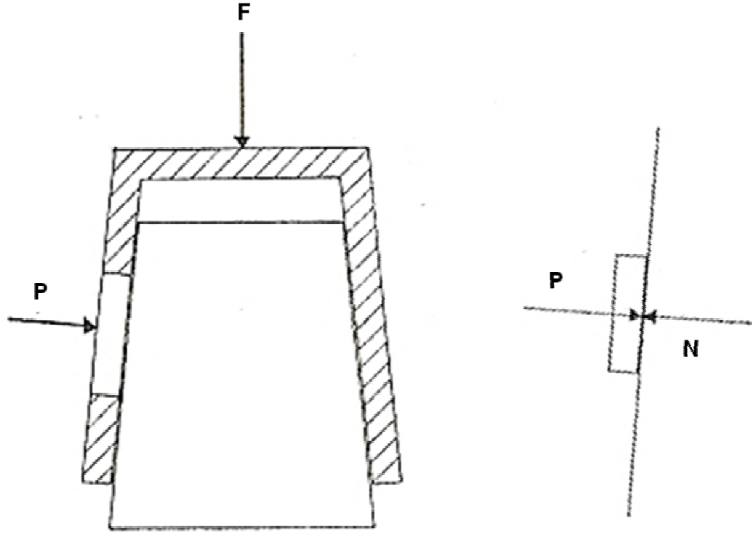
## **2.5. Teleskobik Tutucularda Tutuculuğu Etkileyen Faktörler**

Teleskobik tutucularda tutuculuk çeşitli faktörlere göre değişebilmektedir. Bu faktörlerin tutuculuğu ne şekilde etkiledikleri aşağıda anlatılmıştır.

### **2.5.1. Konus Açısı**

Kesik koni formundaki konus tam bir koniye tamamlandığında oluşacak tepe açısı koniklik açısı ( $\alpha$ ) olarak tanımlanmaktadır. Bu açının yarısına eşit olan

servikooklüzal doğrultuda primer kuronun dış yüzeyinin uzun eksenine ile yaptığı açıya ise konus açısı veya konverjans açısı denmektedir (99,119,120,174) (Şekil 2-1).\_Bu açı nedeni ile konus kuronların tutuculuk mekanizması silindirik teleskop kuronlardan farklılaşmaktadır. Konus açısı konus kuronlarda oluşan, silindirik teleskop kuronlarda  $0^\circ$  olduğu için etkisiz olan bir faktördür.



**Şekil 2-3: Konus kuronlarda tutuculukta etkili kuvvet bileşenleri (99).**

F: Oklüzalden uygulanan yük.

P: F nedeni ile ortaya çıkan yüzeye dik sıkıştırma kuvveti.

N: Yüzeye dik oluşan tepki kuvveti.

Konus kuronlarda sekonder kuron primer kuron üzerine tam yerleşirken oklüzalden uygulanan F yükü nedeni ile P sıkıştırma kuvveti ortaya çıkmaktadır. Oklüzal kuvvetin bileşeni olan bu P sıkıştırma kuvveti tam zıt yönde ve kendisine eşit N tepki kuvvetinin oluşmasına neden olmaktadır (Şekil 2-3). Sekonder kuron, primer kuron üzerinde tam yerini aldığı anda maksimum tutuculuk kuvveti ( $T_0$ ) oluşur.  $T_0$  maksimum tutuculuk kuvveti şu formüle göre hesaplanmaktadır (99).

$$T_0 = \mu_0 \times N \quad (2-1)$$

$T_0$  : Maksimum tutuculuk kuvveti.

$\mu_0$  : Sürtünme katsayısı.

N: Yüzeğe dik oluşan tepki kuvveti.

Körber (99), konus kuronlarda istenen açının verilmesi için konometrik ölçüm tekniği kullanımını önermiştir. Bu teknikte konometre denilen aygıt kullanılmaktadır. Küçük bir ölçüm tablası bulunan konometre paralelometreye takılmaktadır. Konometrenin ucundaki mil tek bir düzlemde hareket ederek istenilen açı miktarı ayarlanmakta ve daha sonra paralelometre milinin kendi etrafında dönmesi ile de istenilen açı verilebilmektedir.

Açılı konfigürasyon nedeni ile konus kuronlarda primer kuron sekonder kuron içerisinde, oklüzal yüklerle beraber bir kama gibi işlev göstereceği için yüzeyler arası baskı gerilimi ortaya çıkmaktadır (81,99,108,111). Sekonder kuronun primer kuronu saran bu gerilimi ile tutuculuk sağlanmaktadır (16,99,150). Tutuculuk kuvveti primer kuronun konus açısı değiştirilerek ayarlanmaktadır. Konus açısı ile tutuculuk kuvveti arasında ters orantı olduğu; konus açısı arttıkça oluşan tepki kuvveti azalacağı için tutuculuk değerinin de azalacağı, konus açısı azaldıkça oluşan tepki kuvveti artacağı için tutuculuk değerinin de artacağı literatürde bildirilmektedir (16,63,99,108,109,111,132, 156).

Teleskobik tutucuların destek işlevi ise konus açısından etkilenmemektedir (108).

### 2.5.2. Primer Kuronun Alt ve Üst Çapları

Kesik koni biçimindeki primer kuronun tabanındaki ve tavanındaki çaplar, yani primer kuronun alt ve üst çapları, tutuculuğu sağlayan yüzey alanının miktarını etkilemektedir. Akkayan (3) doktora çalışmasında yüzey alanının tutuculuğa etkisini değerlendirmek için farklı çaplara ve yüzey alanlarına sahip kesici, kanin, küçük azı ve büyük azı dişleri kullanmıştır. Alt ve üst çapları daha geniş büyükazı dişinin tutuculuk kuvvetinin daha fazla olduğunu, ancak kullanım sonucu aşınma miktarının da tutuculuğu sağlayan yüzey alanı ile orantılı olarak daha fazla olduğunu bildirmiştir.

### **2.5.3. Primer Kuronun Yüksekliği**

Primer kuronun yüksekliği de tutuculuğu sağlayan yüzey alanı miktarını etkilemektedir. Primer kuronun yüksekliği arttıkça tutuculuk değerinin de arttığı literatürde bildirilmiştir (24,63,160).

### **2.5.4. Ağızda Meydana Gelen Sürekli Dinamik Kuvvetlerin Etkisi**

Yukarıdaki bahsedilen maksimum tutuculuk kuvvetinin oluşması için bir basınç olması gerekmektedir (99,119). Bu basınç hastanın protezi yerine takması sırasında oluşan baskı kuvveti (3) veya ağızın dinamik yapısı içinde fonksiyon sırasında oluşan kuvvetlerle (101) elde edilmektedir. Bu kuvvet sayesinde sekonder kuron yerini almakta ve N tepki kuvveti oluşmaktadır.

### **2.5.5. Negatif Hava Basıncı**

Öztürk (136), teleskobik tutucularda sekonder kuronun primer kuron üzerine takılma hareketi sırasında ikisi arasında hapsedilen havanın protezin oturmasını geciktirdiğini, ancak oturma sonucunda ise havanın sıkıştığını ve negatif hava basıncı basıncı oluştuğunu bildirmiştir. Araştırmacı negatif hava basıncının primer ve sekonder kuronun birbirinden ayrılmasına karşı direnç oluşturduğundan tutuculuğa katkı sağladığını belirtmiştir.

### **2.5.6. Viskozite**

Viskozite bir sıvının akmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Akmaya karşı direnç sıvı içerisindeki iç sürtünme kuvvetleri ile kontrol edilmektedir (5). Teleskobik tutucuların tutuculuğunda viskozitesi etkili olan sıvı tükürüktür. Sekonder kuronun primer kuron üzerinden çıkartılması sırasında aradaki ince tükürük tabakası (film) bu harekete karşı direnç göstermektedir. Tükürüğün viskozitesinin yüksek olması tutuculuk değerini de arttırmaktadır (65).

### **2.5.7. Seçilen Materyale Bağlı Özellikler ve Uygulanan Laboratuvar İşlemleri**

Teleskobik tutucuların üretimi sırasında kullanılan materyaller ve laboratuvar işlemleri tutuculuk mekanizması üzerinde etkilidir. Materyaller ve bunların işlenerek teleskobik tutucuların üretilmesini sağlayan laboratuvar

işlemleri her ne kadar birbirleri ile ilişkili olsalar da burada farklı başlıklar altında bahsedilecektir.

### 2.5.7.1. Materyale Bağlı Özellikler

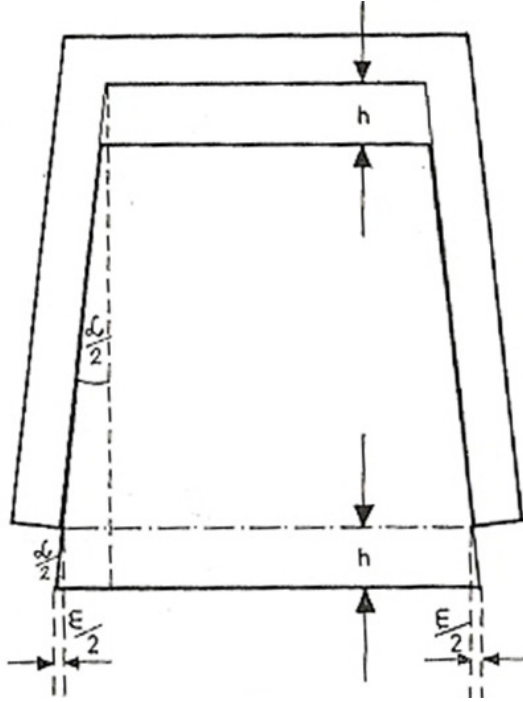
Konus kuronun maksimum tutuculuk kuvvetine ( $T_0$ ) ulaşabilmesi için sekonder kuronun iç yüzü ve primer kuronun dış yüzü arasında maksimum temas olması gerekmektedir. Döküm işlemi sonrasında büzülmeye uğrayan metal alaşımlarından üretilen sekonder kuronlar ile primer kuronlar arasında oluşan aralık Körber (99) tarafından "*Aralık Problemi*" olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2-4). Bu aralığın öngörülebilir olması gerekmektedir aksi takdirde sekonder kuron primer kuron üzerindeki yerini alamayacak ve daha önce bahsedilen maksimum tutuculuk kuvvetine ( $T_0$ ) ulaşamayacaktır. Bu aralığın miktarı, döküm büzülmesi ( $\epsilon$ ) sabit kabul edildiğinde koniklik açısının ( $\alpha$ ) tanjantına ( $\tan$ ) bağlı olarak aşağıdaki formülle hesaplanabilmektedir (2-2).

$$\tan \alpha = \epsilon / h \quad (2-2)$$

h: Oklüzalde primer ve sekonder kuron arasında oluşan aralık.

$\epsilon$ : Döküm kontraksiyonu.

$\alpha$ : Koniklik açısı (konus açısı x 2).



**Şekil 2-4: Primer ve sekonder kuronlar ile oluşan aralık arasındaki geometrik ilişki (99).**

h: Oklüzalde primer ve sekonder kuron arasında oluşan aralık.

$\epsilon/2$ : Döküm kontraksiyonu/2.

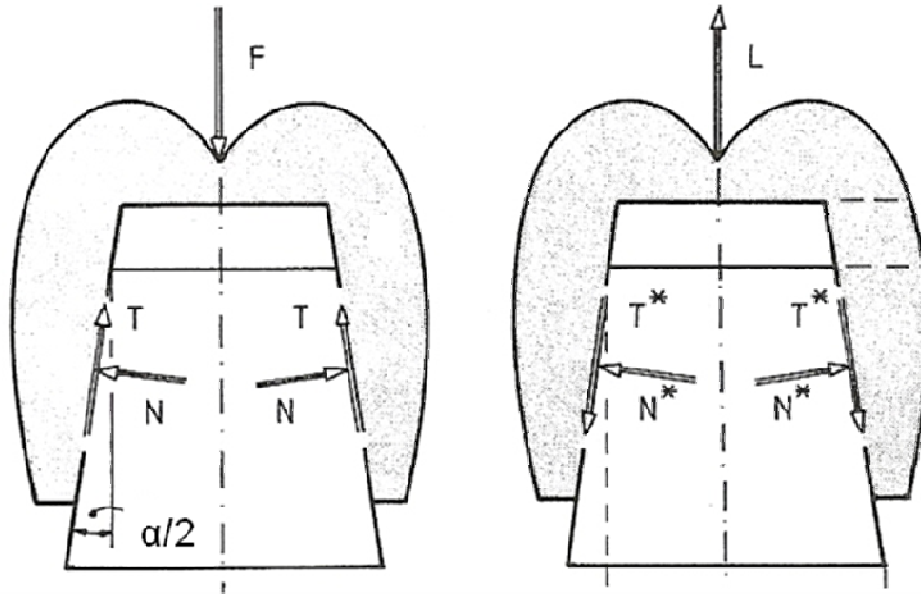
$\alpha/2$ : Konus açısı.

Bu formüle göre döküm büzülmesi fazla olduğunda primer ve sekonder kuronlar arasında oklüzalde oluşacak aralık da artacak ve sekonder kuronun primer kuron üzerinde uyumu tam olamayacaktır. Ancak hiç aralık olmaması da konus kuronların tutuculuk mekanizması olan kama etkisini ortadan kaldıracığı için istenmemektedir (100,160). Döküm büzülmesi kullanılan materyal ve uygulanan döküm işlemleri ile ilgili olduğu için, teleskobik tutucuların üretimi için materyal seçiminde ve laboratuvar işlemlerinde dikkatli olunması gereği ortaya çıkmaktadır.

Kullanılan materyalin tutuculuk kuvvetine etki etmesinin bir başka nedeni ise sürtünme katsayısı ( $\mu_0$ ) ile ilgilidir. Lenz ve ark. (116), tutuculuğun iki parametreye bağlı olduğunu bildirmektedirler. Bunlar konus açısı ( $\alpha/2$ ) ve sürtünme katsayısıdır ( $\mu_0$ ). Konus açısının tanjantı sürtünme katsayısından küçük olduğu sürece ( $\tan(\alpha/2) < \mu_0$ ), protezin ağızda yerini almasını sağlayan uygulama kuvveti ne olursa olsun sekonder ve primer kuronlar arasında

tutuculuk oluşmaktadır. Sürtünme katsayısı; temas yüzeylerinin yüzey özelliklerine ve lubrikasyonuna bağlı olduğu gibi primer ve sekonder kuronun üretildiği materyale de bağlıdır (116,117,118,119,120).

Lenz ve ark. (119,120), tutucu yerleştirilirken uygulanan kuvveti “tutunma veya uygulama kuvveti” (F) olarak, sekonder kuronun primer kuron üzerinden çıkartılması sırasında meydana gelen kuvveti ise “çıkarma veya ayrılma kuvveti” (L) olarak tanımlamaktadırlar (Şekil 2-5).



**Şekil 2-5: Konus kuronun uygulanması ve ayrılması sırasında oluşan kuvvetlerin dağılımı (119).**

F: Uygulama kuvveti.

L: Ayrılma kuvveti.

T: Tutucu yerine uygulanırken oluşan yüzeye paralel sürtünme kuvveti.

T\*: Tutucu yerinden ayrılırken oluşan yüzeye paralel sürtünme kuvveti.

N: Tutucu yerine uygulanırken oluşan yüzeye dik tepki kuvveti.

N\*: Tutucu yerinden ayrılırken oluşan yüzeye dik tepki kuvveti.

$\alpha/2$ : Konus açısı.

Uygulama kuvveti (F) ve ayrılma kuvveti (L) arasındaki oran aşağıdaki formülle ifade edilmektedir (116,117,118,119) (2-3).



$$L / F = [ \mu_0 - \tan (\alpha/2) ] / [ \mu_0 + \tan (\alpha/2) ] \quad (2-3)$$

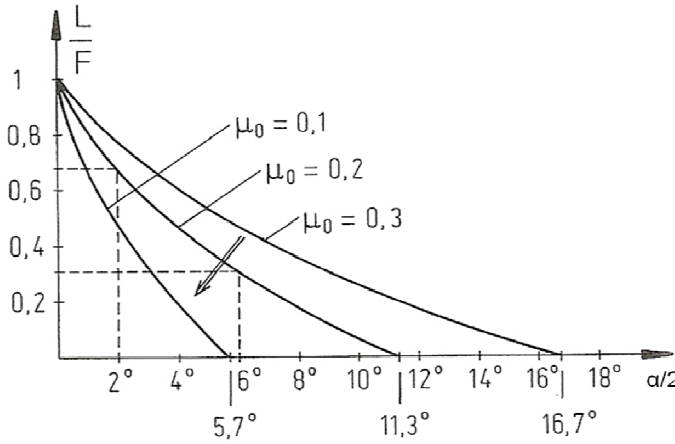
L: Ayrılma kuvveti.

F: Uygulama kuvveti.

$\mu_0$  : Sürtünme katsayısı.

$\alpha/2$ : Konus açısı.

Lenz ve ark. (119), kullanılan metal alaşımının sürtünme katsayısına göre istenilen konus açısının seçilmesini tavsiye etmişlerdir. Aşağıdaki grafikte farklı sürtünme katsayıları için L/F değerleri verilmiştir (Şekil 2-5).



**Şekil 2-6: Farklı sürtünme katsayıları ve konus açıları için L/F değerleri (119).**

L: Ayrılma kuvveti.

F: Uygulama kuvveti.

$\mu_0$  : Sürtünme katsayısı.

$\alpha/2$ : Konus açısı.

Sürtünme katsayısı değerleri kıymetli alaşımlar için  $\mu_0=0,2$ , kıymetsiz alaşımlar için  $\mu_0=0,16$ , titanyum alaşımı için ise  $\mu_0=0,23$  olarak bildirilmiştir (117). Bu nedenle istenen L/F oranını elde edebilmek için kıymetsiz alaşımlarda konus açısının daha küçük seçilmesi gerektiği belirtilmiştir (118). Yaklaşık 10 N büyüklüğünde bir ayrılma kuvveti elde etmek için kıymetsiz alaşımlarda 4°'lik konus açısı verilmesi (115,116,117,118), kıymetli alaşımlarda ise 6°-7°'lik konus açısı önerilmiştir (16,99).

Tutuculuk kuvvetini etkileyen, materyale bağı bir başka özellik ise sertlik değeridir. Sertlik, materyalin plastik deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır ve aşınabilirlik başka faktörlerin yanı sıra sertlik ile de ilişkilidir. İki materyal birbiri üzerinden kayarken sertlik değerleri birbirinden ne kadar farklı ise o kadar fazla aşınma görüleceği belirtilmektedir (5). Kullanım ile beraber teleskobik tutucularda aşınma görülmesi ise tutuculuk değerlerinde değişmelere neden olabilmektedir (132,183).

Primer ve sekonder kuron üretiminde literatürde farklı materyallerin kullanımı incelenmiştir. Besimo ve ark. (22), primer ve sekonder kuron materyali olarak titanyum kullanımını değerlendirmişler ve primer kuron materyali olarak altın alaşımı veya titanyum kullanımının tutuculuk değerlerinde bir fark yaratmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar sekonder kuron materyali olarak titanyum kullanıldığında ise titanyumun krom-kobalt alaşımından daha fazla tutuculuk sağladığını, altın alaşımı ile ise aralarında anlamlı bir fark saptanmadığını bildirmişlerdir. Longoni ve ark. (121), 32 olguda primer ve sekonder kuronları titanyumdan hazırlamışlar ve sekonder kuronun iç yüzüne sürtünme-mil-uyum (friktion-geschiebe-passung, FGP) akriliği uygulamışlardır. Bu yöntemle hem ağızda FGP uygulaması ile protezin tamamen pasif uyumunun garanti edildiği, hem de elde edilen protezin nöromuskuler sistem ile tamamen uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Üretim tekniklerindeki gelişmeler primer kuron materyali olarak lösit ile güçlendirilmiş seramik (183,185) ve zirkonya (24,106,139,151,163,164) kullanımını da mümkün kılmıştır. Biyolojik uyumlarının yüksek olması, doğal diş renginde olmaları ve aşınmaya karşı dirençli olmaları nedeni güçlendirilmiş seramikler son yıllarda artan bir ilgi görmektedirler. Zirkonyanın primer kuron materyali olarak kullanımı ile ilgili araştırmalar (12,24,106) ve en fazla 18 ay takip edilmiş olgu bildirimleri (139,151,163,164,175) bulunmaktadır. Ancak literatürde uzun dönem kullanımın tutuculuk değeri ve yüzey özelliklerine etkisinin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

### **2.5.7.2. Uygulanan Laboratuvar İşlemleri**

Primer ve sekonder kuronların üretiminde geleneksel olarak kullanılan döküm yöntemi dışında son yıllarda farklı uygulamalar da kullanılmaya

başlamıştır. Primer kuronların bilgisayar ortamında bilgisayar destekli tasarım (CAD) - bilgisayar destekli üretim (CAM) tekniği ile hazırlanmasının; yüksekliğin ve konus açısının ayarlanmasının kolay olması ve daha sonra freze ihtiyacının az olması gibi avantajları olduğu bildirilmiştir (105). CAD-CAM tekniği zirkonyanın işlenmesinde primer kuronların üretiminde kullanılabildiği gibi sekonder yapıda da kullanılabilmektedir (56,160). Shimakura ve ark. (160), saf titanyum bloklardan primer ve sekonder kuronlar üretmişler, hava boşluklarının kalması ve yüzeyde sert ve hassas tabaka oluşması gibi titanyumun dökümünde karşılaşılabilecek problemleri ekarte ettiklerini bildirmişlerdir. Gebelein ve ark. (56), teleskobik tutucularda sekonder kuron ve iskeletin birlikte dökümü durumunda meydana gelen büzülmenin fizyolojik diş hareketinin üzerinde olduğunu belirtmişler, ya sekonderin ayrı dökülmesini ve sonradan lazerle lehimlenmesini ya da CAD-CAM tekniği ile üretimini önermişlerdir.

Sekonder kuronun üretiminde elektroşekillendirme yöntemi de kullanılabilmektedir (20,24,60,106,131,151,163,164,183,185,187,199). Elektroşekillendirme işleminde temel olarak elektrolitik bir banyo kullanılarak iletken bir kalıp üzerine elektrolizle kaplanabilen bir metal biriktirilmektedir. Biriktirilen metal istenen kalınlığa ulaştığında işleme son verilip elektroşekillendirilmiş kısım kalıptan çıkartılarak kullanılabilmektedir. Bu yöntem ile kullanılan kalıbın yüksek kalitede bir kopyası tekrarlanabilir bir şekilde ve süreç rahatlıkla kontrol edilerek elde edilmektedir. Elektroşekillendirme ile kalıp üzerinde biriken metal oldukça saftır (193). Primer ve sekonder kuronların birbirine uyumu ne kadar fazla ise mekanik tutunma da o kadar iyi olmakta (108) ve bu yöntem ile yüzeylerin birbirine mükemmel uyumunun elde edilebildiği belirtilmektedir (44,45,183,184). Bazı çalışmalarda elektroşekillendirmenin uygulandığı yüzey ile elektroşekillendirme ile üretilen yapı arasındaki aralık 8µm ile 12 µm arasında (44,45), bazılarında ise 5 µm'den az (183,184) olarak verilmektedir.

## **2.6. Teleskobik Tutucularda Tutuculuğun Düzenlenmesi**

Teleskobik bir protezin toplam tutuculuk değeri, tüm dayanak dişlerin tutuculuk değerlerinin toplamı kadardır (87). Eğer restorasyonda ikiden fazla tutucu varsa protezin toplam tutuculuk değeri, protez çiğneme sırasında

tutuculuğunu kaybetmeyecek, ancak hasta tarafından da rahatlıkla takılıp çıkartılabilecek bir seviyede ayarlanmalıdır (97). Eğer altıdan fazla dayanak diş varsa, Körber bu dayanak dişlerin hepsinden tutuculuk için faydalanılmamasını, bazılarında sadece destek için faydalanılmasını önermektedir; hepsinden tutuculuk elde edilmesi durumunda tutuculuk kuvveti çok artabilmektedir (96). Fazla sayıda dayanak diş içeren büyük çaplı restorasyonlarda dişlerin tutuculuk değerlerinin konus açıları ile destek dayanak yapısı düşünülerek ayarlanması (165), kanin ve birinci büyük azı dişlerinden daha fazla faydalanılması önerilmiştir (62).

Teknik olarak yüzeyi kusursuz hazırlanan teleskobik tutucularda tutuculuk konus açısı ile belirlenmektedir (101,108,109,115,118). Körber, her konus kuron için tutuculuk değerinin 5-10 N olarak ayarlanmasını tavsiye etmektedir (99,101,119). Körber (96) eğer belli konus açısında istenen tutuculuk değeri elde edilemiyorsa açının  $0,5^\circ$  artırılarak veya azaltılarak tutuculuk değerinin istenen miktarda ayarlanabileceğini belirtmiştir.

Dayanak dişlere etki eden kuvvetler periodontal dokulara farklı yansımaktadırlar. Güngör ve ark. (64), teleskobik tutucu kullanımında kemik, periodontal ligaman, dentin, pulpa ve teleskobik tutucuda gerilim ve germede meydana gelen değişimleri inceledikleri sonlu eleman analizi çalışmasında ayrılma kuvvetini 5 N olarak sabit tutmuşlar; periodontal ligaman ve pulpada gerilimlerin apikalde, kemikte ise dişin servikal bölümüne komşu bölgede yoğunlaştığını bildirmişlerdir. Bu nedenle kemikte daha fazla rezorpsiyona neden olmamak için periodontal sağlığı iyi olmayan dişlerde tutuculuk değerinin azaltılarak ayarlanması gerekmektedir. Periodontolojik açıdan zayıf ve zarar görmüş dayanak dişlerin olması halinde, bu dişlerin destek dayanak olarak kullanılması, dirençli destek dokulara sahip dişlerin tutucu dayanak olarak kullanılması önerilmiştir (62,96). Bu düzenleme tutucuların konus açıları değiştirilerek sağlanabilmektedir (72,78). Körber (96) tutucu dayanak olarak kullanılacak dişlere  $5-6^\circ$ , destek dayanak olarak kullanılacak dişlere ise  $6-7^\circ$  konus açısı verilmesini önermektedir. Gütschow (66, kaynak 64 p:1069), periodontal harabiyet olan dişlerde tutuculuk değerinin 5 N'un üzerine çıkarılmamasını tavsiye etmektedir.

Teleskobik tutucuların tutuculuk değerlerinin kullanımla azalabildiği (3,132), artabildiği (22,80) veya değişmeden (183) kalabildiği bildirilmiştir. Kullanıma bağlı olarak tutuculuk değerlerindeki değişmelerin giderilmesine yönelik farklı yöntemler de önerilmiştir. Akagawa ve ark. (2) primer kuron hazırlandıktan sonra primer kuronun distal yüzeyinde bir oluk hazırlamaktadırlar. Bu oluğa denk gelen yere döküm krom alaşımından bir pin yerleştirilmekte ve sekonder kuronun modelajını bu pin üzerinde yapmaktadır. Döküm sonrasında bu pin çıkartılmakta ve sekonder kuronla arasında 0,2 mm aralık olacak şekilde aşındırma yapılmaktadır. Sonra döküm krom alaşımından pinin çıkartıldığı yere altın veya platin başka bir pin lehimlenmektedir. Daha önceden sekonder üzerinde yapılan 0,2 mm aşındırma sayesinde lehimlenen pin istendiği gibi şekillendirilebilmekte ve pin primer kuron üzerindeki oluğa oturtularak ek tutuculuk sağlanmaktadır.

Isaacson (83), rezilient teleskobik tutucu kullanıldığında retansiyon için sekonder kuronun yan yüzüne yaylı bir parçanın, primer kuronun bu yaylı parçaya denk gelen yüzeyinde ise bir yuvanın hazırlanmasını önermiştir.

Minagi ve ark. (129) ise primer kuron üzerinde üçgen şeklinde bir andırkat alanı hazırlayıp, sekonder kuronun bu andırkata denk gelen parçasını bir yarıkla serbestlenmesini ve daha sonra serbestlenen kısım andırkata oturacak şekilde penslerle bükülerek ekstra tutuculuk sağlanmasını önermişlerdir. Araştırmacılar, birinci ve ikinci bükme, yani tutuculuk değerini 9,8 N olarak aktifleme sonrasında 10.000 takip çıkarma döngüsü gerçekleştirmişler ve iki döngü arasında hem tutuculuk değerinde hem de tutuculuk değeri kayıp yüzdesinde bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Marburg Çift Kuron Sistemi'nde tutuculuğu sağlamak için TK-Snap tutucusu kullanılmaktadır. Bu uygulama ile hem başlangıçta kontrollü bir tutuculuk değeri sağlandığı, hem de daha sonra tutuculuk değerinde azalma meydana geldiğinde bu kısmın kolaylıkla değiştirilebildiği belirtilmiştir (189).

Bredent firması tarafından piyasaya sürülen, kaybolan tutuculuğu arttırmaya yönelik bir diğer ürün ise FGP akriliğidir. Sekonder kuronun primer kuron ile temas eden yüzeyi çeşitli işlemlere uğratıldıktan sonra FGP akriliği sekonder kuron içerisine uygulanmaktadır. Uygulama ağız içerisinde veya

laboratuvarda yapılabilmektedir (53). Akkayan (3), doktora çalışmasında konus kuronlarda kaybolan tutuculuğun iadesi için sekonder kuron içine FGP akriliği ve opak uygulanmasını karşılaştırmış ve FGP uygulamasının opak uygulamasına göre daha uzun dönem etkili olduğunu bildirmiştir. Opak uygulanan örneklerde yapılan taramalı elektron mikroskobu (SEM) incelemelerinde hem opak yüzeyinde kopmalara rastlanmış hem de primer kuron yüzeylerinde de ileri derecede aşınmalar meydana gelmiştir. FGP uygulamasında ise yüzeyde kopmalar oluşmadığı gibi primer kuron yüzeyinde de aşınma meydana gelmemiştir. Güngör (65), doktora çalışmasında deney örneklerinden rastgele seçilmiş 10 tanesine FGP akriliği uygulamış ve tutuculuğu ölçmüştür. Araştırmacı, uygulama sonrası ortalama 5-6 N tutuculuk değeri elde edildiğini bildirmiştir. Portezin tamamen pasif uyumunun elde edilebilmesi için kullanım öncesi ağızda FGP akriliği uygulanması da başka bir olgu bildiriminde tavsiye edilmiştir (121).

Kaybolan tutuculuk değerini arttırmak ve tutuculuk değerini kontrol edebilmek için piyasaya sürülen başka ürünler de bulunmaktadır. Bredent firması tarafından piyasaya sürülen aktive edici pens (27) ve Si-Tec firması tarafından piyasaya sürülen TK-Snap, TK-Fric, Quick-tec, Quick-tec plus sistemleri (161) bu ürünlere örnek olarak verilebilir.

## **2.7. Teleskobik Tutucuların Klinik Kullanımları**

Teleskobik tutucuların klinik kullanımlarına dair çalışmalar klinik takip çalışmaları, çene ve yüz protezlerinde kullanımlarına dair çalışmalar, implant destekli protezlerde kullanımlarına dair çalışmalar ve komplikasyonların değerlendirildiği çalışmalar olarak sınıflandırılabilir.

### **2.7.1. Klinik Takip Çalışmaları**

Gernet ve ark. (57), çoğu 5 yıldan uzun süredir kullanan 139 hastada 312 konik teleskop kuron tutuculu protezi incelemişler ve hastaların % 84,3'ünün protezlerinin stabilite, fonksiyon, estetik ve uyumundan memnun olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmada konik teleskop kuron tutuculu protezlerin periodontal açıdan kalan dişlerin sağlığını koruduğu ve iyileştirdiği belirtilmiştir. Ancak, protezlerin tutuculuğunun yetersiz bulunduğu olgularda periodontal sağlık daha

kötü saptanmıştır. Bu durum yeterli tutuculuk olmaması durumunda dayanak dişlerdeki sekonder splintleme etkisinin azalması ile açıklanmaktadır.

Sassen (155), serbest sonlanan 60 hareketli protezi 2 yıllık takibi sonunda teleskobik tutuculu protezlerde oklüzal stabilitenin kroşe tutuculu protezlere göre daha uzun süre korunduğunu bildirmiştir.

Bergman ve ark. (18), 18 protezi en kısa 6, en uzun 7,5 yıllık kullanım süresi içerisinde incelemişler ve dayanak dişlerde kayıp oranını % 9 olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar konik teleskop kuron tutuculu protezlerin bazen prognozu şüpheli dişlerin varlığında da uygulandığını, daha sonra bu dişlerin çekimi gerektiğinde genellikle protezin sağkalımının etkilenmediğini belirtmişlerdir. Protezlerin sağkalım oranı ise % 78,3 olarak bildirilmiştir.

Igarashi ve Goto (81), konik teleskop kuron tutuculu, en az 10 yıldır kullanılan 152 protezi ortalama 12 yıl kullanım sonrası incelemişler ve dayanak diş kayıp oranını az sayıda dayanak dişin olduğu vakalarda % 35 olmak üzere ortalama % 13,7 olarak vermişlerdir.

Hulten ve ark. (80), retrospektif çalışmalarında konik teleskop kuron tutuculu protezlerde ve dayanak dişlerde sağkalım oranını ortalama 3,7 yıl sonrasında sırasıyla % 81 ve % 82,4 olarak belirtmişler ve bu tedavi şeklinin uzun süre başarılı hizmet verebileceğini belirtmişlerdir.

Kern ve Wagner (92), 10 yıllık kullanım sonrasında teleskobik tutuculu ve kroşe tutuculu protezlerde dayanak dişlerin periodontal sağlıklarını karşılaştırdıkları çalışmalarında kroşe tutuculu dayanak dişlerdeki periodontal yıkımın konik teleskop kuronlu dişlere göre anlamlı derecede fazla olduğunu saptamışlardır. Aynı araştırmacıların başka bir çalışmasında (180) ise 10 yıllık kullanım sonrası kroşe tutuculu, teleskobik tutuculu ve hem kroşe hem de teleskobik tutuculu protezler karşılaştırılmış ve dayanak diş kaybı ile tutucuda retansiyon kaybının en fazla kroşe tutuculu protezlerde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Saito ve ark. (154) ise 2-10 yıl arasında takip süresinde farklı tutuculara sahip HBP'leri değerlendirmişler ve dayanak diş kaybının teleskobik tutucularda (% 11,4, ortalama protez kullanım süresi: 8,5 yıl) kroşe tutuculara (% 5,2,

ortalama protez kullanım süresi: 6,6 yıl) göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu rijid bir bağlayıcı olan teleskobik tutucunun oklüzal yükü kaide plağından ziyade dişlere iletmesi ve dişe fizyolojik tolerans sınırının üzerinde yük gelmesi ile ilişkilendirmişlerdir. Ancak protezin stabilitesinin artmasına bağlı olarak teleskobik tutucularda deformasyon ve kırılmalar, kroşe tutuculara göre daha az gerçekleşmiştir.

Saito ve ark. (153), farklı tutucuların gerilim dağılımlarını inceledikleri çalışmalarında dayanak dişin distaline yerleştirilen rijid tutuculara göre teleskobik tutucunun gerilimleri daha homojen dağıttığını bildirmişlerdir.

Widbom ve ark. (191), ortalama ömrü 3,8 yıl olan 75 protez ve bu protezleri destekleyen 368 dayanak dişini inceledikleri retrospektif çalışmalarında protezlerin sağkalım oranını % 96, dayanak dişlerdeki kayıp oranını ise % 7 olarak belirlemişlerdir.

Grossmann ve ark. (60), sekonder kuronların eletroşekillendirme ile ve geleneksel döküm yöntemi ile üretildiği retorasyonların hastaların yaşam kalitelerine etkilerini The Oral Health Impact Profile (OHIP) ile değerlendirdikleri klinik çalışmalarında gruplar arasında anlamlı fark saptamamışlardır.

Piwowarczyk ve ark. (143), 97 hastaya 445 adet dayanak diş üzerine uygulanan 97 adet konik teleskop kuron tutuculu protezde ortalama 4,9 yıl sonunda dayanak dişlerde % 6,7'lik kayıp oranı saptamışlardır. Başlıca diş çekim nedenlerini % 60 periodontal ve % 33 ise dayanak diş kırıkları olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar değerlendirdikleri diğer periodontal kriterler (mobilité, sondalama derinliği, kemik kaybı) de göz önüne alındığında dayanak dişlerin olumlu prognoza sahip olduğunu gözlediklerini belirtmektedirler.

Wöstmann ve ark. (196), ortalama 5,3 yıllık diş üstü teleskobik tutuculu protezlerle yaptıkları retrospektif çalışmalarında, protezlerin 5 yıllık başarı oranının düzenli yıllık kontroller ile takip edilen ve edilmeyen hastalarda sırasıyla % 97,3 ve % 81,8 olarak bildirerek düzenli yıllık takiplerin başarı oranı üzerine etkisini vurgulamışlardır.

Wöstmann ve ark. (195), The Dental Impact on Daily Living (DIDL) anketi ile hastalara uygulanan teleskobik tutuculu protezlerin günlük yaşamlarına



etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında özellikle az sayıda doğal dişi bulunan hastalarda teleskobik tutuculu HBP'nin hastanın iyi olma durumuna ve yaşam kalitesine pozitif etkisini saptamışlardır.

Dittmann ve Rammelsberg (48), konik, silindirik ve rezilient teleskobik tutucuları olan 117 protezi ortalama 6,26 yıllık kullanım suresinde değerlendirdikleri retrospektif çalışmalarında, tutucu tipinin dayanak dişin sağkalım suresine etkisi olmadığını, her üç tutucu ile de kabul edilebilir sağkalım sureleri gözlendiğini belirtmişlerdir.

Behr ve ark. (15), 1807 dayanak diş üzerine yapılmış silindirik, konik ve rezilient teleskobik tutuculu protezleri inceledikleri çalışmalarında protezlerin 10 yıllık sağkalım oranını sırasıyla %98,9, % 92,8 ve % 86,6 olarak açıklamışlardır. Araştırmacılar rezilient teleskop kuronlarla sağkalım oranının düşük saptanmasının çalışmalarında dörtten az sayıda dişe sahip, mobilitesi ve kemik kaybı daha yüksek olan, prognozu daha şüpheli dişlerin bulunduğu olgularda uygulanmasına bağlamaktadırlar.

### **2.7.2. Çene ve Yüz Protezlerinde Kullanımlarına Dair alışmalar**

Kovacs (93), retrospektif çalışmasında tümör rezeksiyonu sonrası 45 hastaya implant üstü farklı restorasyonlar uygulamış ve bu uygulamaları periodontal parametreler, implant mobilitesi ve hasta memnuniyeti açısından karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda araştırmacı teleskobik tutuculu protezleri; ball tutuculu protezlerden, implant destekli sabit restorasyonlardan ve implat-diş destekli sabit restorasyonlardan belirtilen inceleme kriterleri açısından daha başarılı bulunduğunu bildirmiştir.

Kreissl ve ark. (102), zigoma implantı ve dişlerden destek alan bir obtüratör protezde dişlerle zigoma implantını splintlemek için bar yerine teleskobik tutucu kullandıklarını, bu şekilde sekonder olarak rijid bir splintleme elde edilebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca teleskobik tutucuların bar tutucuya göre temizlenmesinin daha kolay olduğu, dayanaklardan biri kaybedildiğinde tamirinin kolaylıkla yapılabil-diği ve daha ucuz olduğu da tercih sebepleri ve avantajları olarak gösterilmiştir.

Landes ve ark. (106), zigoma implantları, dental implantlar ve doğal diş destekli ve teleskobik tutucuların kullanıldığı 15 yüz protezinin ortalama 65 ay takip edildiği çalışmalarında; teleskobik tutucuların diğer tek diş veya implant üzerinde kullanılan tutuculara göre stabilitelerinin daha iyi olması nedeni ile yumuşak dokulardaki ağrı şikayetlerinin daha az olduğunu ve dental implantlarda % 100, zigoma implantlarında da % 89 sağkalım oranları elde ettiklerini açıklamışlardır.

Weischer ve Mohr (186), 24 hastaya mandibulada tümör rezeksiyonu sonrasında yapılan implant, implant ve diş, implant ve doku destekli teleskobik tutuculu protezleri ortalama 30 ay takip etmişlerdir. 9 yıllık kümülatif implant sağkalım oranı % 97, protez sağkalım oranı ise % 95 olarak bildirilmiştir. Araştırmacılar radyoterapi görmüş hastalarda implant ve doku destekli bir protez yapıldığında protezle ilgili yumuşak doku ülserasyonları görülebildiğini ve osteoradyonekroz riski doğduğunu belirtmiş ve yumuşak dokulardan destek almayan protezlerin kullanımını tavsiye etmişlerdir.

### **2.7.3. İmplant Destekli Protezlerde Kullanımlarına Dair Çalışmalar**

Ross ve ark. (150), hem diş hem de implant destekli teleskobik tutuculu protez uyguladıkları bir olguyu 5 yıl boyunca takip etmişler ve 5 yıllık kullanım süresi boyunca protezin estetik ve fonksiyonel açıdan başarılı bir şekilde hizmet verdiğini bildirmişlerdir.

Heckmann ve ark.'ın rijid teleskobik tutucuların, rezilient teleskobik tutucuların, bar tutucuların, ball tutucuların ve mıknatıslı tutucuların 2 implant üstü tam protezlerde gerilim dağılımlarının *in vitro* değerlendirildiği (71) ve bu deneyin *in vivo* verifikasyonunun yapıldığı (70) çalışmalarında implantlarda rijid teleskobik tutucuların en fazla, rezilient teleskopların ise en az gerilim oluşturan tutucular olduğunu; dişsiz alana gelen yük miktarının ise en fazla rezilient teleskop, en az ise rijid teleskobik tutucularda gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

May ve Romanos (125), 51 hastada alt çenede 4 implant üstüne konik teleskop kuronlarla tutuculuğu sağlanan ve immedat yükleme yapılan hareketli protezlerde ortalama 17,7 ay takip sonunda implantların kümülatif başarı oranını % 97,54 olarak saptamışlar ve hasta seçimine ve en az 11 mm uzunluğunda

implant kullanımına dikkat edildiği sürece bu tedavi yönteminin başarılı kabul edilebileceğini belirtmişlerdir.

Heckmann ve ark. (69) tarafından 23 hastaya uygulanan 2 implant destekli rezilient teleskobik tutuculu protezlerin ortalama 10,4 yıl kullanım sonrası incelendikleri çalışmada; implant kaybı gözlenmediği, oklüzyonda bozulma olmadığı ancak 5 olguda astarlama gerektiği bildirilmiştir. Araştırmacılar 2 implant üstü rezilient teleskobik tutuculu protezin stabilizasyona katkısından dolayı rezorbe olmuş dişsiz alt çenede güvenilir bir tedavi seçeneği olduğunu belirtmişlerdir.

Krennmair ve ark. (103), 3 yıllık prospektif çalışmalarında üst çeneye yerleştirilen 2 implant üstü hareketli protezlerde ball ve rezilient teleskop tutucuları karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar her iki tutucu için de implantın sağkalım oranının % 100 olduğunu, peri-implant bulgularında bir fark olmadığını ancak kontrol seanslarında düzeltme ihtiyacının ball tutucularda (62 defa) rezilient teleskobik tutuculara (26 defa) göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca implant dayanaklarının primer kuron olarak kullanılmasının hem yapım kolaylığı sağladığını hem de maliyeti düşürdüğünü bildirmektedirler.

Mengel ve ark. (127), 3 yıllık prospektif çalışmalarında agresif generalize periodontitis hastalarına periodontal tedavi sonrası implantlar yerleştirip implant-diş destekli ve Marburg Çift Kuron Sistemi'nin kullanıldığı hareketli protezler uygulamışlar ve kontrol grubu olarak periodontal olarak sağlıklı hastalara uygulanan implant üstü sabit restorasyonlarla karşılaştırmışlardır. İmplant başarı oranı deney grubunda % 97,6, kontrol grubunda % 100 olarak belirlenmiş olup arada anlamlı bir fark saptanmamıştır. Araştırmacılar periodontal harabiyeti olan dişlerde Marburg Çift Kuron Sistemi ile hareketli protez uygulamanın uygun bir tedavi seçeneği olduğunu önermektedirler.

Krennmair ve ark. (104), restrospektif çalışmalarında 22 hastada üst çenede toplam 60 implant ve 48 doğal diştan destek alan, implant ve diş destekli ve Marburg Çift Kuron Sistemi'nin tutucu olarak uygulandığı protezlerin ortalama 38 ay sonunda implantların, dişlerin ve protezlerin sağkalım oranlarını % 100 olarak bildirmektedirler. Araştırmacılar stratejik noktalara implant

uygulanarak hem proteze triangular ve kuadrangular destek sağlandığını, hem de dişlerin ve protezlerin sağkalım oranlarının arttığını ileri sürmektedirler (88,104). Krennmair ve ark. (104), hem doğal dişler ve hem de implantlar tarafından desteklenen hareketli protezin uzun dönem prognoza sahip bir tedavi seçeneği olduğunu belirtilmişlerdir.

Weng ve Richter (187), prospektif klinik çalışmalarında üst çenede kanin bölgelerine yerleştirilen 2 implantla desteklenen silindirik teleskop kuron tutuculu 14 protezi ortalama 25,6 ay takip etmişler ve maksillada 2 doğal kanin dişi ile desteklenen silindirik teleskop kuron tutuculu 8 protez ile karşılaştırmışlardır. Deney grubundaki protezlerin kümülatif sağkalım oranını % 48,9, kontrol grubundaki protezlerin oranını ise % 100 olarak saptamışlar ve aradaki farkı istatistiksel olarak anlamlı olarak belirtmişlerdir. Üst çenede kanin bölgesinde 2 implantla desteklenen silindirik teleskop kuron tutuculu protez uygulamasının başarısız bulunduğunu bildirmişlerdir.

Eitner ve ark.(49), 117 hastaya bar ve teleskobik tutuculu implantüstü protezler uygulamışlar ve ortalama 3,4 yıl takip etmişlerdir. Araştırmacılar bar tutucuların ve teleskobik tutucuların klinik başarılarını ve protez stabilitelerini benzer, hijyen açısından ise teleskobik tutucuları daha üstün bulmuşlardır. Ancak, teleskobik tutuculu protezlerin takip süreleri bar tutuculu protezlerden daha kısa olduğu için implantların sağkalım oranlarına dair bir sonuç verememişlerdir.

Zafiroopoulos ve Hoffmann (199), yayınladıkları bir olguda yönlendirilmiş doku rejenerasyonu sonrası implant yerleştirmişler, implant destekli teleskobik tutuculu protez uygulamışlar ve hastanın protezi 5 yıl boyunca başarılı bir şekilde kullandığını bildirmişlerdir.

#### **2.7.4. Komplikasyonların Değerlendirildiği Çalışmalar**

Igarashi ve Goto (81), konik teleskop kuron tutuculu 152 protezi en az 10 yıl olmak üzere ortalama 12 yıl kullanım sonrası incelemişlerdir. Araştırmacılar az sayıda dayanak diş bulunan olgularda dayanak dişlerin periodontal sağlığının daha kötü olduğunu, astarlama ihtiyacının daha fazla olduğunu ve mukozada lezyonlara rastlandığını bildirmişler ve bu durumu protezin hareketinin fazla olması ile ilişkilendirmişlerdir. Dayanak dişte kırılmaların, az

sayıda dayanak dişin kaldığı Kennedy sınıf I olgularda, sınıf II ve III olgulara göre daha sık meydana geldiği ancak genelde bu durumun protez sağkalımını etkilemediği belirtilmiştir. Araştırmacılar sık karşılaşılan komplikasyonlardan birinin de faset kaybı olduğunu bildirseler de protez kırıkları, faset kaybı ve dayanak diş kırılmalarını aynı başlık altında değerlendirdikleri için tam oran verememişlerdir.

Behr ve ark (16), teleskobik tutucuların teknik başarısızlık oranlarını karşılaştırdıkları retrospektif çalışmalarında tutucu tipine bağlı olan ve en sık rastlanan komplikasyonun simantasyon kaybı, ikincisinin ise faset kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Ancak araştırmacılar bu iki komplikasyonun da kolaylıkla düzeltilebileceğini, protezlerin sağkalım sürelerini etkilemediğini, bu tutucu türünün ağızda kullanımının güvenilir olduğunu belirtmektedirler.

Wöstmann ve ark. (196) da 1758 dayanak diş üzerine yapılan 554 teleskobik tutuculu protezi takip ettikleri çalışmalarında viner materyali kompozit esaslı olmasına rağmen en fazla görülen komplikasyonun faset kaybı (protezlerin % 26,9'unda) olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar parafonksiyonel alışkanlığı bulunan hastalarda ve karşıt arkın doğal dişli veya sabit restorasyonlu olduğu olgularda faset kaybının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Her ne kadar kıymetsiz metal alaşımları ile seramik sistemlerinin viner materyali olarak kullanılabilmesi literatürde bildirilmiş olsa da (116,118,119,159) teleskobik tutucularda tutuculuk sekonder kuronun primer kuronu saran gerilimi ile sağlandığından (16) konus kuronlarda estetik materyal olarak porselen kullanımı kırılmaya daha yatkın olması nedeni ile önerilmemektedir (168). Primer kurondaki simantasyon kaybı ise protezlerin % 20,6'sında meydana gelmiş olan ve bir diğer sık görülen komplikasyondur ve giderilmesi için reçine esaslı siman kullanımı önerilmiştir (196).

Her ne kadar önceki çalışmalarda teleskobik tutucularda en sık gözlenen komplikasyonlardan birinin faset kaybı olduğu bildirilmişse de, Saito ve ark. (154), ortalama 8,5 yıllık takip sonunda 132 teleskobik tutucudan sadece birinde 1 defa faset kaybı ile karşılaştıklarını belirtmişlerdir.

Hofmann ve ark. (75), kroşe ve teleskobik tutuculu protezleri ortalama 4,2 yıl takip etmişler, ortaya çıkan komplikasyonları ve tamir giderlerini

karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, bu sürede teleskobik tutuculu protezlerde daha sık tamir ihtiyacı doğduğunu ve en sık görülen komplikasyonun simantasyon kaybı olduğunu, ancak kroşe tutuculu protezlerin tamir giderlerinin daha fazla olduğunu açıklamışlardır. Her ne kadar üretimi daha pahalı olsa da, uzun dönemde teleskobik tutucuların daha ekonomik olduğu başka bir literatürde (102) de bildirilmiştir.

Widbom ve ark. (191), ortalama 3,8 yıllık takip süresinde teleskobik tutucularda en sık görülen komplikasyonların primer kuronda simantasyon kaybı ve dayanak dişin kırılması olduğunu açıklamışlardır. Simantasyon kaybı primer kuron tekrar simante edilerek düzeltilebilmektedir. Dayanak dişte meydana gelen kırıklar, dayanak dişlerin sayıları ve dağılımları ile ilişkilendirilmiş ve dayanak dişte kırılmaların meydana geldiği olguların çoğunun çift taraflı serbest sonlanan olgular oldukları belirtilmiştir. Dittmann ve Rammelsberg (48), dayanak dişlerin kök kanal tedavisi görmüş olmalarının kırılmalara anlamlı bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Behr ve ark. (15), 1984 ve 2007 arasında yapılan protezleri inceledikleri çalışmada teleskobik tutucular için en tipik komplikasyonlardan birinin simantasyon kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar 15 yıl sonunda hastaların % 75'inin en az bir defa desimantasyon yaşadığını ve sorunun görülme sıklığı ile ilgili olarak çalışmada kullanılan siman çeşitlerinden olan çinko fosfat simanı veya cam iyonomer simanı arasında anlamlı bir fark olmadığını açıklamışlardır. Araştırmacılar ayrıca reçine esaslı siman kullanıldığında hiç desimantasyon görülmediğini ancak gözlem süresi kısa ve olgu sayısı az olduğu için bu bulgularının güvenilir olmadığını da belirtmişlerdir.

Bildirilen bir diğer komplikasyon ise sekonder çürüklerdir. Behr ve ark. (15) 10 yıl sonunda sekonder çürük lezyonu görülme ihtimalini çinko fosfat simanı kullanıldığında % 16,4, cam iyonomer simanı kullanıldığında % 13,5 olarak açıklamışlar ve siman türleri arasında anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir. Bergman ve ark. (18) sekonder çürük görülme oranını % 18, Igarashi ve Goto (81) % 10, Widbom ve ark. (191) % 10 olarak açıklamışlardır.

Her ne kadar zirkonya son yıllarda teleskobik tutucularda primer kuron materyali olarak kullanılmaya başlanmış olsa da

(12,24,106,139,151,163,164,175) kontrollü klinik çalışmaların ve uzun dönem bulgularının eksikliği literatürde vurgulanmaktadır (164,175). Bu nedenle zirkonyanın primer kuron materyali olarak kullanımında ne gibi komplikasyonlarla karşılaşılacağına dair herhangi bir bulgu literatürde bulunmamaktadır.

## 2.8. Zirkonya

Zirkonya, adı Farsça “zar” ve “gun” kelimelerinden gelen ve “altın renginde” anlamına sahip olan zirkonyumun, beyaz renkli kristal oksitidir. Zirkonyum dioksit, yani zirkonya, ilk kez 1789 yılında tanımlanmıştır (141,177).

Saf zirkonya sıcaklığa bağlı olarak 3 farklı kristallografik yapıda bulunmaktadır. Oda ısısından 1170°C'ye kadar monoklinik (M), 1170°C ile 2370°C arasında tetragonal (T), 2370°C ile 2680°C'deki erime noktası arasında ise kübik (C) yapıdadır. Soğuma sırasında meydana gelen tetragonal→monoklinik (T→M) faz dönüşümü esnasında hacimde materyalin parçalanmasına neden olan yaklaşık % 3-5'lik bir artış görülmektedir. Dönüşüm reverzibldir ve soğuma esnasında yaklaşık 950°C'de başlar. Zirkonyaya CaO, MgO, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> veya CeO<sub>2</sub> gibi stabilize edici oksitlerin katılması ile oda ısısında tetragonal yapının korunmaktadır (40,54,141,177). Bu oksitler içerisinde en sık kullanılan Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olup, sadece ZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün cerrahi uygulamalarda kullanımı için materyal özelliklerine dair yayınlanmış uluslararası standartlar vardır (122).

### 2.8.1. Zirkonyanın Dönüşüm Tokluğu

Zirkonya, üstün mekanik özellikleri nedeni ile diğer oksit seramikler arasında önemli bir yere sahiptir (41). Bu durum, 1970'lerin ortalarında ilk olarak bildirilen dönüşüm tokluğu özelliğine bağlıdır. Dönüşüm tokluğu, stabilize edici oksitler sayesinde zirkonya içerisinde bulunan metastabil tetragonal fazın, gerilim nedeni ile monoklinik faza dönüşümü ile ilgilidir. İlerleyen bir çatlakın tepe noktasında oluşan germe gerilimi T→M faz dönüşümüne yol açmakta, bu faz dönüşümü sırasında meydana gelen hacim artışı nedeni ile kompresif gerilimler oluşmakta, bu şekilde çatlak ilerleyişi durabilmektedir (4,32,95). Bu olaya “*dönüşüm tokluğu*” denmektedir. Ancak daha yüksek bir gerilim varlığında, çatlak ilerleyebilmektedir. Dönüşüm tokluğu mekanizması bir çatlakın ilerleyişini önlemekten ziyade güçleştirmektedir (95,141,147).

### 2.8.2. Zirkonyanın Diş Hekimliğinde Kullanımı

Zirkonya diş hekimliğinde kullanılan diğer güçlendirilmiş seramiklere göre daha üstün mekanik özelliklere sahiptir, bu nedenle daha geniş uygulama alanı bulmaktadır (148). Diş hekimliğinde kullanılan 3 tip zirkonya materyali vardır. Bunlar 3 mol itriyum (Y) katkılı tetragonal zirkonya polikristalleri (TZP), magnezyum katkılı kısmen stabilize zirkonya (Mg-PSZ) ve zirkonya ile güçlendirilmiş aluminadır (40). Diş hekimliğinde en sık kullanılan  $ZrO_2-Y_2O_3$  (Y-TZP) sistemlerinde tetragonal faz oda sıcaklığında tamamen korunabilmektedir (4,73). Diş hekimliğinde zirkonya kuron ve köprü restorasyonlarında alt yapı materyali olarak, implant dayanağı olarak, endodontik post olarak, ortodontik braket olarak ve teleskobik tutucularda primer kuron materyali olarak, implant materyali olarak kullanılmaktadır (33,124,135,148,177).

Ancak zirkonya ile ilgili pek çok *in vitro* çalışma bulunmasına rağmen, genellikle köprü altyapı materyali olarak kullanımı ile ilgili olan uzun dönem *in vivo* çalışmaların sayısı ve inceleme süreleri kısıtlıdır. Şimdiye kadar olan çalışmalardan elde edilen sonuçlar umut verici olsa da, klinik kullanımları hakkında kesin sonuçlara varmak için uzun dönem *in-vivo* çalışmalara ihtiyaç vardır (4,33,124,135).

### 2.8.3. Zirkonyanın Yaşlanması

Zirkonyada yaşlanma olarak bilinen mekanik özelliklerin kötüleşmesi metastabil tetragonal fazın progresif ve spontan bir şekilde monoklinik faza dönüşmesine bağlıdır (141). Monoklinik faz oda sıcaklığında zirkonyanın stabil yapısıdır.  $Y_2O_3$  ile stabilize edildiğinde yüksek ısıda görülen, ancak oda ısısına metastabil olan tetragonal yapı korunabilir. Yaşlanma, su veya su buharı varlığında, nispeten düşük ısılarda yüzeyde yavaş bir şekilde stabil monoklinik faza dönüşme ile meydana gelmektedir (32,90). Bu fenomene “*Düşük Sıcaklık Bozunması*” (Low Temperature Degradation-LTD) denmektedir.

Bozunmanın temel özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenmektedir (31,198):

- 1- Bozunma en hızlı 200-300 °C aralığında meydana gelmektedir ve zamana bağlıdır.



- 2- Bozunma  $T \rightarrow M$  dönüşümden kaynaklanmaktadır, olaya mikro ve makro çatlaklar eşlik etmektedir.
- 3- Dönüşüm yüzeyden başlayıp iç kısımlara doğru ilerlemektedir.
- 4- Su veya su buharı dönüşümü arttırmaktadır.
- 5- Gren büyüklüğünün azalması veya stabilizör içeriğinin artması dönüşümü yavaşlatmaktadır.

Y-TZP'de  $T \rightarrow M$  faz dönüşümü sonucunda yüzeyde kompresif bir tabakanın oluşması mekanik özelliklerin iyileştirilmesini sağlamaktadır. Ancak bu mekanik özelliklerin iyileşmesi ile harabiyeti arasında ince bir çizgi bulunmaktadır. Çünkü daha fazla yaşlanmanın meydana gelmesi ile materyalin özellikleri kötüleşmektedir (112). Faz dönüşümü gerçekleşmiş tabakanın kalınlığı önemlidir çünkü yüzeyde  $T \rightarrow M$  faz dönüşümünün artması ile çatlaklar oluşabilmekte ve grenler yüzeyden uzaklaşabilmektedir. Y-TZP'nin artan kullanımı ile yaşlanmanın farklı termo-kimyasal ortamlarda kontrol altına alınması gerekmektedir. Çünkü yaşlanmaya sebep olan  $T \rightarrow M$  faz dönüşümü, aslında oda ısısında stabil olan M denge durumuna doğal bir dönüşür (177).

LTD materyalin yüzeyinde, matriks tarafından sınırlanmayan grenlerde başlamakta ve iç kısımlara doğru ilerlemektedir. Bir grenin dönüşümü etrafındaki grenlerde gerilim oluşmasına ve mikro çatlaklara yol açmaktadır. Suyun penetrasyonu ile yüzey bozunması körüklenmekte ve dönüşüm komşu grenler arasında yayılmaktadır. Dönüşüm bölgesinin büyümesi mikroçatlaklara, önce yüzeydeki hacim artışına bağlı olarak yükselmelere, daha sonra yüzeydeki grenlerin yapıdan uzaklaşmasına, bu nedenle yüzeyde pürüzlenmeye ve en sonunda dayanımda azalmaya neden olmaktadır (6,32,90). Monoklinik faza dönüşmüş bir gren, tıpkı yanmış bir kibritin tekrar yanamayacağı gibi, dönüşüm tokluğu sergileyemez. Dönüşüm tokluğu ve LTD aynı olaydan, yani  $T \rightarrow M$  faz dönüşümünden kaynaklanmaktadır ve LTD'nin riski göze alınmadan dönüşüm tokluğundan faydalanılamamaktadır. Doğru dengeyi kurabilmek için metastabil yapının, zirkonyadan üretilen ürünün kullanım ömründen daha uzun sürede bozunması gerekmektedir ve bunun için de materyalin dönüşüm kinetiği iyi bilinmelidir (122).

Tetragonal zirkonyanın stabilitesine zararlı herhangi bir faktör LTD'yi arttırmaktadır. Bu faktörler arasında gren büyüklüğü (32,90,112,141,177),  $Y_2O_3$  miktarı ve dağılımı (32,112,141,177), materyaldeki üretim sonrası oluşan çatlakların yoğunluğu ve dağılımı (141), rezidüel gerilimler (41) ve kübik fazın varlığı (30) sayılabilir. Bu faktörler birbirlerini etkileyebilmektedir (122) ve üretim teknikleri ile yakından ilgilidir. Bu nedenle her zirkonyanın yaşlanmaya duyarlılığının aynı olmadığı ve üretim şekillerinin LTD'de kritik bir rol oynadığı akılda tutulmalıdır (31,90).

#### 2.8.4. Zirkonyada Faz Dönüşümü Saptama Yöntemleri

Zirkonyanın yaşlanmasına etkili faktörlerin ve yaşlanma mekanizmasının daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle bozunmanın dikkatli analiz edilmesi gerekmektedir. Bozunmanın analiz edilmesi için faz dönüşümünü saptamaya yönelik çeşitli yöntemler vardır.

Yüzey topoğrafyasına hassas olan Optik İnterferometre (OI), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Atomik Güç Mikroskobu (AFM) gibi yöntemlerle, düz yüzeyde çıkıntılar oluşması nedeni ile T→M faz dönüşümüne dair dolaylı bilgi elde edilebilir. Aynı örneğin tekrar incelenmesi ile yaşlanmaya dair dolaylı kanıt elde edilebilse de maddenin tamamına dair niceliksel değerlendirmeler yapılamaz (122). AFM, OI'ya nazaran topoğrafya hakkında çok daha hassas bilgi verebilmektedir. Hatta kısmen dönüşmüş grenler bile gözlemlenebilmektedir. Ayrıca bu yöntemlerin hasarsız olmaları da avantajlarıdır (42).

Kullanılabilecek başka bir yöntem ise Raman Spektroskopi'dir. Bu teknik, titreşen madde ile etkileşmeye bağlı olarak ışığın elastik olmayan saçılımı olarak açıklanan Raman etkisi esasına dayanmaktadır. İstendiğinde sınırlı alandan lokalize bilgi elde edilebilmektedir. Geleneksel olarak kullanılan X-Işını Toz Difraksiyonu'na (XRD) göre daha hızlı bir yöntemdir. Ayrıca piezospektroskopi ile stres altındaki bölgeler de saptanabilmektedir. Bu sayede yaşlanma ile gerilim arasındaki etkileşim incelenebilir (122). Örnek hazırlığı gerektirmediği için hasar verici bir yöntem değildir (86).

Dönüşüm miktarının madde içine doğru ilerlemesini değerlendirmek için kesit alınarak SEM analizleri yapılabilmektedir. Monoklinik faza dönüşmüş

kısımlar yaygın mikro çatlak içerirler, bu nedenle kesit elde edildikten sonra cila sırasında uzaklaşmaktadırlar ve yüzeyin altındaki dönüşmüş alan, kesit elde edilerek SEM ile incelenebilmektedir. Eğer faz dönüşümü yüzeyden derine doğru ilerlemişse, yani LTD ileri seviyede ise, incelenmesi XRD ve topoğrafyanın değerlendirildiği yöntemlerle mümkün değildir; ancak SEM ile mümkündür. Fakat bu yöntem hasar verici bir yöntemdir (42).

Zirkonyanın tetragonal ve monoklinik polimorfları kristal yapıda oldukları için, bu farkları incelemekte egemen yöntem XRD'dir. Bu yöntemde Garvie ve Nicholson'ın (55) yaptıkları katkı ile monoklinik içeriğin materyalin tamamına değil, sadece zirkonya fazına göreceli oranı saptanabilmektedir. (122). XRD dönüşümün kinetiğini niceliksel olarak değerlendirmek için en sık kullanılan, geleneksel yöntemdir (42,73). X-ışını birkaç mm genişliğinde olduğu için, lokalize değil, maddenin geneline dair bilgi elde edilir. Her ne kadar dönüşümün ilk aşamaları hakkında hassas bilgi elde edilemez ise de hasar verici bir yöntem değildir ve yaşlanmaya hassasiyetin incelenmesinde ilk basamak olarak düşünülebileceği bildirilmiştir (42).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Deney Gruplarının Saptanması

Çalışmamızda farklı materyallerden oluşan teleskobik tutucu çiftlerinin farklı konus açılarındaki tutuculuk değerleri incelenmiştir. Çalışmamızda incelenen deney ve kontrol grupları Tablo 3-1’de verilmiştir.

**Tablo 3-1: Deneylerde kullanılan gruplar**

	Konus Açısı			
	0°	2°	4°	6°
<b>Altın alaşımı primer - Altın sekonder kuron (Kontrol grubu) (AA)</b>	6 adet	6 adet	6 adet	6 adet
<b>Zirkonya primer - Altın sekonder kuron (ZA)</b>	6 adet	6 adet	6 adet	6 adet
<b>Zirkonya primer - Döküm krom alaşımı sekonder kuron (ZC)</b>	6 adet	6 adet	6 adet	6 adet

#### 3.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

##### 3.2.1. Dayanak Maketlerinin Hazırlanması

Teleskobik tutucuların üzerinde hazırlanacağı ve diş veya implant dayanağı temsil eden dayanak maketleri paslanmaz çelikten üretilmiştir. Bu maketlerde kolede taban çapı 4,5 mm olup kole ile oklüzal kısım arasındaki yükseklik 6 mm olarak hazırlanmıştır. Dayanak maketleri, üzerinde takma-çıkarma deneyi yapılacak olan örneğin konus açısına (0°,2°,4° veya 6°) sahip olacak şekilde üretilmişlerdir. Tüm örnekler kolede 0,75 mm genişliğinde epolman olacak şekilde düzenlenmiştir. Teleskobik tutucu için hazırlanmış diş veya implant formunun altında kalan yalancı kök kısmı ile maketlerin boyunun toplamı 2,5 cm’dir. Primer kuronların dayanak maketine hep aynı şekilde

oturabilmesi için 1,2 mm çapındaki elmas frez (S6881, Komet, Lemgo, Almanya) ile maketlere 0,6 mm derinliğinde oluklar açılmıştır (Şekil 3-1).

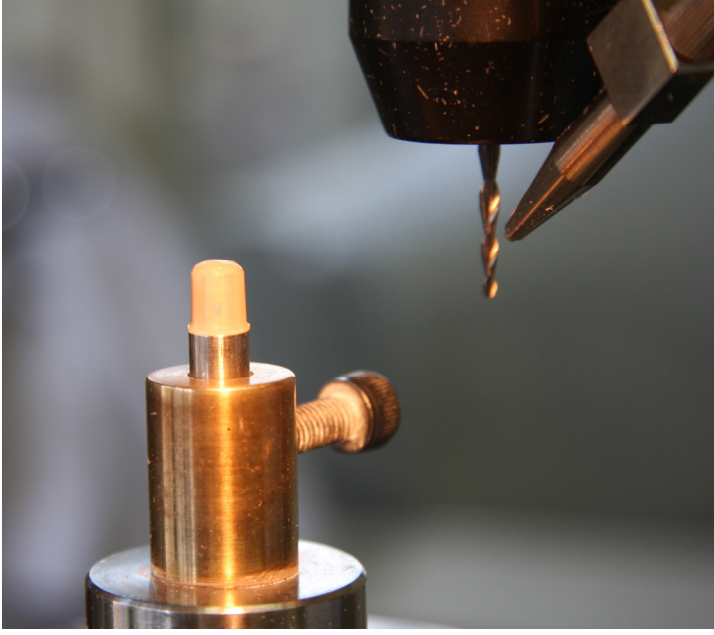


**Şekil 3-1: Farklı açılara sahip dayanak maketleri ve açılmış oluğun görünümü.**

$\alpha/2$ : Konus açısı. Dayanak maketlerinin konus açıları, üzerinde takma-çıkarma deneyi yapılacak olan örneğin konus açısına göre 0°, 2°, 4° ve 6° olarak düzenlenmiştir.

### 3.2.2. AA Deney Örneklerinin Hazırlanması

Altın alaşımından dökümü yapılacak olan primer kuronların modelajları izolan madde sürüldükten sonra doğrudan dayanak maketi üzerinde ışıkla sertleşen mumla (Light Dip, Yeti Dentalprodukte GmbH, Engen, Almanya) yapılmıştır. Mum, maket üzerine yerleştirildikten sonra freze makinesinde (Exacto 1, Heimerle-Meule, Parma, İtalya) 0°, 2°, 4°, 6°'lik açıların elde edilebilmesi için mum frezleri (H364RA, H356RA; Komet, Lemgo, Almanya) ile tek yönde ve düşük basınç uygulanarak aşındırılmıştır (Şekil 3-2). Mum kompası ile modelajın 10 farklı noktasından ölçülerek 0,8 mm kalınlık elde edilene kadar aşındırma işlemine devam edilmiştir. Üzerine mumun yüzey materyali sürülerek modelaj bitirilmiştir. Daha sonra mum modelajlar revetmana (Presto Vest II, Siladent Dr. Böhme & Schöps GmbH, Goslar, Almanya) alınarak (Şekil 3-3) altın alaşımı (Solaro 3, Metalor Dental AG, Oesingen, İsviçre) (Şekil 3-4) ile üretici talimatları doğrultusunda döküm işlemi gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3-2: Mum frezleri ile frezesi yapılan modelaj.**



**Şekil 3-3: Revetmana alınmak üzere hazırlanmış mum modelaj.**

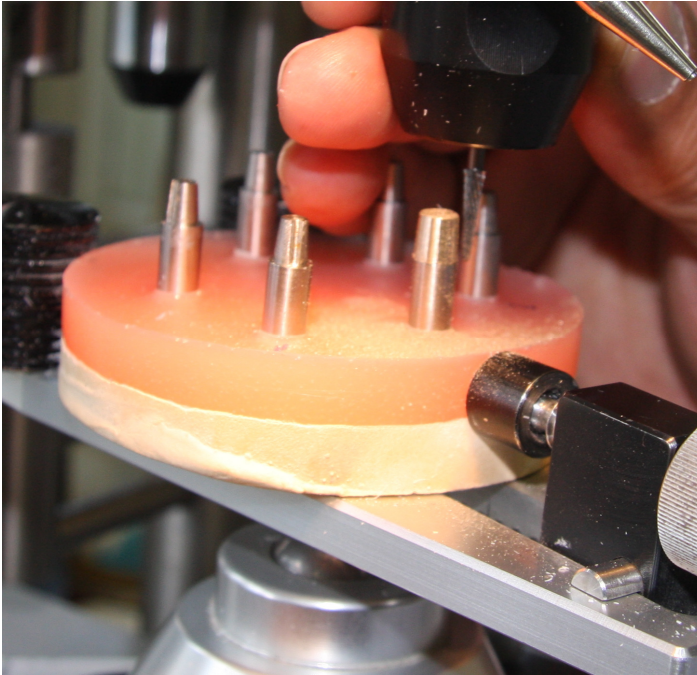


**Şekil 3-4: Primer kuronların döküldüğü Solaro 3 altın alaşımı.**

Döküm sonrası revetman artıkları uzaklaştırılmış ve primer kuronların maketlere uyumu kontrol edilmiştir (Şekil 3-5). Primer kuronların maketlere oturmasına engel olan düzensizliklerin saptanabilmesi için içlerine renkli sprej (WP Occlusion, W+P Dental, Barmstedt, Almanya) sıkılarak işaretlenmiş ve bu fazlalıklar alınmıştır. Primer kuronların tam uyumu elde edildikten sonra freze makinesine yerleştirilmiş ve 0°, 2°, 4°, 6°lik konus açıları düzenlenecek şekilde tekrar freze edilmiştir (Şekil 3-6). Öncelikle daha kalın yivli (H364RE, H356RSE; Komet, Lemgo, Almanya), sonra daha ince yivli (H364RF, H356RF; Komet, Lemgo, Almanya) frezler kullanılmıştır. Daha sonra kıymetli alaşımların cilası için uygun cila lastiklerinin (AuR22, Eve Ernst Vetter GmbH, Pforzheim, Almanya) açıları kalın ve ince elmas partiküllü açığı ayarlama aparatları (Abrichtblock, Komet, Lemgo, Almanya) ile düzenlenmiş ve freze makinesinde uygulama gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-7,3-8,3-9). Cila pastasının (Abraso-Starglanz asg, Bredent, Senden, Almanya) pamuk ile örnekler tamamen parlayana kadar uygulanması ile cila işlemi bitirilmiştir (Şekil 3-10,3-11,3-12). Freze ve cila işlemleri tamamlanan primer kuronlar 10 farklı bölgeden ölçüm yapılarak 0,6 mm kalınlıkta olması sağlanmıştır.

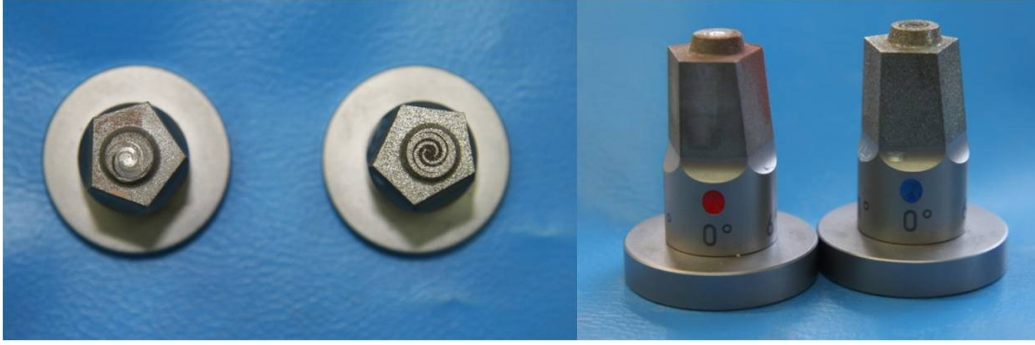


**Şekil 3-5: Dökümden çıkan primer kuron.**



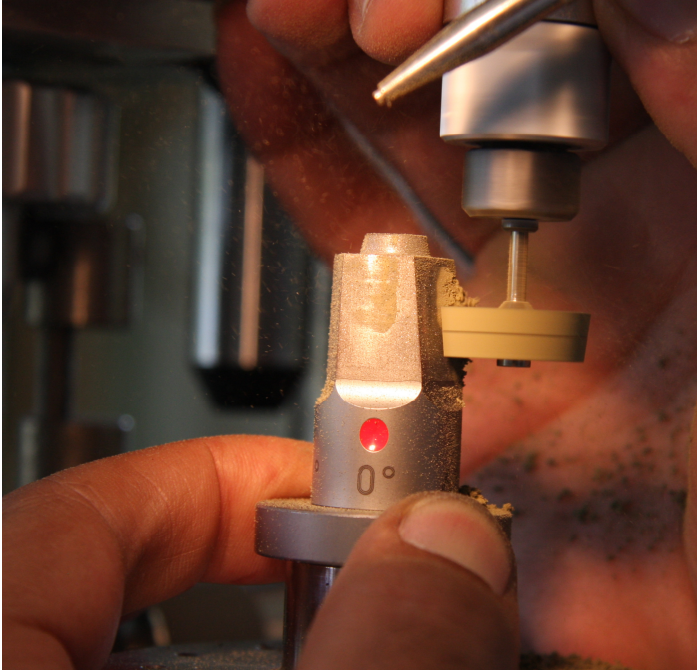
**Şekil 3-6: Altın primer kuronların freze edilmesi.**





**Şekil 3-7: Cila lastiklerine uygun açı verilmesinde kullanılan apareylerin üstten ve yandan görünümü.**

Açı verilmesinde kullanılan apareyin yan yüzlerinin herbiri farklı bir açı değerinin verilmesini sağlayacak eğime sahiptir.



**Şekil 3-8: Cila lastiklerine uygun açının verilmesi.**



Şekil 3-9: Cila lastiğinin örneklere uygulanması.



Şekil 3-10: Cila işleminde kullanılan cila pastası.



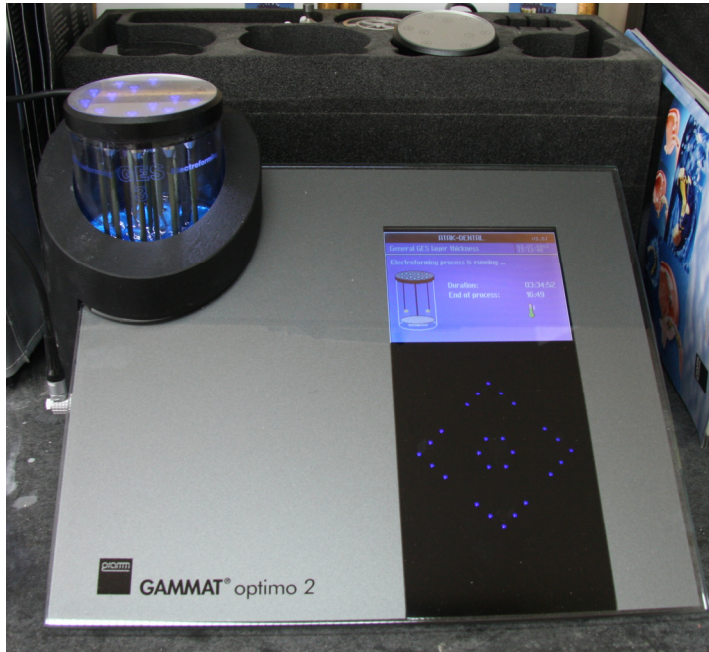
**Şekil 3-11: Cila pastasının uygulanışı.**



**Şekil 3-12: Cila işlemi tamamlanmış primer kuron.**

AA örneklerin sekonder kuronları elektroşekillendirme işlemi ile üretilmiştir (Şekil 3-13). Primer kuronların içine karbonize olabilen akrilik (Patern Resin LS, GC Corporation, Tokyo, Japonya) yerleştirilmiştir (Şekil 3-14). Karbonize olabilen akriliğin fazlalık kısımları uzaklaştırıldıktan sonra akrilik içinde delik açılarak, elektroşekillendirmenin yapılacağı kap içerisinde primer kuronun uygun yükseklikte konumlanması sağlanmış ve çubukların üzerine sistemin özel yapıştırıcısı (Opticlue, Gramm Technik GmbH, Ditzingen,

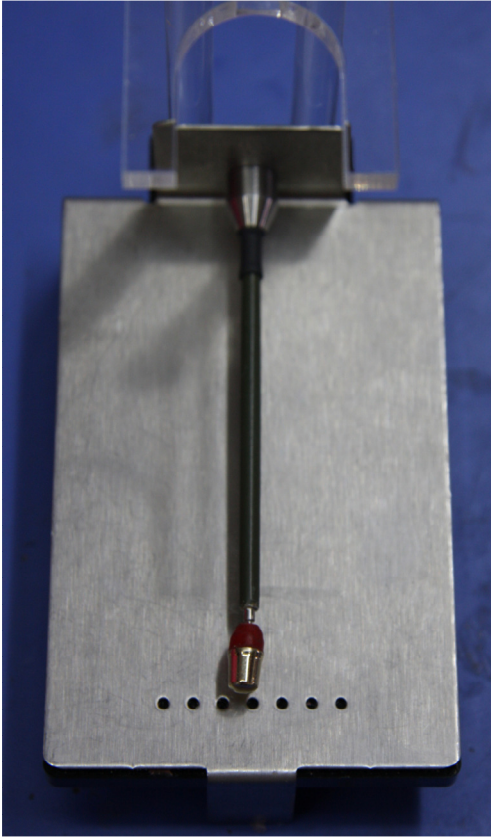
Almanya) ile yapılandırılmıştır (Şekil 3-15,3-16). Daha sonra primer kuronlara homojen ve ince bir tabaka oluşturmak üzere dikkatli bir şekilde 2 kat gümüş lak (Silberleitlack, Gramm Technik GmbH, Ditzingen, Almanya) sistemin özel fırçası ile uygulanmıştır (Şekil 3-17). Gümüş lak sürüldükten sonra 2 saat kurumaya bırakılmış ve daha sonra iletkenlik sistemin özel cihazı ile kontrol edilmiştir (Şekil 3-18). Altınla kaplanması istenmeyen bölgeler sistemin özel mumu (Galvanowachs, Gramm Technik GmbH, Ditzingen, Almanya) ile kapatılmıştır (Şekil 3-19). 200 µm kalınlık elde edilecek şekilde elektroşekillendirme süresi, gerekli sıvı (Ecolyt SG 200, Gramm Technik GmbH, Ditzingen, Almanya) ve aktivatör (Activator SG200-T, Gramm Technik GmbH, Ditzingen, Almanya) miktarı otomatik olarak elektroşekillendirme sistemi (Gammatoptimo 2, Gramm Technik GmbH, Ditzingen, Almanya) tarafından saptanmış ve elektroşekillendirme işlemi uygulanmıştır (Şekil 3-20,3-21,3-22,3-23).



**Şekil 3-13: Elektroşekillendirme sisteminin genel görünümü.**



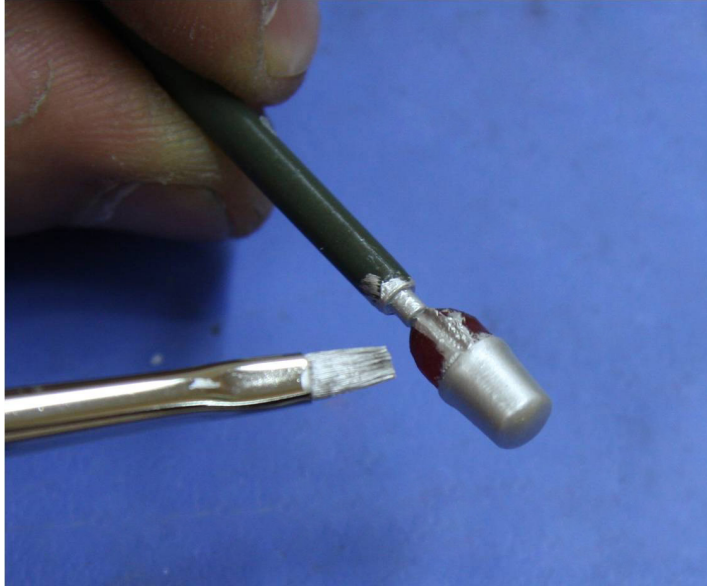
**Şekil 3-14: Primer kuronların içine karbonize olabilen akrilik yerleştirilmesi.**



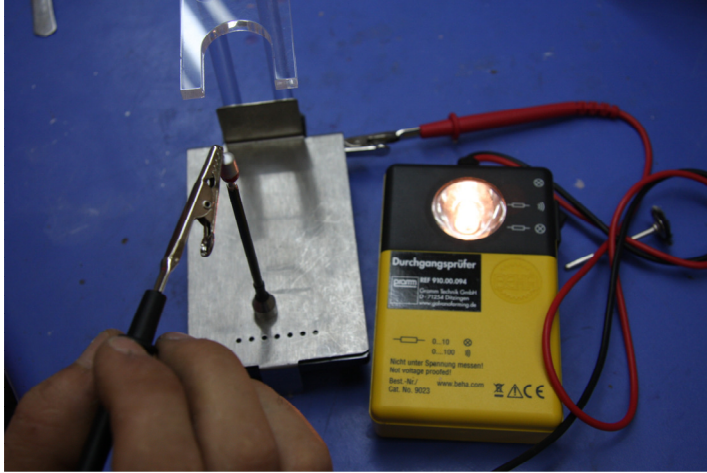
**Şekil 3-15: Primer kuronların elektroşekillendirme yapılacak kap içerisinde uygun yükseklikte konumlandırılması.**



**Şekil 3-16: Elektroşekillendirme sisteminin özel yapıştırıcısı.**



**Şekil 3-17: Gümüş lakın primer kuron üzerine uygulanması.**



**Şekil 3-18: Gümüş lak kurduktan sonra sistemin iletkenliğinin kontrol edilmesi.**



**Şekil 3-19: Altın ile kaplanması istenmeyen bölgeleri sistemin özel mumu ile kapatılmış elektroşekillendirme hazır örnekler.**

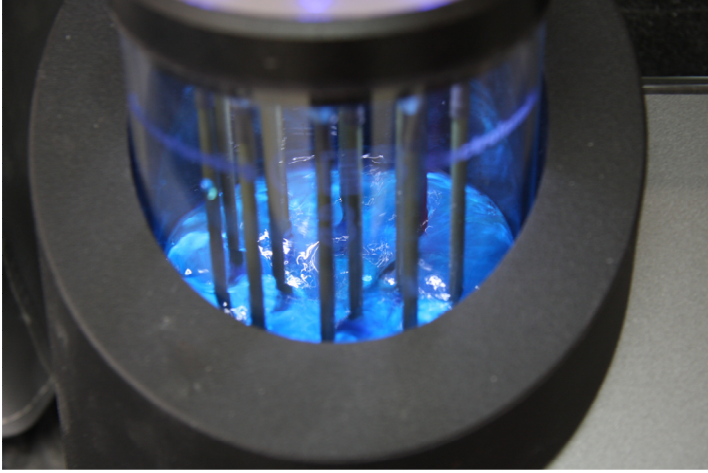


Şekil 3-20: Kullanılan elektroşekillendirme sıvısı ve aktivatörü.



Şekil 3-21: Elektroşekillendirme işleminde kullanılan cihaz parçaları.





**Şekil 3-22: Elektroşekillendirme işlemi.**



**Şekil 3-23: AA deney örneği.**

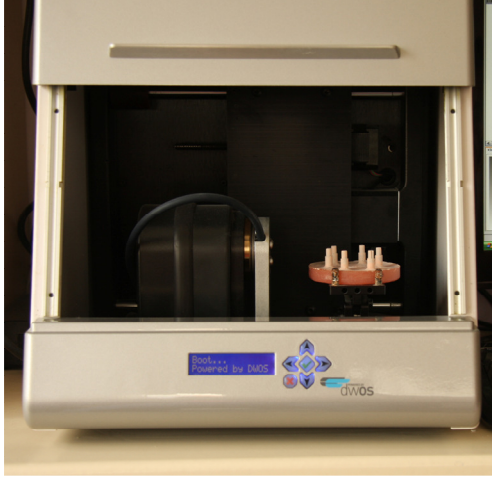
### **3.2.3. ZA Deney Örneklerinin Hazırlanması**

Zirkonya primer kuronların üretimi için öncelikle dayanak maketleri CAD-CAM sisteminin (D30, Yenamak, İstanbul, Türkiye) tarayıcı ünitesinde (DV3, Dental Wings, Montreal, Kanada) herbiri bir öncekinden daha ayrıntılı olmak üzere 3 defa taranmıştır (Şekil 3-24,3-25,3-26). Taranan dayanak maketlerinin kole kenar sınırları saptanmıştır (Şekil 3-27). Taranan dayanak maketlerinin sanal modelleri üzerinde sistemin teleskobik tutucular için olan programı kullanılmış ve istenilen konus açısı verilerek modelleme tamamlanmıştır (Şekil

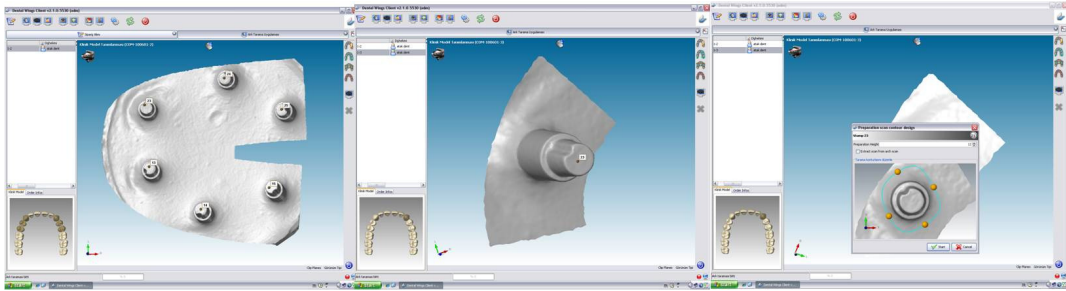
3-28,3-29,3-30,3-31,3-32). Modellemede kuron kalınlığı daha sonra yapılacak freze işlemleri de hesaba katılarak 0,8 mm olarak saptanmıştır. Modelleme sonrasında CAM ünitesinde primer kuronlar zirkonya bloklardan (Zirkon Transluzent 98H14, Zirkozahn GmbH, Gais, İtalya), normal boyuttan % 20 büyük aşındırıldıktan sonra sinterleme fırınında (MP1500, Tegra, İstanbul, Türkiye) 1,500 °C sıcaklıkta sinterlenmiş ve istenen boyuta ulaşılmıştır (Şekil 3-33,3-34,3-35,3-36).



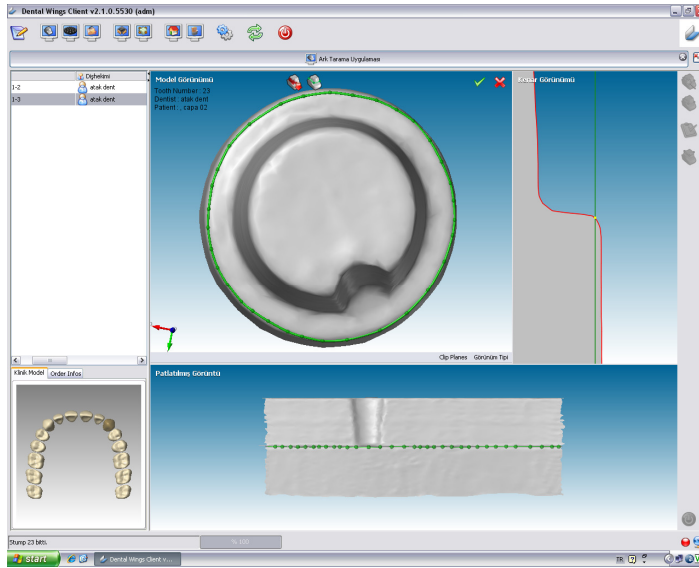
**Şekil 3-24: CAD-CAM sisteminin tarayıcı ünitesi.**



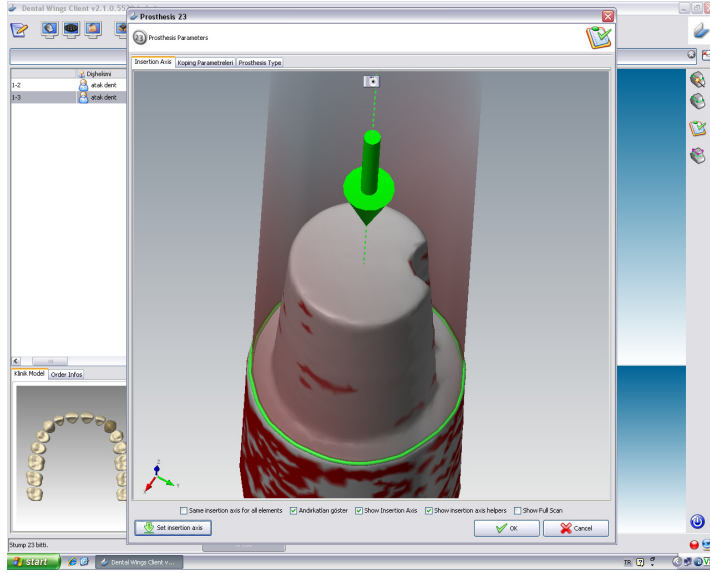
**Şekil 3-25: Dayanak maketlerinin tarayıcı üniteye yerleştirilmesi.**



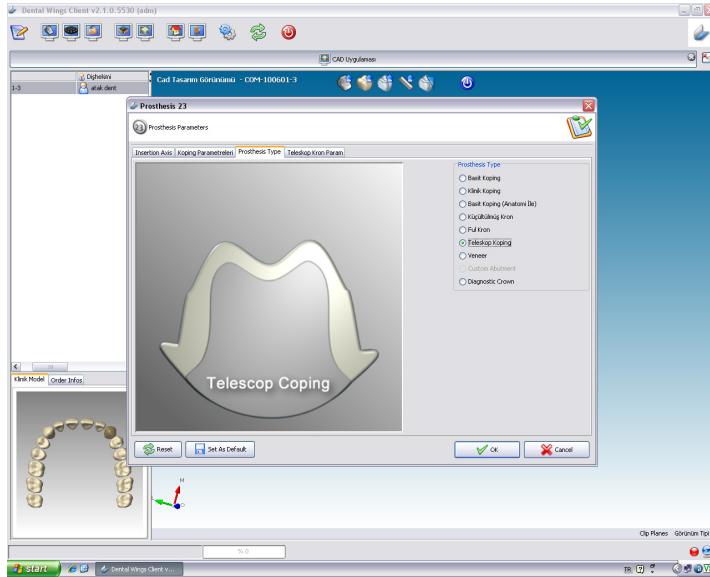
**Şekil 3-26: Dayanak maketlerinin taranması.**



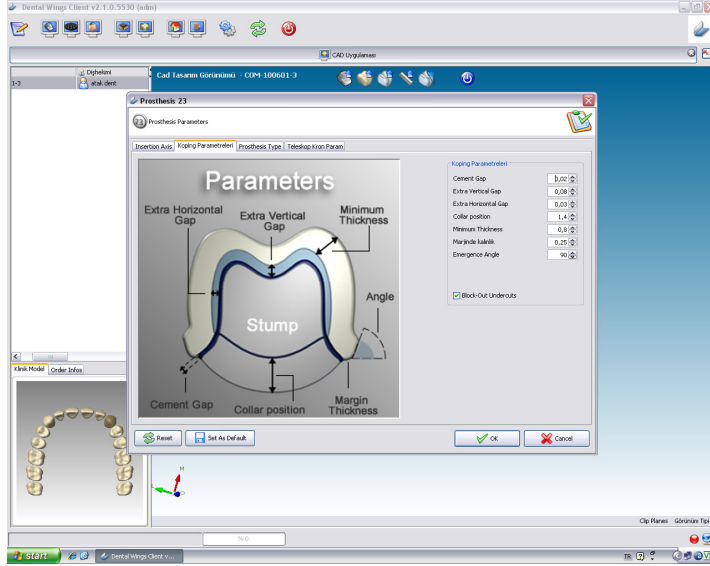
**Şekil 3-27: Dayanak maketlerinin taranmış görüntüsü üzerinde kenar sınırlarının saptanması.**



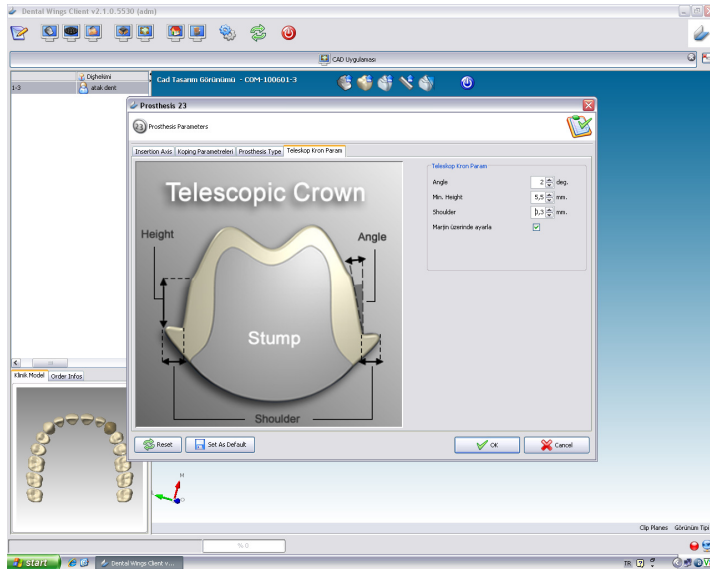
**Şekil 3-28: Restorasyonun giriş yolunun belirlenmesi.**



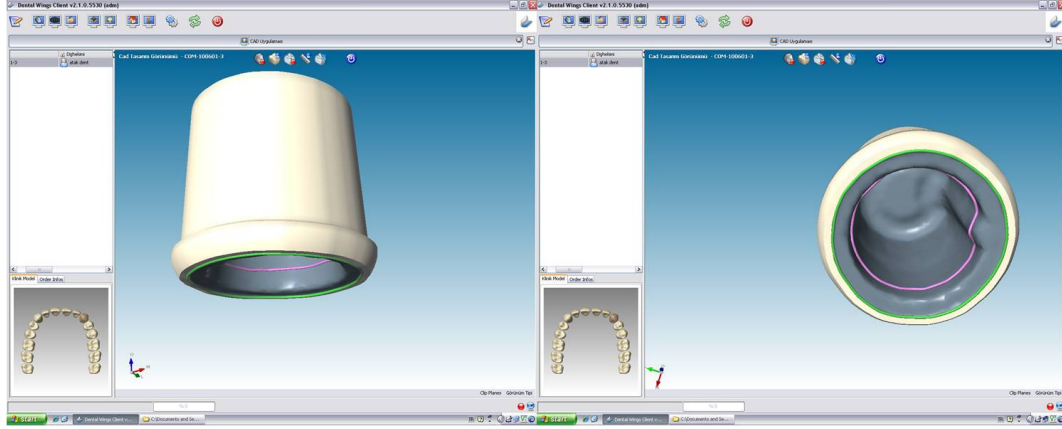
**Şekil 3-29: Teleskobik tutucular için program seçimi.**



Şekil 3-30: Restorasyon için seçilen genel parametrelerin girilmesi.



Şekil 3-31: Restorasyon için seçilen teleskobik tutuculara özel parametrelerin girilmesi.



Şekil 3-32: Restorasyonun tamamlanmış tasarımı.



Şekil 3-33: Primer kuronların üretildiği zirkonya blok.



**Şekil 3-34: CAM ünitesi.**



**Şekil 3-35: CAM ünitesinde kazıma işlemi.**



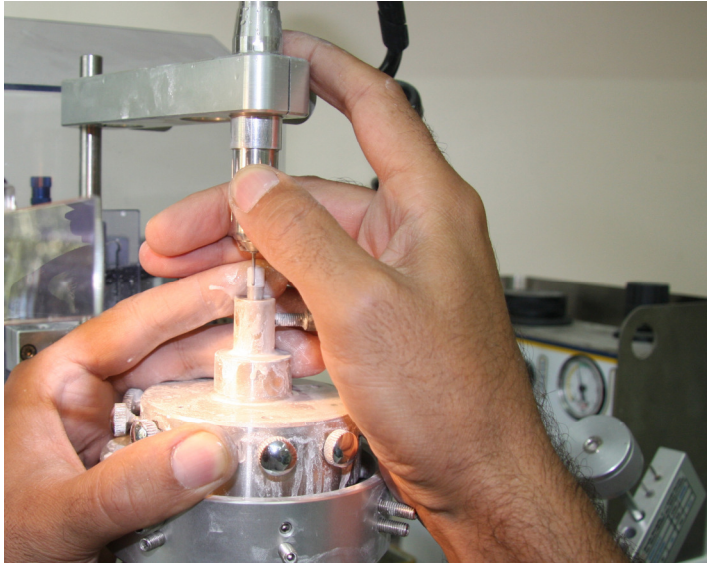
**Şekil 3-36: Sinterleme fırını.**

Sinterleme işlemi sonrasında primer kuronların maketlere uyumu kontrol edilmiştir. Primer kuronların maketlere oturmasına engel olan düzensizlikler içlerine renkli sprey (WP Occlusion, W+P Dental, Barmstedt, Almanya) sıkılarak işaretlenmiş ve zirkonya aşındırmak üzere tasarlanmış bir frezle (ZR8801L, Komet, Lemgo, Almanya) bu düzensizlikler su soğutması altında alınmıştır. Maketlere oturtulan zirkonya primer kuronlar, zirkonya teleskobik tutucuların frezesi için tasarlanmış mavi, kırmızı, sarı ve beyaz renk kodlarına sahip frezlerle (W882.014, W882.025; DiT-Dental-Instrumente GmbH, Oberlungwitz, Almanya ve 356.031; 356.040; Edenta AG, AU/SG, İsviçre) 10 farklı noktadan yapılan ölçümlerde 0,6 mm kalınlığa ulaşana kadar freze edilmiştir (Şekil 3-37). Zirkonya örneklerin frezesinde su soğutması ile çalışabilen hava türbini (342 Art, Silfradent, Forli, İtalya) ve hava türbininin kullanımına imkan veren freze makinesi (Exacto C, Heimerle-Meule, Parma, İtalya) kullanılmıştır (Şekil 3-38).



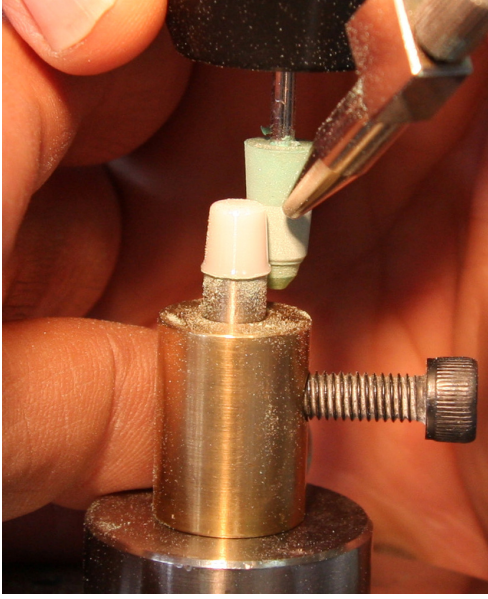


**Şekil 3-37: Zirkonya primer kuronların frezesinde kullanılan frez seti (2°).**



**Şekil 3-38: Su soğutması altında zirkonya primer kuronların frezesi.**

Zirkonya deney örneklerinin cilalanması için öncelikle zirkonya cilası için özel olarak tasarlanmış cila lastikleri kullanılmıştır. Cila lastiklerinin kullanım öncesinde açıları kalın ve ince elmas partiküllü açı ayarlama aparatları (Abrichtblock, Komet, Lemgo, Almanya) ile düzenlenmiştir. Öncelikle yeşil renkli ve daha kalın grenli cila lastiği (H7DCmf, Eve Ernst Vetter GmbH, Pforzheim, Almanya), daha sonra kahverenkli ve daha ince grenli cila lastiği (H7DC, Eve Ernst Vetter GmbH, Pforzheim, Almanya) freze makinesinde kullanılmıştır (Şekil 3-39). Zirkonya için özel olarak üretilmiş cila pastasının (Zi-polish Zirkonpolierpaste, Bredent, Senden, Almanya) örnekler tamamen parlayana kadar uygulanması ile cila işlemi bitirilmiştir (Şekil 3-40).



**Şekil 3-39: Zirkonya primer kuronlara cila lastiğinin uygulanması.**



**Şekil 3-40: Zirkonya cila pastası.**

Sekonder altın kuronların üretiminde, AA örneklerden oluşan deney grubunun sekonder kuronların üretiminde de kullanılan elektroşekillendirme yöntemi, aynı prosedürle uygulanmıştır (Şekil 3-41).



**Şekil 3-41: ZA deney örneği.**

#### **3.2.4. ZC Deney Örneklerinin Hazırlanması**

Zirkonya primer kuronlar ZA örneklerden oluşan deney grubunun primer kuronlarının üretiminde kullanılan prosedür ile üretilmişlerdir.

Sekonder kuronların modelajı doğrudan primer kuronlar üzerinde yapılmıştır. Modelaj yapımında ışıkla sertleşen mum (Light Dip, Yeti Dentalprodukte GmbH, Engen, Almanya) kullanılmış ve oklüzalden ve tutucu yüzey alanından mum kompası ile yapılan 10 farklı ölçümde 0,7 mm kalınlık elde edilmiştir. Biten modelajlar revetmana (Presto Vest II, Siladent Dr. Böhme & Schöps GmbH, Goslar, Almanya) alınmış ve döküm krom alaşımı (Wiroloy, BEGO Bremer Goldschlaegerei Wilh. Herbst GmbH&Co, Bremen, Germany) kullanılarak döküm işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-42). Tüm sekonder kuronların primer kuronlar üzerindeki uyumu aynı deneyimli teknisyen tarafından sağlanmıştır. Uyumlandırma sonrasında da 0,7 mm kalınlık daha önce belirtildiği gibi oklüzalden ve yan yüzeylerden 10 farklı noktadan kompasla ölçüm yapılarak kontrol edilerek sekonder kuronlar bitirilmiştir (Şekil 3-43).



**Şekil 3-42: ZC grubu sekonder kuronlarının üretiminde kullanılan döküm krom alaşımı.**



**Şekil 3-43: ZC deney örneği.**

### 3.3. Takma-Çıkarma Deneyleri

#### 3.3.1. Örneklerin Takma-Çıkarma Deneyleri İçin Hazırlanması

Tüm gruplardaki primer kuronlar paslanmaz çelik dayanak maketlerine reçine siman (C&B Cement, Bisco Inc, Schaumburg, Amerika Birleşik Devletleri) ile üretici firma talimatları doğrultusunda karıştırılıp yapıştırılmıştır (Şekil 3-44). Daha sonra takma-çıkarma deneylerinde desimantasyon sorunu yaşanmaması için tüm sekonder kuronların dış yüzü, yüzey alanını arttırmak

üzere 4 bar basınç altında 50 µm boyutundaki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleri ile 15 s boyunca 10 mm uzaklıktan kumlanmıştır.

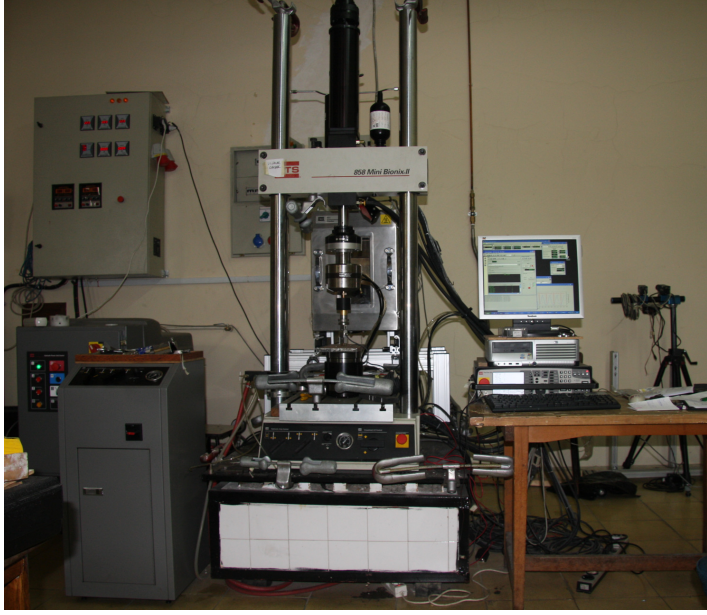


**Şekil 3-44: Örneklerin yapıştırılmasında kullanılan reçine siman.**

### 3.3.2. Takma-Çıkarma Deney Düzeneği

Takma-çıkarma deneyleri İstanbul Teknik Üniversitesi Biyomekanik Laboratuvarı'nda bulunan Mini Bionix II cihazında (Mini Bionix II, MTS Systems Corporation, Eden Praire, Amerika Birleşik Devletleri) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-45). Üzerine primer kuronun yapıştırıldığı paslanmaz çelik dayanak maketi özel bir düzenekle cihazın alt kısmında bulunan 500 N ölçüm kapasitesine sahip Z tipi yük hücresine (STCS50kgC3, Esit, İstanbul, Türkiye) bağlanmıştır. Bu düzeneğin üstte primer kuronun simante edildiği dayanak maketinin oturduğu ve bir vida ile sıkıştırıldığı pirinç parça ve bu parçaya başka bir vida ile tutturulan içinde mıknatıs gömülü demir bir parçadan oluşmaktadır. Yük birimi ile düzeneğin arasındaki tutuculuk mıknatıs ile sağlanmıştır (Şekil 3-46). Sekonder parçaların cihazın üst parçasına bağlanabilmesi için 8 cm boyunda ve 1 cm çapında pirinçten ara parçalar üretilmiştir. Bu ara parçaların bir ucunda sekonder kuronu içine alacak genişlikte yuvalar hazırlanmıştır. Takma-çıkarma deneylerinde desimantasyon sorunu yaşanmaması için yüzey alanını arttırmak üzere sekonder kurona yapıştırılacak bu yuvanın iç yüzeyine de sekonder kuronların dış yüzeyi gibi 4 bar basınç altında 50 µm boyutundaki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleri ile 15 s boyunca 10 mm uzaklıktan kumlama işlemi uygulanmıştır. Cihazın üst kısmındaki tutucu parçaya uygun hale gelebilmesi için pirinç çubuklar, yuvanın

olduğu kenardan 2 cm uzaklıktan başlayarak 9 mm çapına kadar inceltiľmiřtir. İnceltilen u, cihazın ũst kısmına yerleştirildikten sonra sekonder kuron kendisi için hazırlanan yuvaya 20 N basınçla ve reÇine siman (C&B Cement, Bisco Inc, Schaumburg, Amerika Birleşik Devletleri) ũretici firma talimatları doğrultusunda hazırlanarak yapıştırılmıştır (şekil 3-47).



şekil 3-45: Mini Bionix II cihazı.



şekil 3-46: Dayanak maketinin yũk hũcresine bağlanmasını sağlayan mıknatıslı dũzenek.



**Şekil 3-47: Sekonder kuronun cihaza bağlanabilmesini sağlayan pirinç ara parçalar.**

### 3.3.3. Takma-Çıkarma Deney Prosedürü

Parçalar cihaza takıldıktan sonra herhangi bir kaymaya karşı mıknatıslı sistemin yatay yönde hareket serbestliğinden faydalanarak olası bir kaymanın düzelmesi ve sistemin yerleşmesi için 10 takma-çıkarma döngüsü yapılmış, daha sonra deneylere başlanmıştır. İlk tutuculuk değerlerinin saptanmasının ardından takma-çıkarma döngüsüne geçilmiştir. 10,000 takma-çıkarma döngüsü tamamlanana kadar her 500 döngüde bir tutuculuk değerlerinin ölçümleri yinelenmiştir. Tutuculuk değerlerinin her ölçümü 10 defa tekrarlanmıştır.

Tutuculuk değerlerinin ölçümünde ve takma-çıkarma döngülerinde; konik ve silindirik teleskobik tutucu grupları için 2 farklı program yazılmış ve kullanılmıştır. Konik teleskop kuronlar için takma-çıkarma döngülerinde sekonder kuronun primer kuron üzerine oturma ve ayrılma hızı 300 mm/dak, frekans 2,2 Hz olarak ayarlanmıştır. Tutuculuk değerlerinin ölçümlerinde ise hız sekonder kuron primer kuron üzerine otururken 10 mm/dak, ayrılırken 20 mm/dak olarak belirlenmiştir. Konik teleskop kuronlarda tutuculuk değeri ölçümleri ve takma-çıkarma döngüleri 1,5 mm deplasmanla ve sekonder kuronun primer kuron üzerinde yerine oturması için 50 N ön yük uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Silindirik teleskop kuronlarda, primer ve sekonder kuronlar ilk temas ettikleri andan itibaren birbirlerine yüzey boyunca sürtünerek oturdukları için prosedür değiştirilmiş, takma-çıkarma döngülerinde sekonder kuronun primer

kuron üzerine oturma hızı 15 mm/dak, ayrılma hızı 12 mm/dak; frekans 2,1 Hz olarak düzenlenmiştir. Tutuculuk değerlerinin ölçümlerinde ise hız sekonder kuron primer kuron üzerine otururken 5 mm/dak, ayrılırken 20 mm/dak olarak değiştirilmiştir. Silindirik teleskop kuronlarda sekonder kuronun primer kuron üzerinde yerine oturması için gereken kuvvet teorik olarak tutuculuk kuvvetine eşit olduğu ve 50 N'un üzerine çıkabildiği için ön yük 120 N olarak uygulanmış ve deplasman miktarı 4 mm'ye çıkartılmıştır.

Tüm takma-çıkarma deneyleri yapay tükürük içerisinde gerçekleştirilmiştir. Dayanak maketinin içinde bulunduğu ara parçaya kestamid malzemeden üretilen bir hazne o-ring ile tutturulmuştur (Şekil 3-48,3-49). Bu şekilde hem haznenin takılıp çıkartılabilirliği hem de su sızdırmazlığı sağlanmıştır. Primer ve sekonder kuronlar tamamen içerisinde kalacak şekilde hazne yapay tükürük ile doldurulmuştur (Şekil 3-50). Yapay tükürük Shannon (158) tarafından önerilen aşağıdaki kimyasal bileşim kullanılarak elde edilmiştir:

(2 L distile su için)

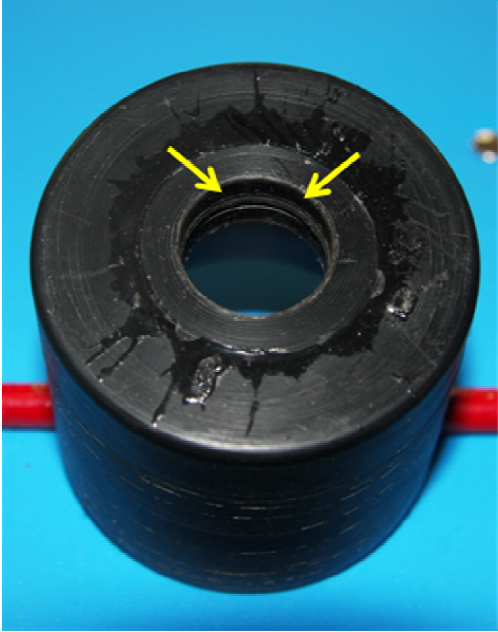
NaF	8,4 mg
NaCl	2560 mg
CaCl <sub>2</sub>	332,97 mg
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	250 mg
KCl	189,48 mg
CH <sub>3</sub> COOK	3015 mg
K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O	772 mg

6,5-7 pH değerindeki çözeltinin berrak görünümde olması için 0,1 mL H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (Merck,% 85) çözeltisi eklenmiştir.

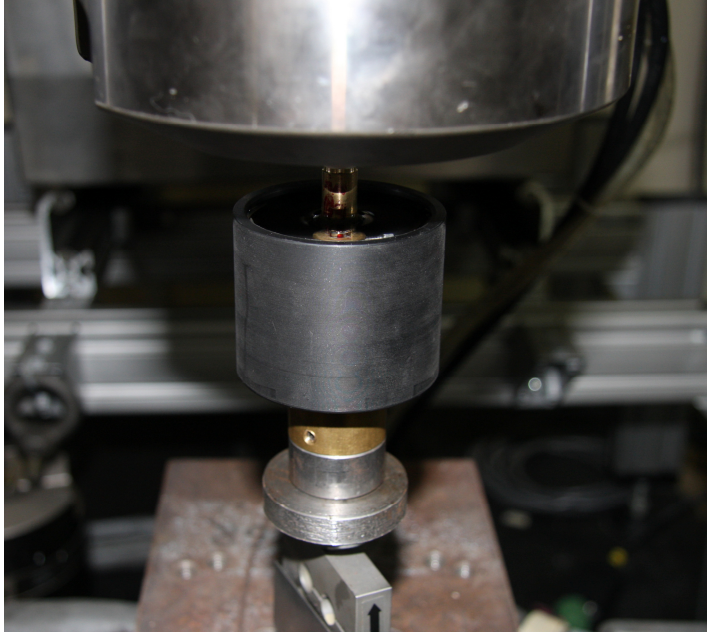




**Şekil 3-48: Ara parçanın hazne ile birlikte alttan ve üstten görünümü.**



**Şekil 3-49: Haznenin ara parçaya bağlanmasını sağlayan o-ring.**



**Şekil 3-50: Deneylerin yapay tükürük içerisinde gerçekleştirilmesi.**

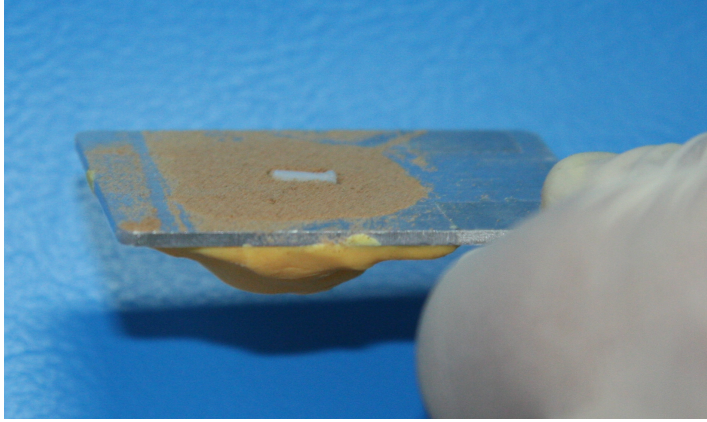
### **3.4. X-Işını Toz Difraksiyonu (XRD) Analizleri**

Takma-çıkarma deneyleri sonrasında zirkonya primer kuron bulunduran deney gruplarından, grubun ortalama tutuculuk değerine en yakın değere sahip olan primer kuronlar XRD analizi için seçilmiştir. Bir adet hiç takma-çıkarma deneyine maruz kalmamış, ancak yüzeyinde aşındırma ve cila işlemleri uygulanmış örneğe de kontrol amacı ile XRD analizi uygulanmıştır.

Analizler, İstanbul Üniversitesi İleri Analizler Laboratuvarı'nda bulunan XRD cihazı ile (D-Max-2200/PC, Rigaku, Tokyo, Japonya) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-51). XRD öncesinde örnekler üzerinde mümkün olduğu kadar düz bir yüzey oluşturmak amacı ile örnekler yan yüzeyleri yere paralel olacak şekilde tepe noktası vermeyen bir materyal olan mantar tozuna gömülmüştür (Şekil 3-52). Önce 40 kV; 20 mA akım ve 4°/dak tarama hızı uygulayarak ve 5-65° 2θ aralığında hızlı tarama yapılarak XRD diyagramı elde edilmiştir. Elde edilen pikler tetragonal zirkonya ile uyumluluk göstermiştir. Sonra monoklinik M (-111), M (111) ve tetragonal T(111) tepe noktalarının gözlemlendiği 27-33° 2θ aralığından, 1°/dak tarama hızı ile daha yavaş çekimler yapılmış ve XRD diyagramları elde edilmiştir.



**Şekil 3-51: XRD cihazı.**



**Şekil 3-52: Mantar tozuna gömülmüş örnek.**

Monoklinik ve tetragonal fazlarının relatif miktarları Garvie ve Nicholson (55) tarafından önerilen 3-1 bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$X_m = [ I_m ( -111 ) + I_m ( 111 ) ] / [ I_m ( -111 ) + I_m ( 111 ) + I_t ( 111 ) ] \quad (3-1)$$

$X_m$  : Monoklinik fazın relatif miktarı.

$I_m ( -111 )$  : 28.174° 2θ derecesi monoklinik tepe noktasının şiddeti.

$I_m ( 111 )$  : 31.467° 2θ derecesi civarındaki monoklinik tepe noktasının şiddeti.

$I_t ( 101 )$  : 30.167° 2θ derecesi civarındaki tetragonal tepe noktasının şiddeti.

Monoklinik ve tetragonal faz hacim oranı Toraya ve ark. (172) tarafından önerilen 3-2 bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$V_m = 1,311 X_m / ( 1 + 0,311 X_m ) \quad (3-2)$$

$$V_t = 1 - V_m$$

$X_m$  : Monoklinik fazın relatif miktarı.

$V_m$ : Monoklinik faz hacim oranı.

$V_t$ : Tetragonal faz hacim oranı.

### 3.5. Taramalı Elelektron Mikroskobu (SEM) Analizleri

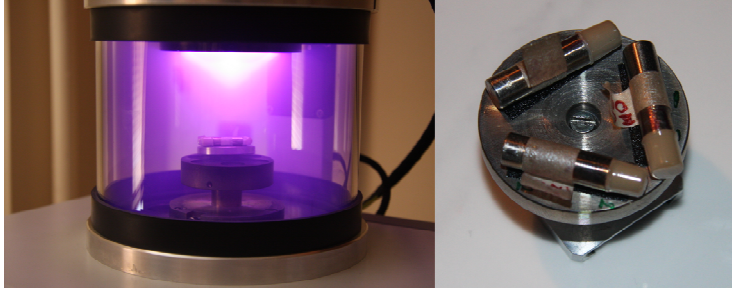
Takma-çıkarma deneyleri sonrasında deney gruplarından, grubun ortalama tutuculuk değerine en yakın değere sahip olan primer ve sekonder kuron çiftleri SEM analizi için seçilmiştir. Bunların yanı sıra karşılaştırma yapabilmek için AA, ZA ve ZC örneklerinden, yüzey aşındırma ve cilalama işlemleri yapılmış ancak deney prosedürü uygulanmamış birer örnek de değerlendirilmiştir. Primer ve sekonder kuronların yüzeylerinin incelenebilmesi için deneylerde kullanılmış olan örneklerin sekonder kuronları kendilerini çevreleyen ve simante edildikleri pirinç parçalarla beraber, deneylerde kullanılmamış örneklerin ise pirinç parçalar olmaksızın, herhangi bir deformasyona neden olmamak için basınç uygulamasından kaçınılarak, dayanak maketlerinin uzun eksenine paralel şekilde ortadan ikiye kesilmiştir. İncelemeler örneklerin kole kısımlarına yakın, ancak kesinin yapıldığı yerlerden uzak bölgelerde yapılmıştır. İncelemelerde rastlanabilecek aşınma izlerinin yönlerinin değerlendirilebilmesi için örnekler, koleleri görüntünün alt sınırına paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir.

SEM analizleri İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde bulunan SEM cihazı (JSM-6500, Jeol,

Tokyo, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-53). Zirkonya primer kuronların yüzeyi, iletkenliği sağlayabilmek amacı ile altın ile kaplanmıştır (Şekil 3-54). Daha sonra yüzeyler x60, x250, x750, x1.000 büyütmelemlerde incelenmişlerdir.



Şekil 3-53: Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).



Şekil 3-54: Zirkonya primer kuronların fiziksel buhar biriktirme yöntemi uygulayarak altın ile kaplandığı cihaz ve kaplanmış örnekler.

### 3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS 16.0 (Statistical Package for the Social Sciences) software programı kullanılmıştır.

Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma, frekans) yanısıra normal dağılım göstermeyen niteliksel verilerin karşılaştırılmasında Ki-kare Testi kullanılmıştır. Parametrik varsayımların sağlanıp sağlanmadığını test etmek için Kolmogorov-Smirnov testi yapılmıştır. Materyal farkına bağlı olmadan konus açılarının ve konus açılarına bağlı olmadan materyal farkının tutuculuk değerine etkilerinin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Varyans Analizi, anlamlı farklılık gözlenmesi durumunda değişkenlerin ikili karşılaştırılmasında Mann Whitney U Testi uygulanmıştır. Her takma-çıkarma periyodu sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi, anlamlı farklılıkların bulunması durumunda grupları karşılaştırmak için Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır. Farklı takma-çıkarma periyotları sonrasında aynı gruptan elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaret Testi uygulanmıştır. Sonuçlar  $p \leq 0,05$  anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tutuculuk Değerleri Bulguları

#### 4.1.1. Konus Açısının Tutuculuk Değerine Etkisi

Primer ve sekonder kuronların üretildiği materyallerin farklılığına bağlı olmadan, konus açısının tutuculuk değeri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda farklı takma-çıkarma döngü sayıları sonrasında elde edilen ortalama tutuculuk değerleri ve standart sapmaları Tablo 4-1'de verilmiştir. Farklı konus açılarına sahip örnekler, tutuculuk değeri açısından tüm takma-çıkarma döngüleri sonrasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar göstermektedirler ( $p \leq 0,01$ ). En yüksek tutuculuk değerleri  $0^\circ$  konus açısına sahip örneklerde yapılan ölçümlerde elde edilirken, bunu sırası ile  $2^\circ$ ,  $4^\circ$  ve  $6^\circ$  konus açısına sahip örnekler takip etmiştir.

**Tablo 4-1: Konus açısına göre farklı takma-çıkarma döngü sayıları sonrasındaki tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Döngü Sayısı	Konus Açısı				$\chi^2$	p
	0°	2°	4°	6°		
<b>Başlangıç</b>	55,82 ± 28,925 <b>A</b>	28,95 ± 9,334 <b>B</b>	19,25 ± 6,952 <b>C</b>	15,63 ± 10,484 <b>D</b>	290,75	≤0,0001
<b>500 döngü</b>	55,01 ± 24,530 <b>A</b>	31,46 ± 10,248 <b>B</b>	25,30 ± 8,752 <b>C</b>	21,12 ± 9,598 <b>D</b>	257,47	≤0,0001
<b>1.000 döngü</b>	55,59 ± 23,093 <b>A</b>	31,65 ± 10,421 <b>B</b>	25,64 ± 8,871 <b>C</b>	22,03 ± 9,090 <b>D</b>	262,62	≤0,0001
<b>1.500 döngü</b>	55,45 ± 22,371 <b>A</b>	31,57 ± 10,336 <b>B</b>	25,87 ± 8,920 <b>C</b>	22,66 ± 8,475 <b>D</b>	266,29	≤0,0001
<b>2.000 döngü</b>	55,85 ± 23,294 <b>A</b>	31,44 ± 10,335 <b>B</b>	25,71 ± 8,680 <b>C</b>	23,10 ± 7,795 <b>D</b>	271,6	≤0,0001
<b>2.500 döngü</b>	56,23 ± 21,631 <b>A</b>	31,33 ± 10,227 <b>B</b>	25,48 ± 8,382 <b>C</b>	23,31 ± 7,310 <b>D</b>	290,2	≤0,0001
<b>3.000 döngü</b>	57,22 ± 20,650 <b>A</b>	31,23 ± 10,178 <b>B</b>	25,69 ± 8,505 <b>C</b>	23,19 ± 7,147 <b>D</b>	296,89	≤0,0001
<b>3.500 döngü</b>	57,36 ± 19,961 <b>A</b>	31,21 ± 10,023 <b>B</b>	25,43 ± 8,342 <b>C</b>	23,56 ± 6,853 <b>D</b>	300,98	≤0,0001
<b>4.000 döngü</b>	56,89 ± 19,421 <b>A</b>	31,25 ± 9,875 <b>B</b>	25,46 ± 8,214 <b>C</b>	23,78 ± 6,585 <b>D</b>	302,52	≤0,0001
<b>4.500 döngü</b>	59,54 ± 19,825 <b>A</b>	31,12 ± 9,756 <b>B</b>	25,70 ± 8,208 <b>C</b>	23,87 ± 6,461 <b>D</b>	308,97	≤0,0001
<b>5.000 döngü</b>	59,05 ± 18,582 <b>A</b>	31,11 ± 9,661 <b>B</b>	25,55 ± 8,146 <b>C</b>	23,98 ± 6,397 <b>D</b>	321,71	≤0,0001
<b>5.500 döngü</b>	61,19 ± 19,931 <b>A</b>	31,20 ± 9,546 <b>B</b>	25,55 ± 8,129 <b>C</b>	24,00 ± 6,269 <b>D</b>	334,42	≤0,0001
<b>6.000 döngü</b>	62,30 ± 20,745 <b>A</b>	31,23 ± 9,547 <b>B</b>	25,54 ± 8,066 <b>C</b>	24,00 ± 6,197 <b>D</b>	338,66	≤0,0001
<b>6.500 döngü</b>	62,10 ± 19,936 <b>A</b>	31,16 ± 9,440 <b>B</b>	25,49 ± 7,966 <b>C</b>	24,16 ± 6,051 <b>D</b>	343,51	≤0,0001
<b>7.000 döngü</b>	62,66 ± 20,949 <b>A</b>	31,21 ± 9,464 <b>B</b>	25,58 ± 8,001 <b>C</b>	23,90 ± 6,008 <b>D</b>	351,67	≤0,0001
<b>7.500 döngü</b>	62,16 ± 20,152 <b>A</b>	31,35 ± 9,540 <b>B</b>	25,62 ± 7,960 <b>C</b>	23,98 ± 6,016 <b>D</b>	366,23	≤0,0001
<b>8.000 döngü</b>	62,72 ± 20,912 <b>A</b>	31,41 ± 9,506 <b>B</b>	25,63 ± 8,019 <b>C</b>	24,13 ± 5,817 <b>D</b>	373,54	≤0,0001
<b>8.500 döngü</b>	62,80 ± 21,108 <b>A</b>	31,23 ± 9,562 <b>B</b>	25,70 ± 7,978 <b>C</b>	24,06 ± 5,735 <b>D</b>	377,84	≤0,0001
<b>9.000 döngü</b>	61,91 ± 19,668 <b>A</b>	31,13 ± 9,493 <b>B</b>	25,61 ± 8,031 <b>C</b>	24,10 ± 5,688 <b>D</b>	380,45	≤0,0001
<b>9.500 döngü</b>	62,33 ± 20,277 <b>A</b>	31,03 ± 9,302 <b>B</b>	25,54 ± 7,994 <b>C</b>	24,16 ± 5,557 <b>D</b>	384,79	≤0,0001
<b>10.000 döngü</b>	61,69 ± 19,305 <b>A</b>	30,88 ± 9,150 <b>B</b>	25,68 ± 8,126 <b>C</b>	24,32 ± 5,573 <b>D</b>	385,52	≤0,0001

Kruskall Wallis Testi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

A, B, C, D harfleri Mann Whitney U Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildirler. Karşılaştırmalar sadece yatay yönde yapılmıştır.

#### 4.1.2. Materyallerin Tutuculuk Değerine Etkisi

Teleskobik tutucu çiftlerinin konus açıları aralarındaki farklar gözardı edilerek, primer ve sekonder kuron çiftlerinin üretildikleri materyallerin tutuculuk değeri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda farklı takma-çıkarma döngü sayıları sonrasında elde edilen ortalama tutuculuk değerleri ve standart sapmaları Tablo 4-2'de görülmektedir. Farklı materyallerden üretilen örnekler (AA, ZA, ZC), tutuculuk değeri açısından tüm takma-çıkarma döngüleri sonrasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar göstermektedirler (p≤0,01). En yüksek tutuculuk değerleri ZC örneklerden yapılan ölçümlerde elde edilirken, bunu sırası ile AA ve ZA örnekler takip etmiştir.



**Tablo 4-2: Materyale göre farklı takma-çıkarma döngü sayıları sonrasındaki tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
<b>Başlangıç</b>	32,00 ± 24,647 <b>A</b>	18,11 ± 15,807 <b>B</b>	39,62±21,442 <b>C</b>	206,58	≤0,0001
<b>500 döngü</b>	35,39 ± 17,278 <b>A</b>	20,83 ± 15,511 <b>B</b>	43,45±19,239 <b>C</b>	225,67	≤0,0001
<b>1.000 döngü</b>	36,68 ± 17,192 <b>A</b>	21,47 ± 15,293 <b>B</b>	43,02±18,477 <b>C</b>	219,58	≤0,0001
<b>1.500 döngü</b>	36,73 ± 16,793 <b>A</b>	22,09 ± 14,860 <b>B</b>	42,83±18,300 <b>C</b>	214,51	≤0,0001
<b>2.000 döngü</b>	36,79 ± 18,547 <b>A</b>	22,66 ± 14,433 <b>B</b>	42,63±18,170 <b>C</b>	205,29	≤0,0001
<b>2.500 döngü</b>	36,65 ± 17,652 <b>A</b>	23,19 ± 14,267 <b>B</b>	42,41±18,145 <b>C</b>	197,36	≤0,0001
<b>3.000 döngü</b>	36,96 ± 17,848 <b>A</b>	23,68 ± 14,299 <b>B</b>	42,36±18,229 <b>C</b>	187,53	≤0,0001
<b>3.500 döngü</b>	36,65 ± 17,340 <b>A</b>	24,18 ± 14,372 <b>B</b>	42,34±18,292 <b>C</b>	181,93	≤0,0001
<b>4.000 döngü</b>	36,09 ± 16,263 <b>A</b>	24,62 ± 14,351 <b>B</b>	42,33±18,429 <b>C</b>	180,31	≤0,0001
<b>4.500 döngü</b>	37,78 ± 18,875 <b>A</b>	25,06 ± 14,500 <b>B</b>	42,33±18,525 <b>C</b>	175,18	≤0,0001
<b>5.000 döngü</b>	36,87 ± 17,383 <b>A</b>	25,60 ± 14,865 <b>B</b>	42,30±18,590 <b>C</b>	163,52	≤0,0001
<b>5.500 döngü</b>	38,14 ± 20,323 <b>A</b>	26,01 ± 15,006 <b>B</b>	42,31±18,643 <b>C</b>	152,42	≤0,0001
<b>6.000 döngü</b>	38,64 ± 21,729 <b>A</b>	26,29 ± 15,053 <b>B</b>	42,38±18,866 <b>C</b>	148,63	≤0,0001
<b>6.500 döngü</b>	38,33 ± 21,012 <b>A</b>	26,61 ± 15,204 <b>B</b>	42,25±18,786 <b>C</b>	142,8	≤0,0001
<b>7.000 döngü</b>	38,47 ± 22,344 <b>A</b>	26,90 ± 15,318 <b>B</b>	42,15±18,820 <b>C</b>	129,83	≤0,0001
<b>7.500 döngü</b>	38,06 ± 21,411 <b>A</b>	27,12 ± 15,337 <b>B</b>	42,14±18,796 <b>C</b>	121,83	≤0,0001
<b>8.000 döngü</b>	38,41 ± 22,431 <b>A</b>	27,43 ± 15,447 <b>B</b>	42,08±18,732 <b>C</b>	113,73	≤0,0001
<b>8.500 döngü</b>	38,35 ± 22,548 <b>A</b>	27,50 ± 15,540 <b>B</b>	41,99±18,861 <b>C</b>	111,93	≤0,0001
<b>9.000 döngü</b>	37,49 ± 20,984 <b>A</b>	27,66 ± 15,568 <b>B</b>	41,91±18,749 <b>C</b>	107,14	≤0,0001
<b>9.500 döngü</b>	37,55 ± 21,838 <b>A</b>	27,88 ± 15,540 <b>B</b>	41,86±18,735 <b>C</b>	102,72	≤0,0001
<b>10.000 döngü</b>	37,05 ± 20,427 <b>A</b>	28,02 ± 15,603 <b>B</b>	41,85±18,815 <b>C</b>	99,236	≤0,0001

Kruskall Wallis Testi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

A, B, C harfleri Mann Whitney U Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildirler. Karşılaştırmalar sadece yatay yönde yapılmıştır.

#### 4.1.3. Konus Açısı ve Materyallerin Tutuculuk Değerine Etkisi

Farklı konus açılara ve materyal çiftlerine sahip örnek gruplarının tutuculuk değerleri 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca her 500 döngüde bir karşılaştırılmıştır.

Başlangıçta elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-3'te ve Şekil 4-1'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

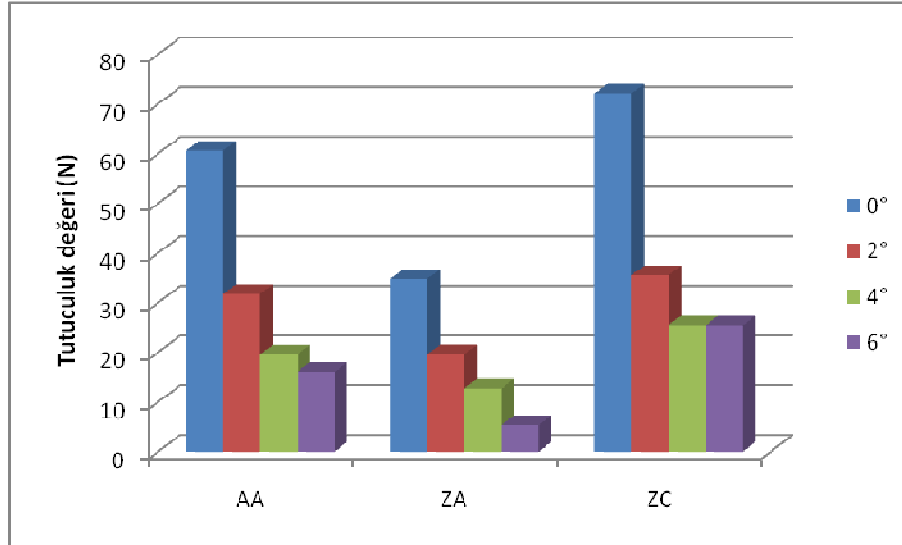
**Tablo 4-3: Konus açısı ve materyale göre grupların başlangıç tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
0°	60,61 ± 31,488 <b>A a</b>	34,77 ± 22,074 <b>B a</b>	72,09 ± 17,782 <b>A a</b>	55,117	≤0,0001
2°	31,74 ± 9,523 <b>A b</b>	19,59 ± 4,110 <b>B b</b>	35,51 ± 4,017 <b>A b</b>	92,079	≤0,0001
4°	19,56 ± 5,361 <b>A c</b>	12,73 ± 3,829 <b>B c</b>	25,46 ± 4,548 <b>C c</b>	106,612	≤0,0001
6°	16,09 ± 10,145 <b>A c</b>	5,36 ± 3,767 <b>B d</b>	25,43 ± 3,342 <b>C c</b>	96,226	≤0,0001
$\chi^2$	133,120	141,261	180,095		
p	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-1: Konus açısı ve materyale göre grupların başlangıç tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-4'te ve Şekil 4-2'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri ZC0° grubunda elde edilirken, en düşük değer ise ZA6° grubunda saptanmıştır.

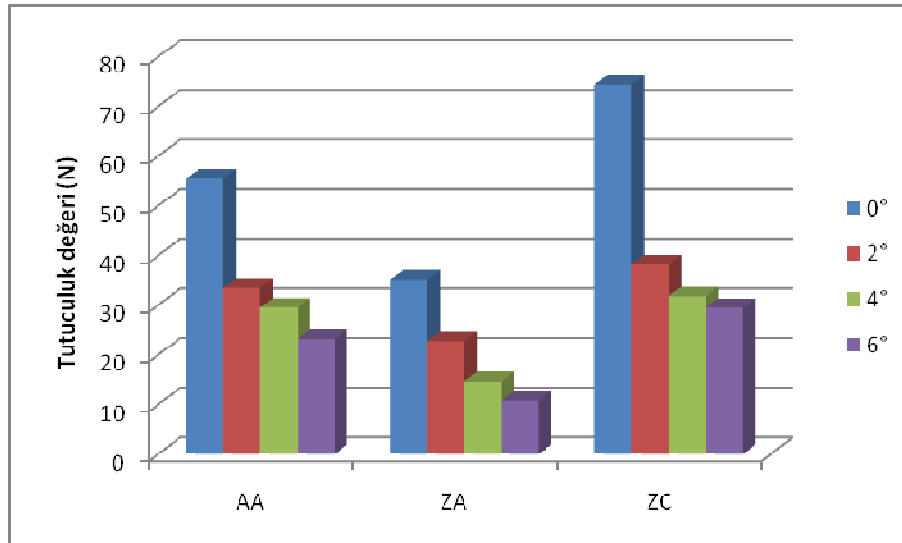
**Tablo 4-4: Konus açısı ve materyale göre grupların 500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
0°	55,49 ± 20,560 <b>A a</b>	35,14 ± 22,401 <b>B a</b>	74,40 ± 10,826 <b>C a</b>	84,906	$\leq 0,0001$
2°	33,45 ± 9,983 <b>A b</b>	22,75 ± 7,541 <b>B b</b>	38,19 ± 5,910 <b>A b</b>	68,433	$\leq 0,0001$
4°	29,49 ± 3,813 <b>A b</b>	14,63 ± 5,932 <b>B c</b>	31,78 ± 2,525 <b>C c</b>	124,148	$\leq 0,0001$
6°	23,13 ± 8,330 <b>A c</b>	10,81 ± 5,254 <b>B d</b>	29,43 ± 0,450 <b>C d</b>	100,345	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	148,736	77,329	172,963		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-2: Konus açısı ve materyale göre grupların 500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

1.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-5'te ve Şekil 4-3'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

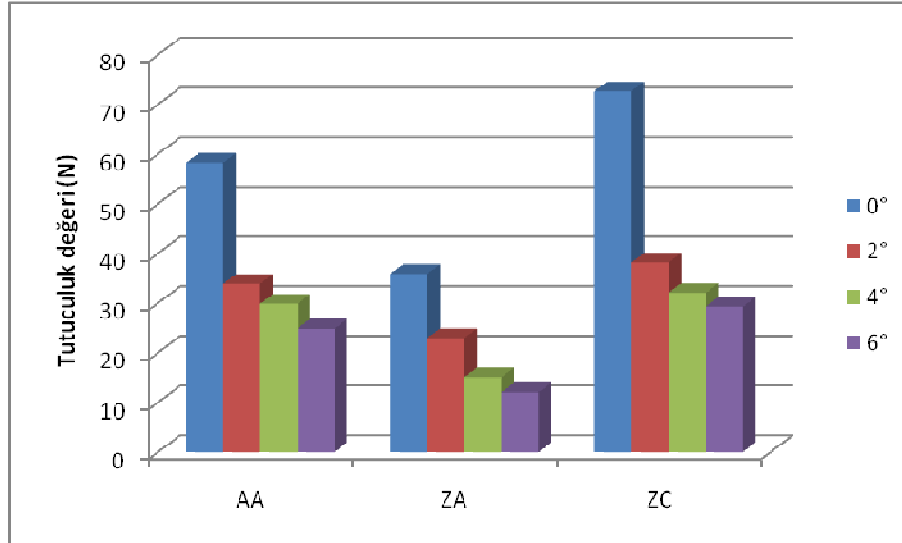
**Tablo 4-5: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	58,23 ± 18,700 <b>A a</b>	35,89 ± 21,467 <b>B a</b>	72,66 ± 10,441 <b>C a</b>	78,376	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	33,86 ± 10,328 <b>A b</b>	22,96 ± 7,994 <b>B b</b>	38,12 ± 5,877 <b>A b</b>	65,189	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	29,81 ± 3,751 <b>A b</b>	15,06 ± 6,719 <b>B c</b>	32,06 ± 2,476 <b>C c</b>	122,695	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,83 ± 7,485 <b>A c</b>	12,00 ± 5,558 <b>B c</b>	29,26 ± 0,513 <b>C d</b>	97,273	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	142,838	76,695	172,963		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-3: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

1.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-6'da ve Şekil 4-4'te verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri ZC0° grubunda elde edilirken, en düşük değer ise ZA6° grubunda saptanmıştır.

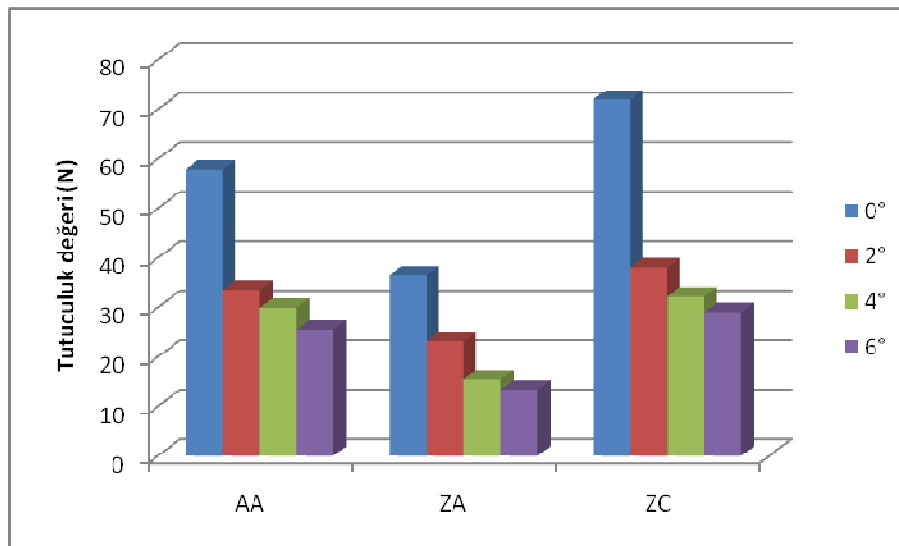
**Tablo 4-6: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
0°	57,92 ± 18,451 <b>A a</b>	36,45 ± 20,192 <b>B a</b>	71,98 ± 10,907 <b>C a</b>	77,250	$\leq 0,0001$
2°	33,53 ± 9,891 <b>A b</b>	23,10 ± 8,394 <b>B b</b>	38,07 ± 5,999 <b>A b</b>	62,266	$\leq 0,0001$
4°	29,94 ± 3,909 <b>A b</b>	15,47 ± 7,194 <b>B c</b>	32,20 ± 2,603 <b>C c</b>	123,008	$\leq 0,0001$
6°	25,55 ± 6,894 <b>A c</b>	13,35 ± 5,625 <b>B c</b>	29,08 ± 0,568 <b>C d</b>	97,145	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	142,732	73,057	174,179		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-4: Konus açısı ve materyale göre grupların 1.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

2.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-7'de ve Şekil 4-5'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri ZC0° grubunda elde edilirken, en düşük değer ise ZA6° grubunda saptanmıştır.

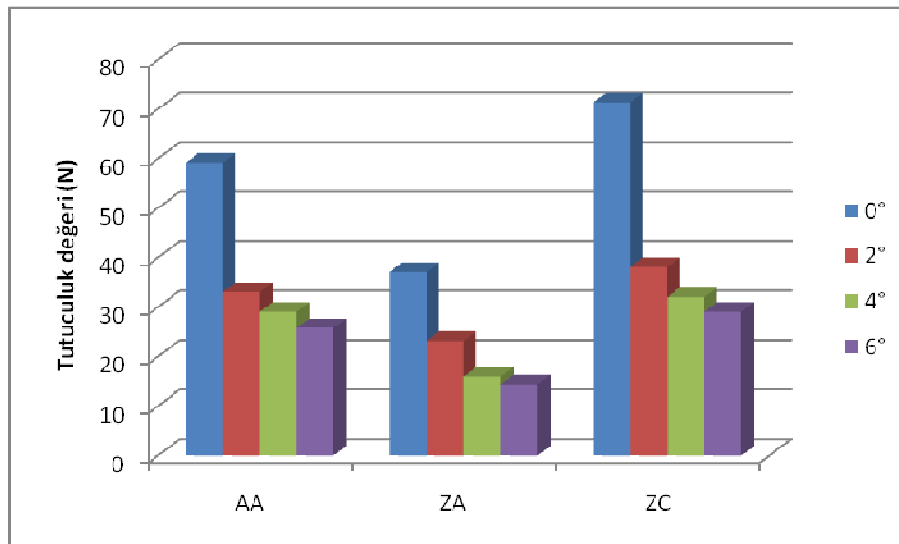
**Tablo 4-7: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
0°	59,19 ± 23,160 <b>A a</b>	37,03 ± 18,960 <b>B a</b>	71,34 ± 11,616 <b>C a</b>	70,711	≤0,0001
2°	33,08 ± 9,933 <b>A b</b>	23,18 ± 8,543 <b>B b</b>	38,06 ± 5,980 <b>A b</b>	63,849	≤0,0001
4°	29,08 ± 4,044 <b>A b</b>	15,98 ± 7,584 <b>B c</b>	32,05 ± 2,465 <b>C c</b>	117,714	≤0,0001
6°	25,79 ± 5,864 <b>A c</b>	14,43 ± 5,404 <b>B c</b>	29,08 ± 0,712 <b>C d</b>	105,792	≤0,0001
$\chi^2$	140,197	71,300	174,567		
p	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-5: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

2.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-8'de ve Şekil 4-6'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri ZC0° grubunda elde edilirken, en düşük değer ise ZA6° grubunda saptanmıştır.

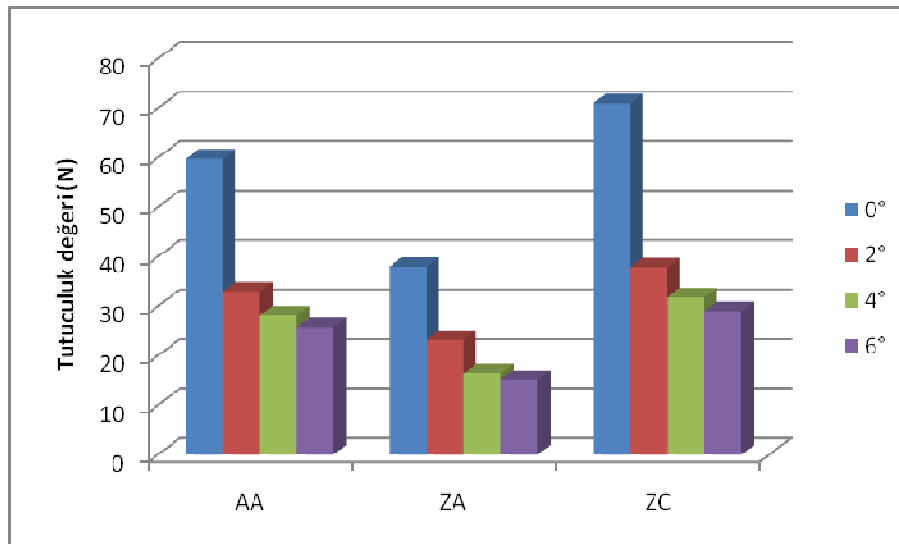
**Tablo 4-8: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
0°	59,75 ± 19,192 <b>A a</b>	37,96 ± 18,207 <b>B a</b>	70,97 ± 12,120 <b>C a</b>	63,294	≤0,0001
2°	32,98 ± 9,875 <b>A b</b>	23,19 ± 8,495 <b>B b</b>	37,81 ± 5,896 <b>A b</b>	64,598	≤0,0001
4°	28,15 ± 3,799 <b>A c</b>	16,48 ± 7,951 <b>B c</b>	31,81 ± 2,241 <b>C c</b>	117,658	≤0,0001
6°	25,72 ± 5,502 <b>A c</b>	15,15 ± 4,931 <b>B c</b>	29,05 ± 0,698 <b>C d</b>	107,917	≤0,0001
$\chi^2$	155,934	74,038	173,683		
p	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-6: Konus açısı ve materyale göre grupların 2.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**



3.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-9'da ve Şekil 4-7'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

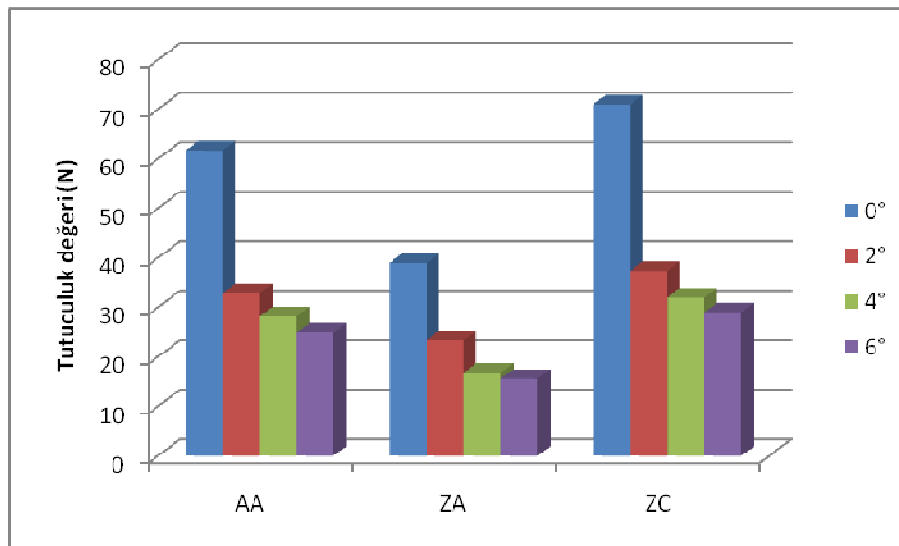
**Tablo 4-9: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	61,74 ± 16,389 <b>A a</b>	38,93 ± 17,741 <b>B a</b>	70,98 ± 12,518 <b>C a</b>	60,802	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,92 ± 10,252 <b>A b</b>	23,35 ± 8,400 <b>B b</b>	37,41 ± 5,805 <b>A b</b>	58,124	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	28,22 ± 4,253 <b>A b</b>	16,82 ± 8,186 <b>B c</b>	32,02 ± 2,650 <b>C c</b>	116,640	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,94 ± 5,746 <b>A c</b>	15,62 ± 5,036 <b>B c</b>	29,01 ± 0,807 <b>C d</b>	101,995	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	152,433	78,731	171,144		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-7: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

3.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-10'de ve Şekil 4-8'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

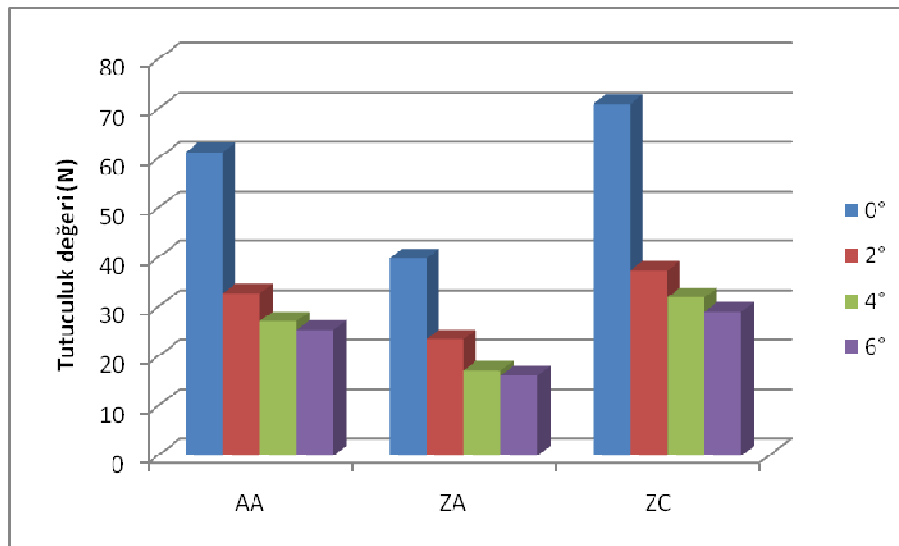
**Tablo 4-10: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	61,30 ± 14,868 <b>A a</b>	39,83 ± 17,497 <b>B a</b>	70,96 ± 12,856 <b>C a</b>	59,256	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,78 ± 9,960 <b>A b</b>	23,48 ± 8,297 <b>B b</b>	37,38 ± 5,901 <b>A b</b>	60,675	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	27,14 ± 4,169 <b>A c</b>	17,20 ± 8,432 <b>B c</b>	31,93 ± 2,796 <b>C c</b>	108,578	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	25,37 ± 5,074 <b>A c</b>	16,22 ± 5,198 <b>B c</b>	29,08 ± 0,758 <b>C d</b>	101,512	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	155,306	84,493	168,144		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-8: Konus açısı ve materyale göre grupların 3.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

4.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-11'de ve Şekil 4-9'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

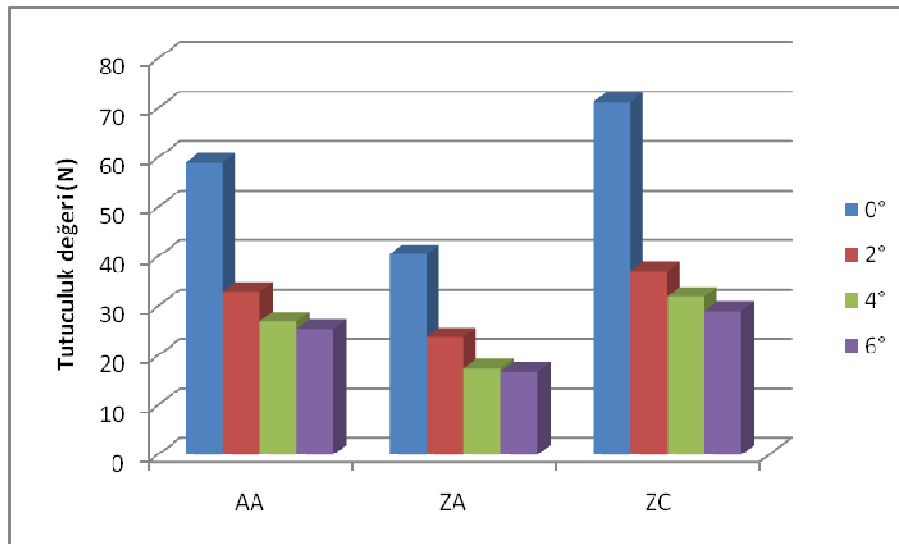
**Tablo 4-11: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	59,00 ± 13,896 <b>A a</b>	40,48 ± 17,166 <b>B a</b>	71,19 ± 13,045 <b>C a</b>	63,105	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,94 ± 9,936 <b>A b</b>	23,72 ± 8,216 <b>B b</b>	37,09 ± 5,860 <b>A b</b>	60,375	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	26,95 ± 3,554 <b>A c</b>	17,47 ± 8,613 <b>B c</b>	31,96 ± 2,783 <b>C c</b>	111,839	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	25,44 ± 4,770 <b>A c</b>	16,80 ± 5,199 <b>B c</b>	29,09 ± 0,889 <b>C d</b>	102,162	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,850	88,046	168,153		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-9: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

4.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-12'de ve Şekil 4-10'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

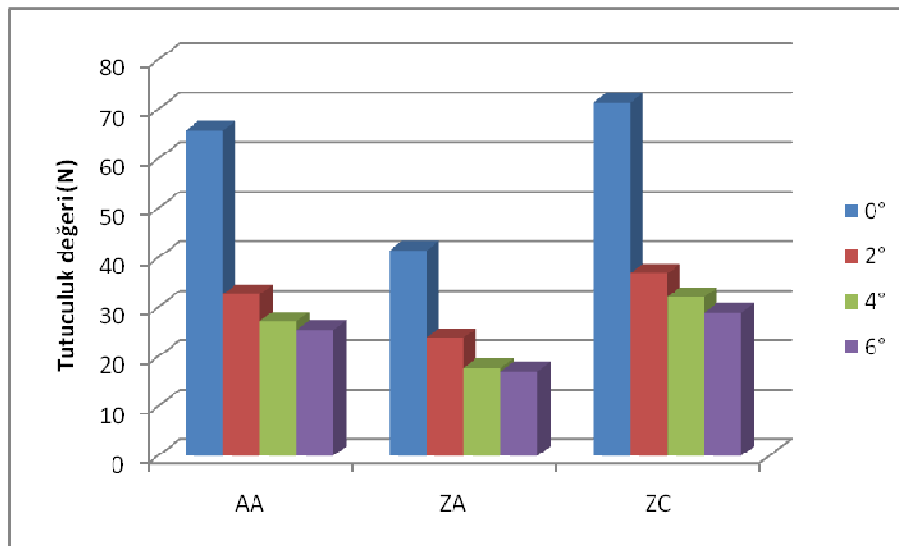
**Tablo 4-12: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	65,78 ± 14,869 <b>A a</b>	41,52 ± 16,849 <b>B a</b>	71,31 ± 13,295 <b>A a</b>	64,182	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,66 ± 9,851 <b>A b</b>	23,84 ± 8,224 <b>B b</b>	36,86 ± 5,859 <b>A b</b>	60,508	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	27,22 ± 3,321 <b>A c</b>	17,78 ± 8,845 <b>B c</b>	32,11 ± 2,679 <b>C c</b>	113,149	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	25,48 ± 4,796 <b>A c</b>	17,11 ± 5,168 <b>B c</b>	29,02 ± 0,915 <b>C d</b>	101,918	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,755	93,564	169,957		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-10: Konus açısı ve materyale göre grupların 4.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

5.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-13'te ve Şekil 4-11'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

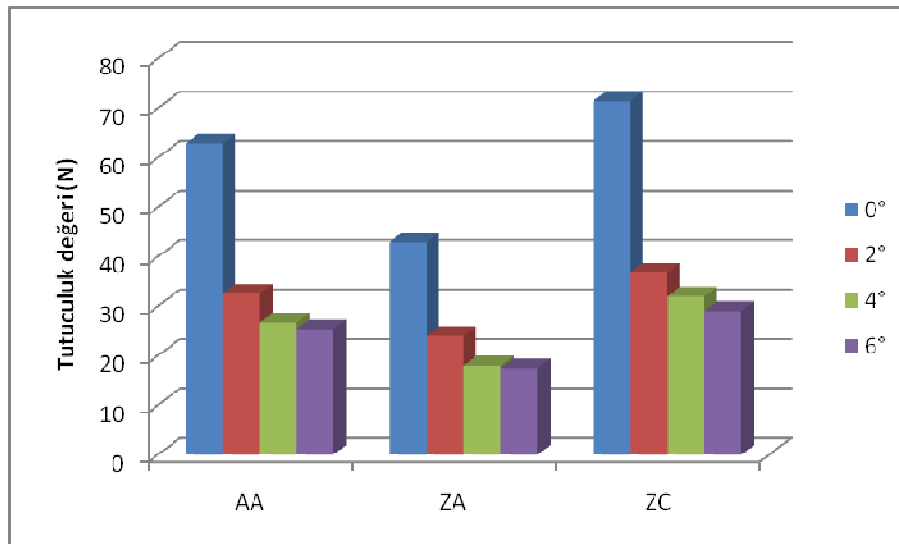
**Tablo 4-13: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	62,84 ± 12,156 <b>A a</b>	42,91 ± 16,969 <b>B a</b>	71,40 ± 13,307 <b>A a</b>	66,875	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,58 ± 9,782 <b>A b</b>	23,99 ± 8,130 <b>B b</b>	36,77 ± 5,918 <b>A b</b>	60,382	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	26,66 ± 3,212 <b>A c</b>	18,00 ± 9,050 <b>B c</b>	31,98 ± 2,804 <b>C c</b>	104,609	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	25,40 ± 5,092 <b>A c</b>	17,50 ± 5,144 <b>B c</b>	29,06 ± 0,896 <b>C d</b>	99,922	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	158,175	95,750	167,023		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-11: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

5.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-14'te ve Şekil 4-12'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

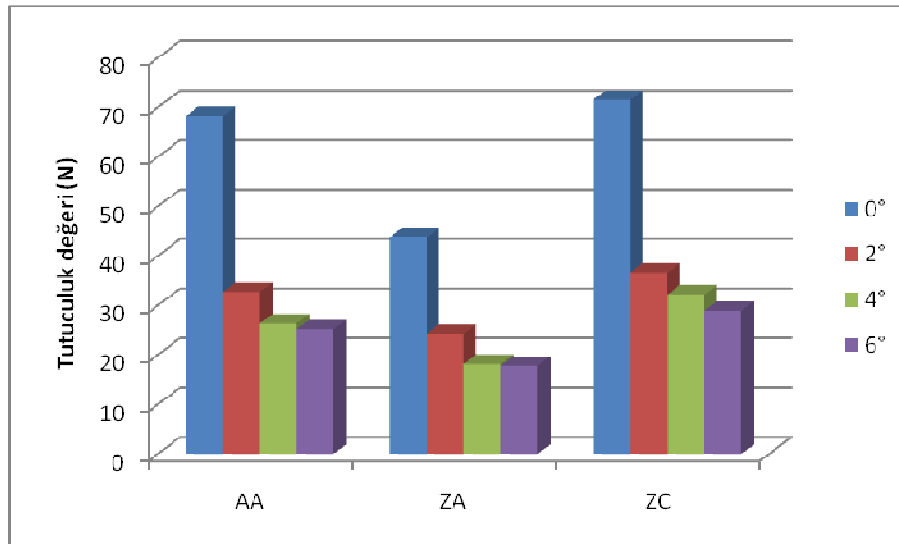
**Tablo 4-14: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	68,28 ± 16,633 <b>A a</b>	43,77 ± 16,776 <b>B a</b>	71,53 ± 13,373 <b>A a</b>	62,887	≤0,0001
$2^\circ$	32,70 ± 9,820 <b>A b</b>	24,31 ± 8,152 <b>B b</b>	36,59 ± 5,776 <b>A b</b>	59,510	≤0,0001
$4^\circ$	26,35 ± 3,072 <b>A c</b>	18,14 ± 9,065 <b>B c</b>	32,16 ± 2,815 <b>C c</b>	106,925	≤0,0001
$6^\circ$	25,23 ± 5,081 <b>A c</b>	17,81 ± 5,179 <b>B c</b>	28,98 ± 0,940 <b>C d</b>	98,912	≤0,0001
$\chi^2$	160,645	95,387	168,048		
p	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-12: Konus açısı ve materyale göre grupların 5.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

6.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-15'te ve Şekil 4-13'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

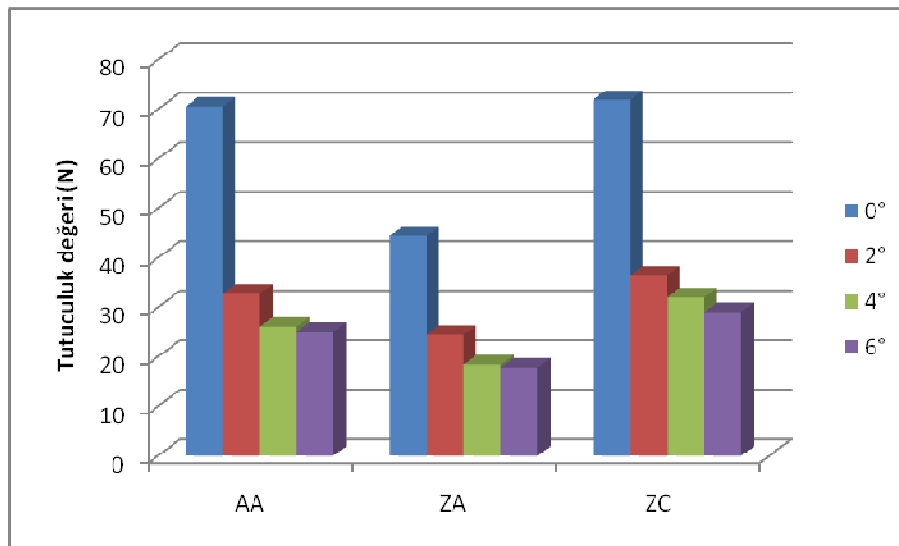
**Tablo 4-15: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	70,59 ± 18,948 <b>A a</b>	44,42 ± 16,430 <b>B a</b>	71,91 ± 13,700 <b>A a</b>	62,093	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,77 ± 9,955 <b>A b</b>	24,46 ± 8,172 <b>B b</b>	36,45 ± 5,823 <b>A b</b>	59,298	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	26,10 ± 2,930 <b>A c</b>	18,44 ± 9,206 <b>B c</b>	32,08 ± 2,997 <b>C c</b>	98,643	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	25,08 ± 5,079 <b>A c</b>	17,83 ± 4,836 <b>B c</b>	29,09 ± 1,058 <b>C d</b>	105,301	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	162,861	96,639	165,754		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-13: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

6.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-16'da ve Şekil 4-14'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

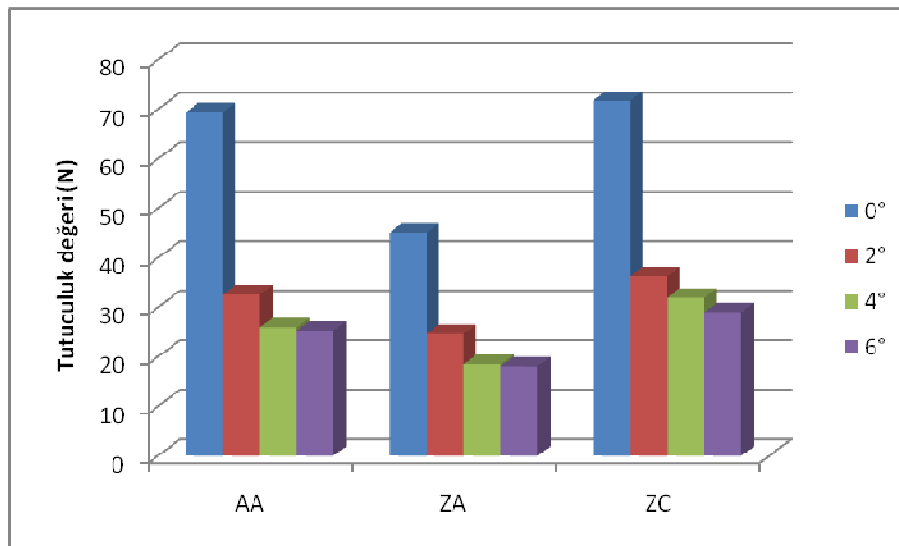
**Tablo 4-16: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	69,42 ± 17,701 <b>A a</b>	45,14 ± 16,426 <b>B a</b>	71,75 ± 13,455 <b>A a</b>	60,937	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,59 ± 10,008 <b>A b</b>	24,65 ± 8,132 <b>B b</b>	36,24 ± 5,720 <b>A b</b>	57,326	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	25,98 ± 2,643 <b>A c</b>	18,52 ± 9,215 <b>B c</b>	31,97 ± 2,883 <b>C c</b>	97,812	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	25,32 ± 4,947 <b>A c</b>	18,11 ± 4,742 <b>B c</b>	29,05 ± 1,115 <b>C d</b>	105,320	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	160,555	97,878	166,729		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-14: Konus açısı ve materyale göre grupların 6.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**



7.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-17’de ve Şekil 4-15’de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

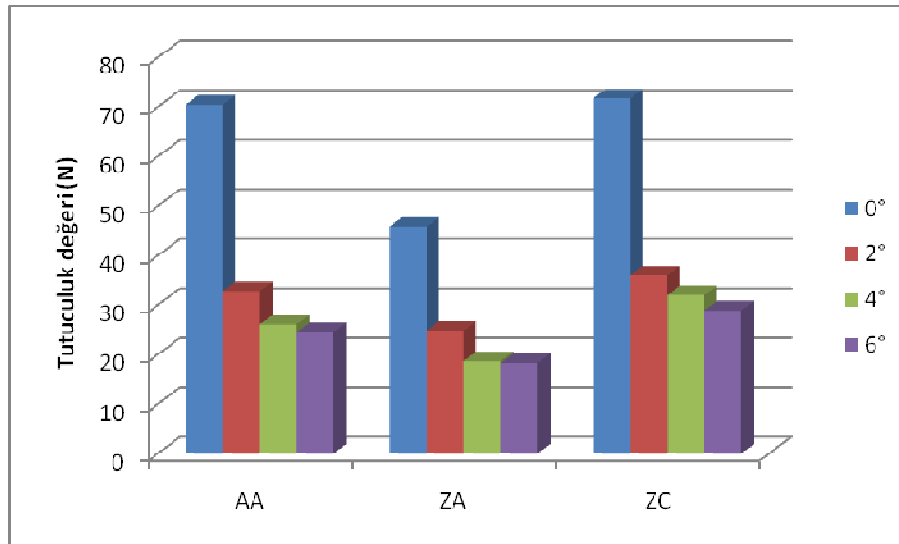
**Tablo 4-17: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	70,47 ± 21,296 <b>A a</b>	45,81 ± 16,241 <b>B a</b>	71,71 ± 13,429 <b>A a</b>	53,195	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,81 ± 10,248 <b>A b</b>	24,83 ± 8,178 <b>B b</b>	35,98 ± 5,720 <b>A b</b>	54,214	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	26,08 ± 2,491 <b>A c</b>	18,68 ± 9,329 <b>B c</b>	31,99 ± 3,239 <b>C c</b>	88,577	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,53 ± 5,488 <b>A c</b>	18,26 ± 4,481 <b>B c</b>	28,91 ± 1,006 <b>C d</b>	98,235	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,994	103,629	163,733		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-15: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

7.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-18’te ve Şekil 4-16’de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

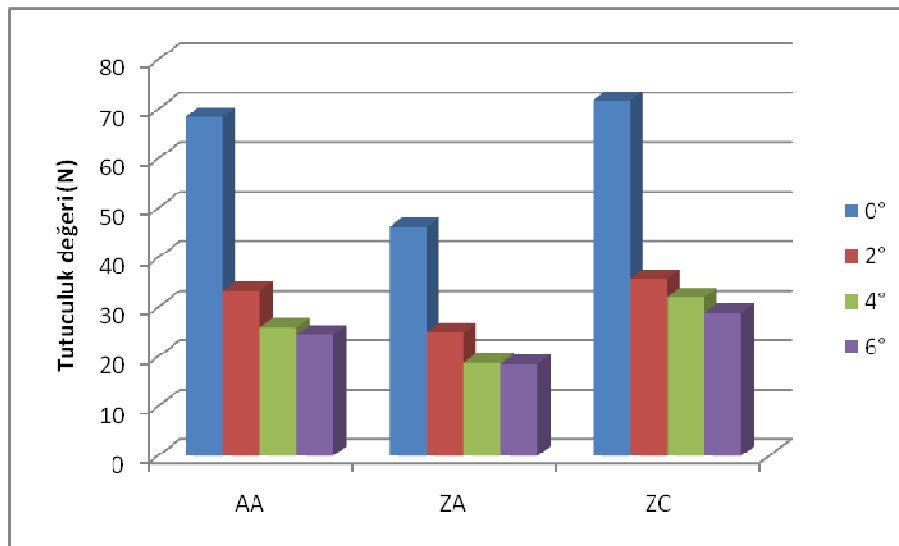
**Tablo 4-18: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	68,48 ± 20,184 <b>A a</b>	46,24 ± 15,970 <b>B a</b>	71,75 ± 13,338 <b>A a</b>	52,078	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	33,37 ± 10,550 <b>A b</b>	24,90 ± 8,180 <b>B b</b>	35,78 ± 5,612 <b>A b</b>	51,618	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	25,95 ± 2,281 <b>A c</b>	18,83 ± 9,437 <b>B c</b>	32,07 ± 2,948 <b>C c</b>	94,393	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,46 ± 5,723 <b>A c</b>	18,50 ± 4,436 <b>B c</b>	28,98 ± 1,113 <b>C d</b>	95,191	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,964	111,597	164,948		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-16: Konus açısı ve materyale göre grupların 7.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

8.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-19'da ve Şekil 4-17'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

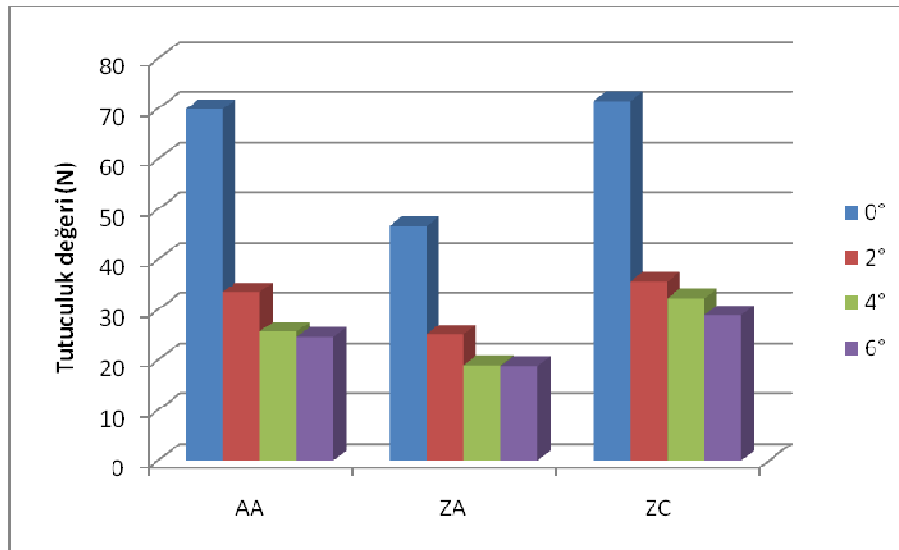
**Tablo 4-19: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	69,93 $\pm$ 22,197 <b>A a</b>	46,74 $\pm$ 16,074 <b>B a</b>	71,49 $\pm$ 13,595 <b>A a</b>	48,066	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	33,50 $\pm$ 10,653 <b>A b</b>	25,11 $\pm$ 8,182 <b>B b</b>	35,62 $\pm$ 5,563 <b>A b</b>	49,861	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	25,64 $\pm$ 2,491 <b>A c</b>	19,03 $\pm$ 9,562 <b>B c</b>	32,23 $\pm$ 2,959 <b>C c</b>	92,752	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,57 $\pm$ 5,514 <b>A c</b>	18,86 $\pm$ 4,317 <b>B c</b>	28,97 $\pm$ 1,137 <b>C d</b>	94,245	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,443	112,385	165,304		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-17: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

8.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-20'de ve Şekil 4-18'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

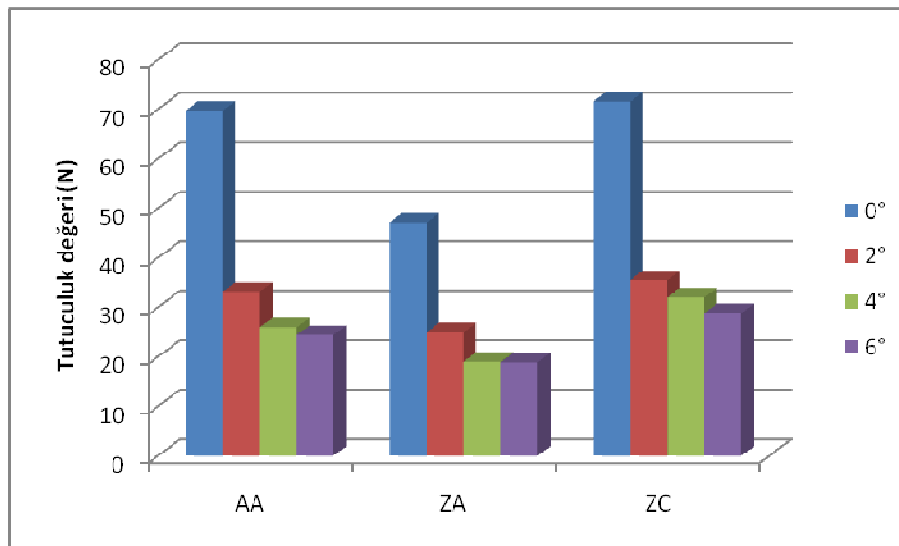
**Tablo 4-20: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	69,77 ± 22,806 <b>A a</b>	47,09 ± 16,176 <b>B a</b>	71,53 ± 13,850 <b>A a</b>	48,058	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	33,19 ± 10,933 <b>A b</b>	24,99 ± 7,981 <b>B b</b>	35,50 ± 5,668 <b>A b</b>	49,228	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	25,99 ± 2,545 <b>A c</b>	19,04 ± 9,535 <b>B c</b>	32,05 ± 3,091 <b>C c</b>	88,846	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,44 ± 5,494 <b>A c</b>	18,89 ± 4,168 <b>B c</b>	28,86 ± 1,224 <b>C d</b>	94,225	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,876	115,923	164,589		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-18: Konus açısı ve materyale göre grupların 8.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

9.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-21'de ve Şekil 4-19'da verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

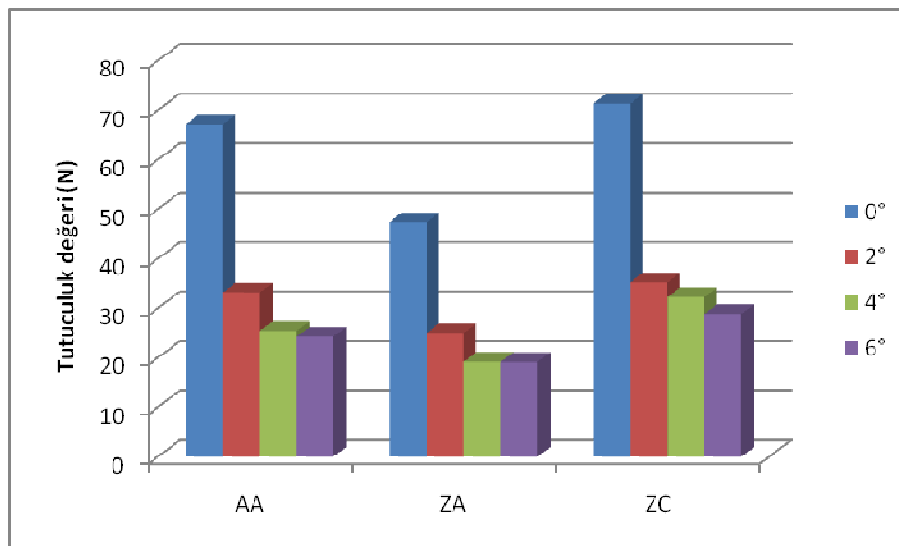
**Tablo 4-21: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	67,09 ± 19,845 <b>A a</b>	47,35 ± 16,085 <b>B a</b>	71,30 ± 13,723 <b>A a</b>	47,647	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	33,18 ± 10,820 <b>A b</b>	25,01 ± 7,998 <b>B b</b>	35,21 ± 5,745 <b>A b</b>	43,946	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	25,42 ± 2,487 <b>A c</b>	19,16 ± 9,643 <b>B c</b>	32,25 ± 3,058 <b>C c</b>	89,782	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,27 ± 5,528 <b>A c</b>	19,14 ± 4,202 <b>B c</b>	28,88 ± 1,318 <b>C d</b>	89,605	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,941	115,721	164,019		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-19: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

9.500 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-22'de ve Şekil 4-20'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

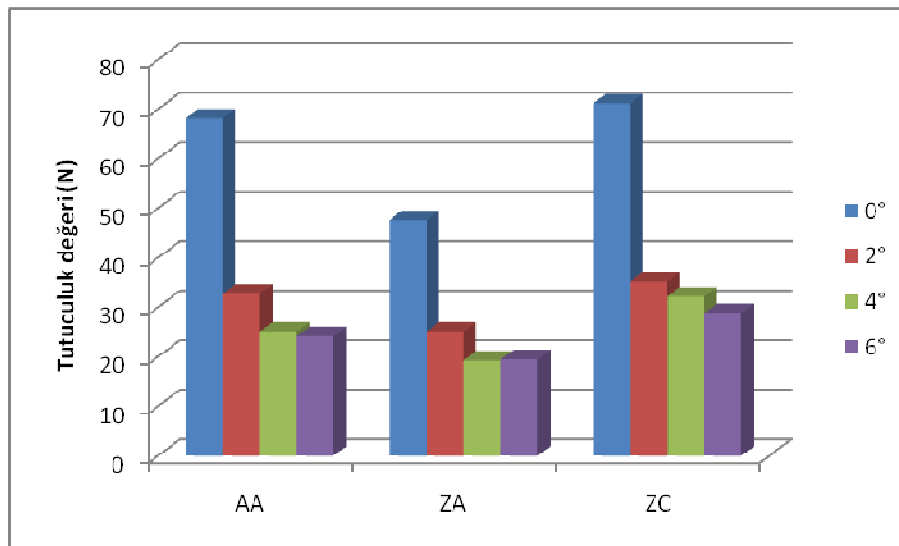
**Tablo 4-22: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.500 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	68,19 ± 21,563 <b>A a</b>	47,63 ± 15,978 <b>B a</b>	71,17 ± 13,887 <b>A a</b>	46,117	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,77 ± 10,538 <b>A b</b>	25,14 ± 7,924 <b>B b</b>	35,19 ± 5,718 <b>A b</b>	42,694	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	25,11 ± 2,571 <b>A c</b>	19,30 ± 9,646 <b>B c</b>	32,21 ± 3,041 <b>C c</b>	90,388	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,15 ± 5,577 <b>A c</b>	19,47 ± 4,003 <b>B c</b>	28,87 ± 1,270 <b>C d</b>	85,974	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	157,525	115,078	164,893		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.



**Şekil 4-20: Konus açısı ve materyale göre grupların 9.500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası elde edilen tutuculuk değerleri ve karşılaştırması Tablo 4-23'te ve Şekil 4-21'de verilmiştir. Konus açısı ve materyale göre başlangıçtaki tutuculuk değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,01$ ) belirlenmiştir. En yüksek tutuculuk değeri  $ZC0^\circ$  grubunda elde edilirken, en düşük değer ise  $ZA6^\circ$  grubunda saptanmıştır.

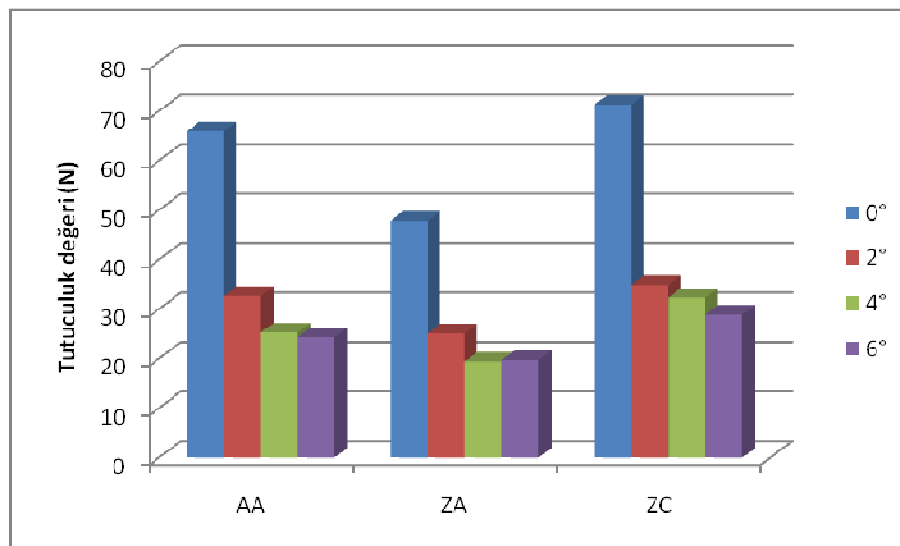
**Tablo 4-23: Konus açısı ve materyale göre grupların 10.000 döngü sonrası tutuculuk değerleri (N) ve karşılaştırması**

Konus Açısı	Materyal			$\chi^2$	p
	AA	ZA	ZC		
$0^\circ$	65,97 $\pm$ 19,231 <b>A a</b>	47,84 $\pm$ 15,969 <b>B a</b>	71,26 $\pm$ 14,108 <b>A a</b>	45,755	$\leq 0,0001$
$2^\circ$	32,65 $\pm$ 10,308 <b>A b</b>	25,08 $\pm$ 7,852 <b>B b</b>	34,92 $\pm$ 5,665 <b>A b</b>	42,724	$\leq 0,0001$
$4^\circ$	25,29 $\pm$ 2,444 <b>A c</b>	19,44 $\pm$ 9,983 <b>B b,c</b>	32,32 $\pm$ 3,167 <b>C b</b>	88,465	$\leq 0,0001$
$6^\circ$	24,31 $\pm$ 5,687 <b>A c</b>	19,73 $\pm$ 4,109 <b>B c</b>	28,91 $\pm$ 1,471 <b>C c</b>	80,956	$\leq 0,0001$
$\chi^2$	158,913	112,242	161,868		
p	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$	$\leq 0,0001$		

Tek yönlü varyans analizi.  $\chi^2$ : Ki-kare değeri.

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

A, B, C ve a, b, c, d harfleri Tamhane Çoklu Karşılaştırma Testi ile yapılan karşılaştırmaları ifade etmek için kullanılmıştır. Aynı harfi bulunduran ortalamalar birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Yatay yöndeki karşılaştırmalarda büyük harfler, dikey yöndeki karşılaştırmalarda küçük harfler kullanılmıştır.

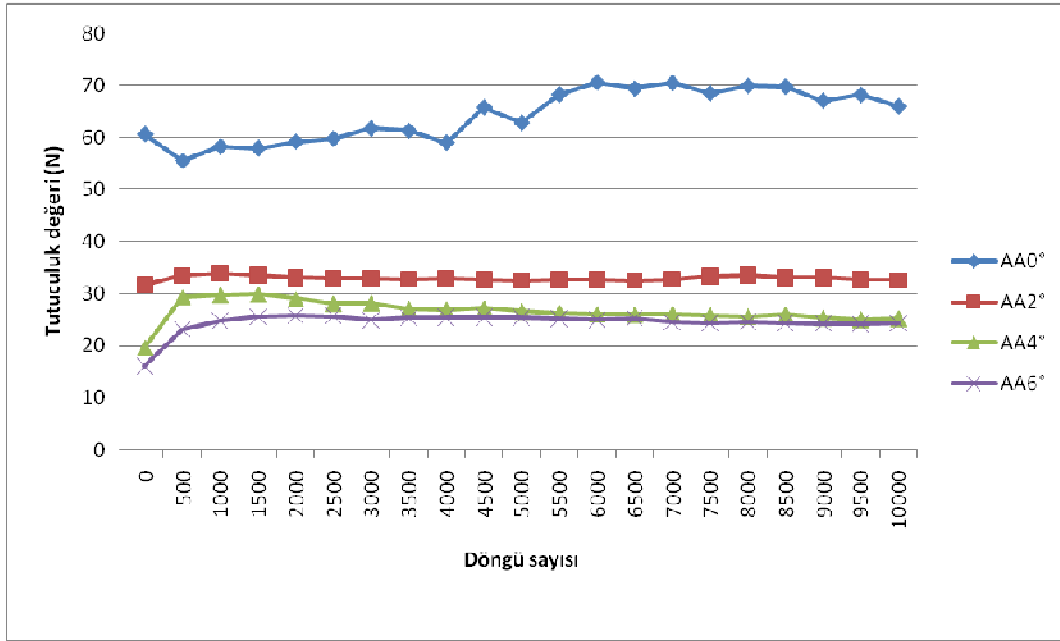


**Şekil 4-21: Konus açısı ve materyale göre grupların 10.000 döngü sonrası tutuculuk değerlerinin karşılaştırması.**

#### 4.1.4. Grupların Tutuculuk Değerlerindeki Değişimler

Çalışmamızda her grubun tutuculuk değeri 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca tüm ölçüm periyotlarında incelenmiş ve elde edilen değerler grup içinde karşılaştırılarak 10.000 döngü boyunca görülen tutuculuk değeri değişimleri incelenmiştir.

AA gruplarına ait örneklerin tutuculuk değerlerinin ortalamalarının 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca gösterdikleri değişimler Şekil 4-22'de verilmiştir. Tutuculuk değerleri konik teleskop kuronlarda ( $2^\circ$ ,  $4^\circ$ ,  $6^\circ$ ) daha düzenli bir çizgi halinde izlenirken silindirik teleskop kuronlarda ( $0^\circ$ ) daha düzensiz olduğu gözlenmektedir. Ayrıca konik teleskop kuronlarda ilk uygulamanın ardından 500 döngü sonrası tutuculuk değerlerinde genel olarak artış gözlenmektedir.



**Şekil 4-22: AA gruplarına ait örneklerin 10.000 döngü boyunca saptanan tutuculuk değerleri.**

AA0° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-24'te, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-



25'te verilmiştir. Birbirini takip eden periyotlarda ölçülen tutuculuk değerleri arasında sıklıkla anlamlı farklar saptanmıştır ( $p \leq 0,05$ ) ancak AA0° grubunda başlangıç tutuculuk değeri ile 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri arasında anlamlı fark yoktur ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 4-24: AA0° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	0,208	0-4.000	0,44	0-7.500	0,484
0-1.000	0,135	0-4.500	0,484	0-8.000	0,484
0-1.500	0,164	0-5.000	0,541	0-8.500	0,484
0-2.000	0,941	0-5.500	0,484	0-9.000	0,484
0-2.500	0,44	0-6.000	0,484	0-9.500	0,484
0-3.000	0,531	0-6.500	0,484	0-10.000	0,484
0-3.500	0,752	0-7.000	0,484		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-25: AA0° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	0,208	3.500-4.000	$\leq 0,0001$	7.000-7.500	$\leq 0,0001$
500-1.000	0,027	4.000-4.500	0,009	7.500-8.000	$\leq 0,0001$
1.000-1.500	0,365	4.500-5.000	0,002	8.000-8.500	0,093
1.500-2.000	0,475	5.000-5.500	$\leq 0,0001$	8.500-9.000	$\leq 0,0001$
2.000-2.500	0,686	5.500-6.000	0,001	9.000-9.500	0,005
2.500-3.000	0,236	6.000-6.500	$\leq 0,0001$	9.500-10.000	$\leq 0,0001$
3.000-3.500	0,802	6.500-7.000	0,357		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

AA2° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-26'da, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-

27'de verilmiştir. AA2° grubunda başlangıç tutuculuk değeri ile 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır ( $p\leq 0,01$ ).

**Tablo 4-26: AA2° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	$\leq 0,0001$	0-4.000	0,016	0-7.500	0,001
0-1.000	$\leq 0,0001$	0-4.500	0,027	0-8.000	$\leq 0,0001$
0-1.500	$\leq 0,0001$	0-5.000	0,079	0-8.500	0,004
0-2.000	$\leq 0,0001$	0-5.500	0,045	0-9.000	0,004
0-2.500	0,001	0-6.000	0,051	0-9.500	0,014
0-3.000	$\leq 0,0001$	0-6.500	0,056	0-10.000	0,115
0-3.500	0,017	0-7.000	0,036		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p\leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p\leq 0,05$ : Anlamlı.  $p>0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-27: AA2° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	$\leq 0,0001$	3.500-4.000	0,185	7.000-7.500	$\leq 0,0001$
500-1.000	0,042	4.000-4.500	$\leq 0,0001$	7.500-8.000	0,098
1.000-1.500	0,014	4.500-5.000	0,457	8.000-8.500	$\leq 0,0001$
1.500-2.000	0,081	5.000-5.500	0,019	8.500-9.000	0,889
2.000-2.500	0,282	5.500-6.000	0,448	9.000-9.500	$\leq 0,0001$
2.500-3.000	0,369	6.000-6.500	0,011	9.500-10.000	0,35
3.000-3.500	0,377	6.500-7.000	0,014		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p\leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p\leq 0,05$ : Anlamlı.  $p>0,05$ : Anlamlı değil.

AA4° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-28'de, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-29'da verilmiştir. AA4° grubunda, 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve fark ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ).

**Tablo 4-28: AA4° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
<b>0-500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-4.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-7.500</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-1.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-4.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-8.000</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-1.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-5.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-8.500</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-2.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-5.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-9.000</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-2.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-6.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-9.500</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-3.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-6.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-10.000</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-3.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-7.000</b>	$\leq 0,0001$		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-29: AA4° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	3.500-4.000	0,339	7.000-7.500	0,131
500-1.000	0,385	4.000-4.500	0,101	7.500-8.000	0,071
1.000-1.500	0,546	4.500-5.000	≤0,0001	8.000-8.500	0,002
1.500-2.000	0,015	5.000-5.500	0,035	8.500-9.000	0,001
2.000-2.500	≤0,0001	5.500-6.000	0,016	9.000-9.500	≤0,0001
2.500-3.000	0,785	6.000-6.500	0,466	9.500-10.000	0,001
3.000-3.500	≤0,0001	6.500-7.000	0,713		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

AA6° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-30'da, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-31'de verilmiştir. AA6° grubunda, 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve fark ileri derecede anlamlıdır (p≤0,01). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır (p≤0,01).

**Tablo 4-30: AA6° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	0-4.000	≤0,0001	0-7.500	≤0,0001
0-1.000	≤0,0001	0-4.500	≤0,0001	0-8.000	≤0,0001
0-1.500	≤0,0001	0-5.000	≤0,0001	0-8.500	≤0,0001
0-2.000	≤0,0001	0-5.500	≤0,0001	0-9.000	≤0,0001
0-2.500	≤0,0001	0-6.000	≤0,0001	0-9.500	≤0,0001
0-3.000	≤0,0001	0-6.500	≤0,0001	0-10.000	≤0,0001
0-3.500	≤0,0001	0-7.000	≤0,0001		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

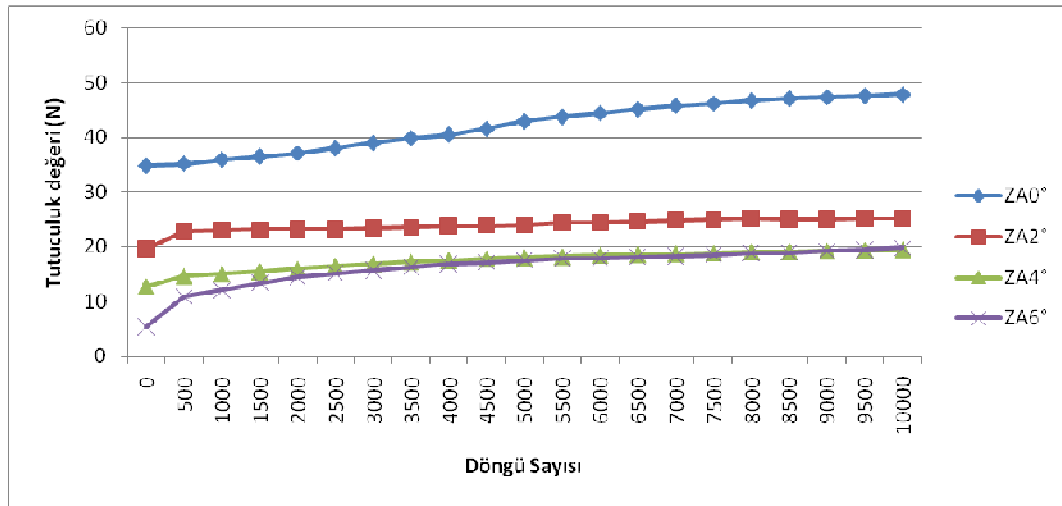
**Tablo 4-31: AA6° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	3.500-4.000	0,68	7.000-7.500	0,924
500-1.000	≤0,0001	4.000-4.500	0,385	7.500-8.000	0,104
1.000-1.500	≤0,0001	4.500-5.000	0,503	8.000-8.500	0,059
1.500-2.000	0,213	5.000-5.500	0,008	8.500-9.000	0,008
2.000-2.500	0,279	5.500-6.000	0,141	9.000-9.500	0,02
2.500-3.000	≤0,0001	6.000-6.500	0,028	9.500-10.000	0,011
3.000-3.500	0,245	6.500-7.000	≤0,0001		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

ZA gruplarına ait örneklerin 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca gösterdikleri değişimler Şekil 4-23'te görülmektedir. ZA0° örneklerde, AA0° örneklere göre tutuculuk değerleri daha düzenli değişimlerle seyretmektedir. ZA konik teleskop kuronlarda tutuculuk değerleri ilk 500 döngüden sonra artış göstermekte, ancak ZA silindirik teleskop kuronlarda tutuculuk değeri artışı tüm deney boyunca daha homojen dağılmaktadır.



**Şekil 4-23: ZA örneklerden 10.000 döngü boyunca elde edilen tutuculuk değerleri.**

ZA0° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-32'de, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-33'te verilmiştir. ZA0° grubunda 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve aradaki fark ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ). Başlangıç tutuculuk değeri ile aradaki fark ilk defa 4.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerlerinde ileri derecede anlamlı olarak gözlenmiş ve daha sonraki tüm periyotlarda ileri derecede anlamlı olarak gözlenmeye devam etmiştir.

**Tablo 4-32: ZA0° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	0,422	0-4.000	0,001	0-7.500	$\leq 0,0001$
0-1.000	0,07	0-4.500	$\leq 0,0001$	0-8.000	$\leq 0,0001$
0-1.500	0,025	0-5.000	$\leq 0,0001$	0-8.500	$\leq 0,0001$
0-2.000	0,032	0-5.500	$\leq 0,0001$	0-9.000	$\leq 0,0001$
0-2.500	0,052	0-6.000	$\leq 0,0001$	0-9.500	$\leq 0,0001$
0-3.000	0,016	0-6.500	$\leq 0,0001$	0-10.000	$\leq 0,0001$
0-3.500	0,003	0-7.000	$\leq 0,0001$		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-33: ZA0° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	0,422	3.500-4.000	$\leq 0,0001$	7.000-7.500	$\leq 0,0001$
500-1.000	0,057	4.000-4.500	$\leq 0,0001$	7.500-8.000	$\leq 0,0001$
1.000-1.500	0,03	4.500-5.000	$\leq 0,0001$	8.000-8.500	0,001
1.500-2.000	0,023	5.000-5.500	$\leq 0,0001$	8.500-9.000	0,002
2.000-2.500	0,001	5.500-6.000	$\leq 0,0001$	9.000-9.500	$\leq 0,0001$
2.500-3.000	$\leq 0,0001$	6.000-6.500	$\leq 0,0001$	9.500-10.000	0,006
3.000-3.500	$\leq 0,0001$	6.500-7.000	$\leq 0,0001$		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

ZA2° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-34'te, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-35'te verilmiştir. ZA2° grubunda, 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve fark ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık anlamlıdır ( $p \leq 0,05$ ).

**Tablo 4-34: ZA2° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
<b>0-500</b>	0,029	<b>0-4.000</b>	0,001	<b>0-7.500</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-1.000</b>	0,028	<b>0-4.500</b>	0,001	<b>0-8.000</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-1.500</b>	0,015	<b>0-5.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-8.500</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-2.000</b>	0,01	<b>0-5.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-9.000</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-2.500</b>	0,008	<b>0-6.000</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-9.500</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-3.000</b>	0,004	<b>0-6.500</b>	$\leq 0,0001$	<b>0-10.000</b>	$\leq 0,0001$
<b>0-3.500</b>	0,002	<b>0-7.000</b>	$\leq 0,0001$		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-35: ZA2° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	0,029	3.500-4.000	≤0,0001	7.000-7.500	0,151
500-1.000	0,069	4.000-4.500	0,005	7.500-8.000	≤0,0001
1.000-1.500	0,16	4.500-5.000	0,009	8.000-8.500	0,019
1.500-2.000	0,203	5.000-5.500	≤0,0001	8.500-9.000	0,269
2.000-2.500	0,617	5.500-6.000	0,009	9.000-9.500	0,019
2.500-3.000	0,064	6.000-6.500	≤0,0001	9.500-10.000	0,101
3.000-3.500	0,064	6.500-7.000	0,006		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

ZA4° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-36'da, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-37'de verilmiştir. ZA4° grubunda, 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve fark ileri derecede anlamlıdır (p≤0,01). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır (p≤0,01).

**Tablo 4-36: ZA4° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	0-4.000	≤0,0001	0-7.500	≤0,0001
0-1.000	≤0,0001	0-4.500	≤0,0001	0-8.000	≤0,0001
0-1.500	≤0,0001	0-5.000	≤0,0001	0-8.500	≤0,0001
0-2.000	≤0,0001	0-5.500	≤0,0001	0-9.000	≤0,0001
0-2.500	≤0,0001	0-6.000	≤0,0001	0-9.500	≤0,0001
0-3.000	≤0,0001	0-6.500	≤0,0001	0-10.000	≤0,0001
0-3.500	≤0,0001	0-7.000	≤0,0001		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.



**Tablo 4-37: ZA4° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	3.500-4.000	≤0,0001	7.000-7.500	0,006
500-1.000	0,003	4.000-4.500	≤0,0001	7.500-8.000	≤0,0001
1.000-1.500	≤0,0001	4.500-5.000	≤0,0001	8.000-8.500	0,959
1.500-2.000	≤0,0001	5.000-5.500	0,004	8.500-9.000	0,011
2.000-2.500	≤0,0001	5.500-6.000	≤0,0001	9.000-9.500	0,009
2.500-3.000	≤0,0001	6.000-6.500	0,07	9.500-10.000	0,11
3.000-3.500	≤0,0001	6.500-7.000	0,011		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

ZA6° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-38'da, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-39'da verilmiştir. ZA6° grubunda, 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ).

**Tablo 4-38: ZA6° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	0-4.000	≤0,0001	0-7.500	≤0,0001
0-1.000	≤0,0001	0-4.500	≤0,0001	0-8.000	≤0,0001
0-1.500	≤0,0001	0-5.000	≤0,0001	0-8.500	≤0,0001
0-2.000	≤0,0001	0-5.500	≤0,0001	0-9.000	≤0,0001
0-2.500	≤0,0001	0-6.000	≤0,0001	0-9.500	≤0,0001
0-3.000	≤0,0001	0-6.500	≤0,0001	0-10.000	≤0,0001
0-3.500	≤0,0001	0-7.000	≤0,0001		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

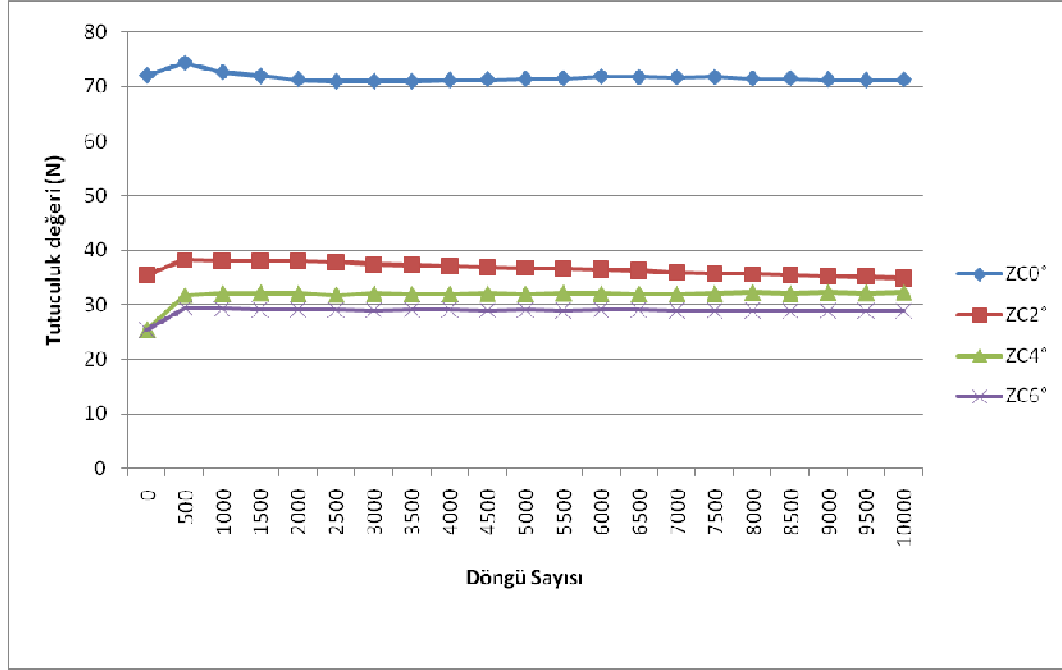
**Tablo 4-39: ZA6° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	3.500-4.000	≤0,0001	7.000-7.500	≤0,0001
500-1.000	≤0,0001	4.000-4.500	≤0,0001	7.500-8.000	≤0,0001
1.000-1.500	≤0,0001	4.500-5.000	≤0,0001	8.000-8.500	0,365
1.500-2.000	≤0,0001	5.000-5.500	≤0,0001	8.500-9.000	≤0,0001
2.000-2.500	≤0,0001	5.500-6.000	0,837	9.000-9.500	≤0,0001
2.500-3.000	≤0,0001	6.000-6.500	≤0,0001	9.500-10.000	0,001
3.000-3.500	≤0,0001	6.500-7.000	0,046		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

ZC gruplarına ait örneklerin tutuculuk değerlerinin 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca gösterdikleri değişimler Şekil 4-24'te verilmiştir. ZC0° örneklerin tutuculuk değerleri, ilk 1.000 döngü içerisinde görülen önce artış sonra azalış dışında, oldukça düzenli bir seyir göstermektedirler. ZC konik teleskop kuronlarda tutuculuk değerleri, AA ve ZA örneklerde de olduğu gibi ilk 500 döngüden sonra artış göstermektedir.



**Şekil 4-24: ZC örneklerden 10.000 döngü boyunca elde edilen tutuculuk değerleri.**

ZC0° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-40'ta, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-21'de verilmiştir. ZC0° grubunda başlangıç tutuculuk değeri ile 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4-40: ZC0° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	0,269	0-4.000	0,081	0-7.500	0,328
0-1.000	0,029	0-4.500	0,16	0-8.000	0,32
0-1.500	0,028	0-5.000	0,173	0-8.500	0,369
0-2.000	0,028	0-5.500	0,233	0-9.000	0,279
0-2.500	0,035	0-6.000	0,385	0-9.500	0,31
0-3.000	0,051	0-6.500	0,346	0-10.000	0,339
0-3.500	0,049	0-7.000	0,296		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-41: ZC0° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	0,269	3.500-4.000	0,001	7.000-7.500	0,546
500-1.000	≤0,0001	4.000-4.500	0,03	7.500-8.000	≤0,0001
1.000-1.500	0,005	4.500-5.000	0,129	8.000-8.500	0,26
1.500-2.000	0,03	5.000-5.500	0,067	8.500-9.000	0,004
2.000-2.500	0,002	5.500-6.000	0,002	9.000-9.500	0,009
2.500-3.000	0,86	6.000-6.500	0,071	9.500-10.000	0,627
3.000-3.500	0,691	6.500-7.000	0,475		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

ZC2° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-42’de, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-43’te verilmiştir. ZC2° grubunda, başlangıç tutuculuk değeri ile 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri arasında anlamlı bir fark yoktur. Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır (p≤0,01).

**Tablo 4-42: ZC2° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	0-4.000	0,002	0-7.500	0,393
0-1.000	≤0,0001	0-4.500	0,004	0-8.000	0,68
0-1.500	≤0,0001	0-5.000	0,004	0-8.500	0,971
0-2.000	≤0,0001	0-5.500	0,012	0-9.000	0,397
0-2.500	≤0,0001	0-6.000	0,026	0-9.500	0,357
0-3.000	≤0,0001	0-6.500	0,065	0-10.000	0,096
0-3.500	≤0,0001	0-7.000	0,173		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

**Tablo 4-43: ZC2° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	≤0,0001	3.500-4.000	≤0,0001	7.000-7.500	0,002
500-1.000	0,638	4.000-4.500	≤0,0001	7.500-8.000	0,004
1.000-1.500	0,527	4.500-5.000	0,198	8.000-8.500	0,005
1.500-2.000	0,414	5.000-5.500	0,009	8.500-9.000	≤0,0001
2.000-2.500	≤0,0001	5.500-6.000	0,012	9.000-9.500	0,757
2.500-3.000	≤0,0001	6.000-6.500	≤0,0001	9.500-10.000	0,003
3.000-3.500	0,453	6.500-7.000	≤0,0001		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri. p≤0,01: İleri derecede anlamlı. p≤0,05: Anlamlı. p>0,05: Anlamlı değil.

ZC4° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-44'te, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-45'te verilmiştir. ZC4° grubunda, 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve fark ileri derecede anlamlıdır (p≤0,01). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü

sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ).

**Tablo 4-44: ZC4° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	$\leq 0,0001$	0-4.000	$\leq 0,0001$	0-7.500	$\leq 0,0001$
0-1.000	$\leq 0,0001$	0-4.500	$\leq 0,0001$	0-8.000	$\leq 0,0001$
0-1.500	$\leq 0,0001$	0-5.000	$\leq 0,0001$	0-8.500	$\leq 0,0001$
0-2.000	$\leq 0,0001$	0-5.500	$\leq 0,0001$	0-9.000	$\leq 0,0001$
0-2.500	$\leq 0,0001$	0-6.000	$\leq 0,0001$	0-9.500	$\leq 0,0001$
0-3.000	$\leq 0,0001$	0-6.500	$\leq 0,0001$	0-10.000	$\leq 0,0001$
0-3.500	$\leq 0,0001$	0-7.000	$\leq 0,0001$		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-45: ZC4° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	$\leq 0,0001$	3.500-4.000	0,78	7.000-7.500	0,331
500-1.000	0,013	4.000-4.500	0,006	7.500-8.000	0,01
1.000-1.500	0,031	4.500-5.000	0,162	8.000-8.500	0,049
1.500-2.000	0,145	5.000-5.500	0,016	8.500-9.000	0,018
2.000-2.500	0,037	5.500-6.000	0,431	9.000-9.500	0,791
2.500-3.000	0,164	6.000-6.500	0,059	9.500-10.000	0,102
3.000-3.500	0,397	6.500-7.000	0,854		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

ZC6° grubu için başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-46'da, birbirini takip eden periyotlar sonrasında elde edilen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması Tablo 4-47'de verilmiştir. ZC6° grubunda, 10.000 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri başlangıç tutuculuk değerinden daha yüksektir ve fark ileri derecede anlamlıdır

( $p \leq 0,01$ ). Birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin ortalamaları arasında en büyük fark başlangıç ile 500 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değerleri ortalamaları arasındaki farktır ve bu farklılık ileri derecede anlamlıdır ( $p \leq 0,01$ ).

**Tablo 4-46: ZC6° grubunda başlangıç ile takma-çıkarma döngülerinden sonra ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	$\leq 0,0001$	0-4.000	$\leq 0,0001$	0-7.500	$\leq 0,0001$
0-1.000	$\leq 0,0001$	0-4.500	$\leq 0,0001$	0-8.000	$\leq 0,0001$
0-1.500	$\leq 0,0001$	0-5.000	$\leq 0,0001$	0-8.500	$\leq 0,0001$
0-2.000	$\leq 0,0001$	0-5.500	$\leq 0,0001$	0-9.000	$\leq 0,0001$
0-2.500	$\leq 0,0001$	0-6.000	$\leq 0,0001$	0-9.500	$\leq 0,0001$
0-3.000	$\leq 0,0001$	0-6.500	$\leq 0,0001$	0-10.000	$\leq 0,0001$
0-3.500	$\leq 0,0001$	0-7.000	$\leq 0,0001$		

Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

**Tablo 4-47: ZC6° grubunda birbirini takip eden periyotlar sonrasında ölçülen tutuculuk değerlerinin karşılaştırması**

Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p	Karşılaştırılan Döngü Sayısı	p
0-500	$\leq 0,0001$	3.500-4.000	0,596	7.000-7.500	0,195
500-1.000	0,002	4.000-4.500	0,263	7.500-8.000	0,768
1.000-1.500	0,006	4.500-5.000	0,431	8.000-8.500	0,038
1.500-2.000	0,702	5.000-5.500	0,162	8.500-9.000	0,448
2.000-2.500	0,233	5.500-6.000	0,011	9.000-9.500	0,536
2.500-3.000	0,746	6.000-6.500	0,427	9.500-10.000	0,512
3.000-3.500	0,365	6.500-7.000	0,023		

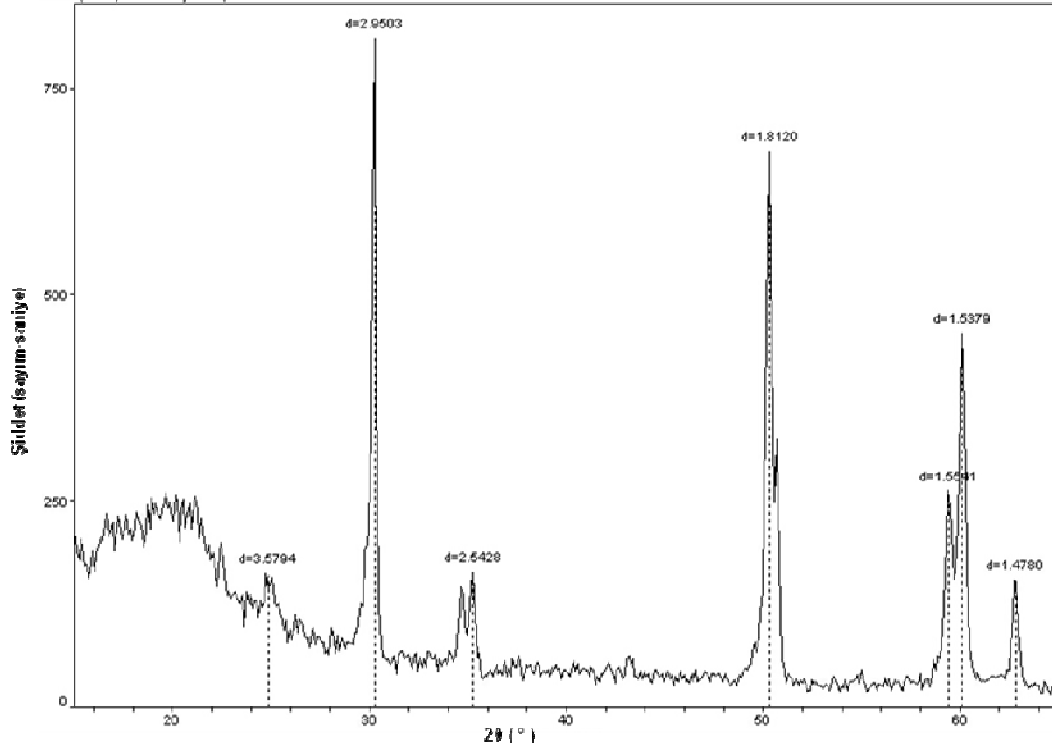
Wilcoxon İşaret Testi

p: Anlamlılık değeri.  $p \leq 0,01$ : İleri derecede anlamlı.  $p \leq 0,05$ : Anlamlı.  $p > 0,05$ : Anlamlı değil.

## 4.2. XRD Analiz Bulguları

Kontrol amaçlı, aşındırma ve cila işlemleri yapılmış ancak deneylerde kullanılmamış 1 adet örneğin  $5-65^\circ 2\theta$  aralığında çekilen XRD diyagramındaki tepe noktalarının kayıtlı PDF#50-1089 dosyasına göre tetragonal zirkonya ile uyumlu olduğu gözlenmiştir (Şekil 4-25).  $27-33^\circ 2\theta$  aralığında XRD analizi uygulanan kontrol örneğinde ve zirkonya primer kurona sahip tüm gruplardan tutuculuk değeri grup ortalamasına en yakın birer örnekte hesaplanan hacimce monoklinik faz oranları Tablo 4-48'de verilmiştir.

Örneklere ait XRD diyagramları Şekil 4-26,4-27,4-28,4-29,4-30,4-31,4-32,4-33,4-34,4-35,4-36'da görülmektedir.

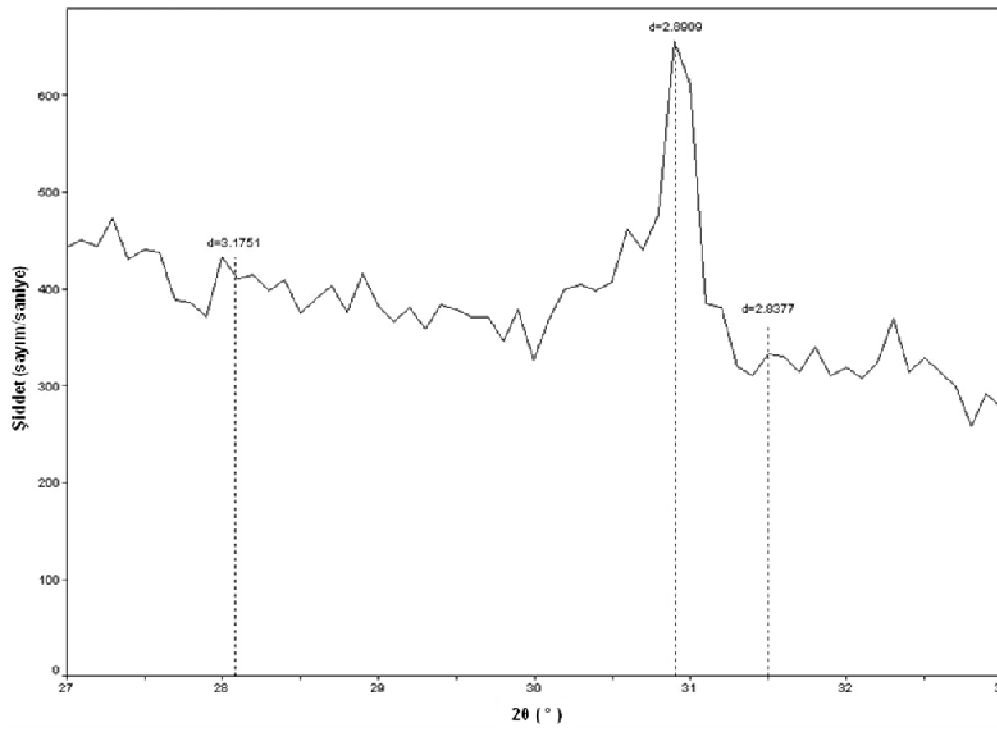


Şekil 4-25: Deney yapılmamış zirkonya primer kuronun  $5-65^\circ 2\theta$  aralığındaki XRD diyagramı.

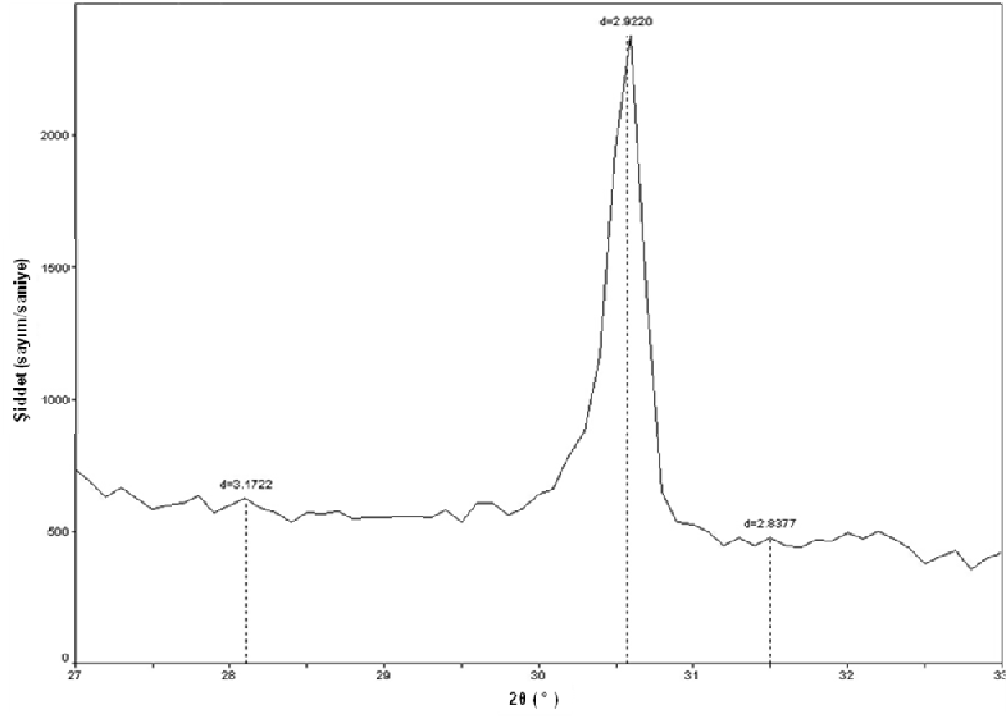


Tablo 4-48: Monoklinik faz oranları

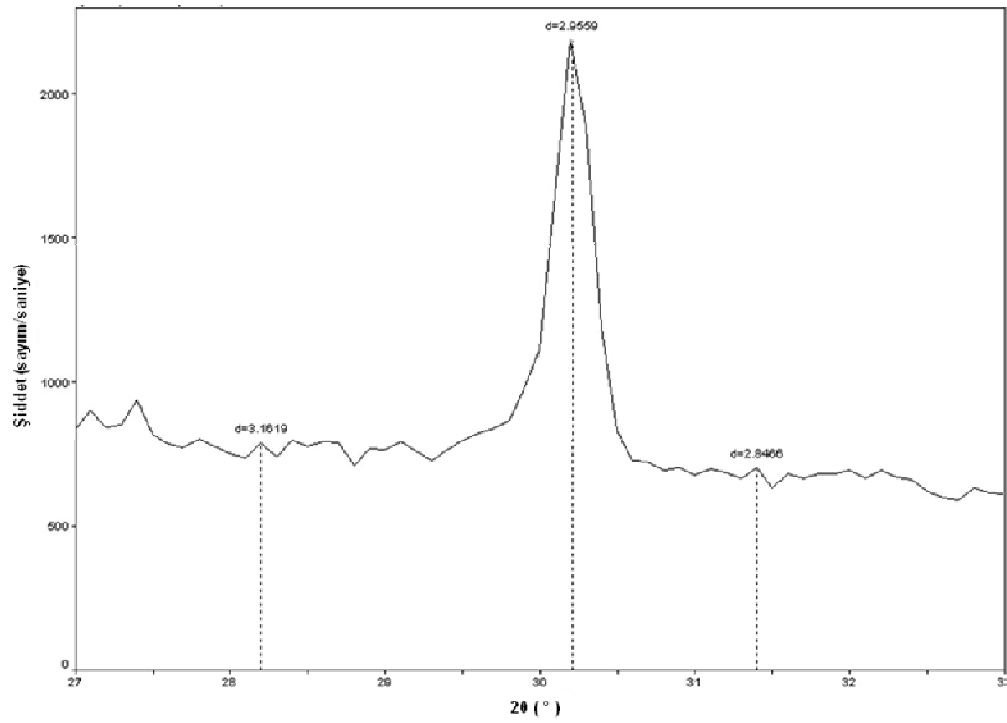
	Monoklinik Fazın Hacimsel Oranı (%)
Kontrol	19,7
ZA0°	3,9
ZA2°	2,6
ZA4°	1,7
ZA6°	2,3
ZC0°	3,9
ZC2°	3,9
ZC4°	1
ZC6°	3,1



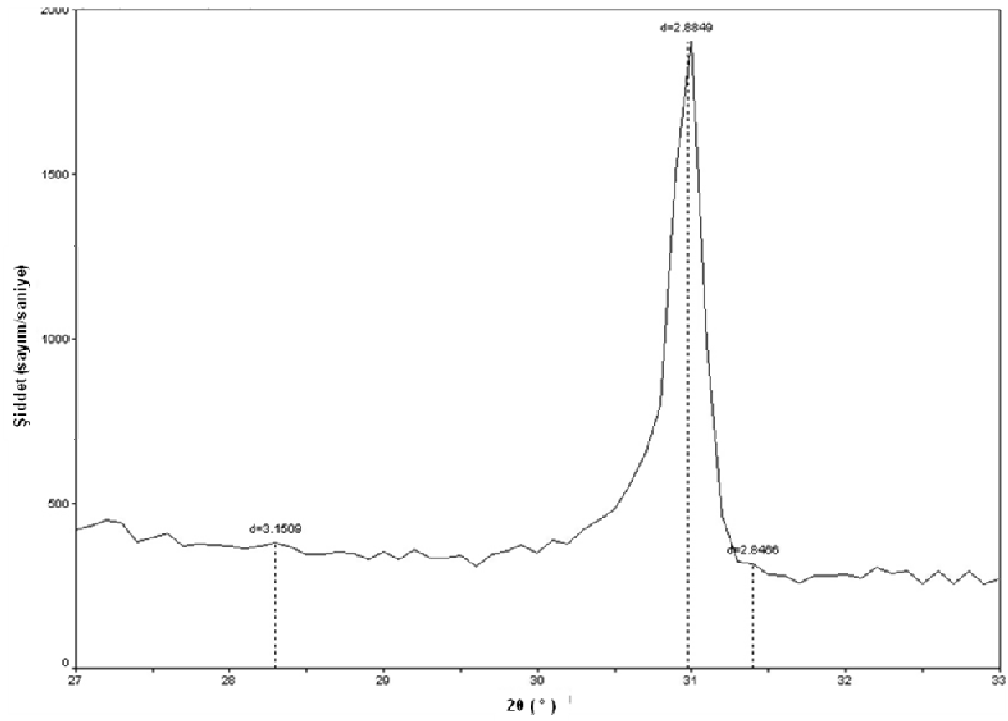
Şekil 4-26: Deney yapılmamış primer kuronun XRD diyagramı.



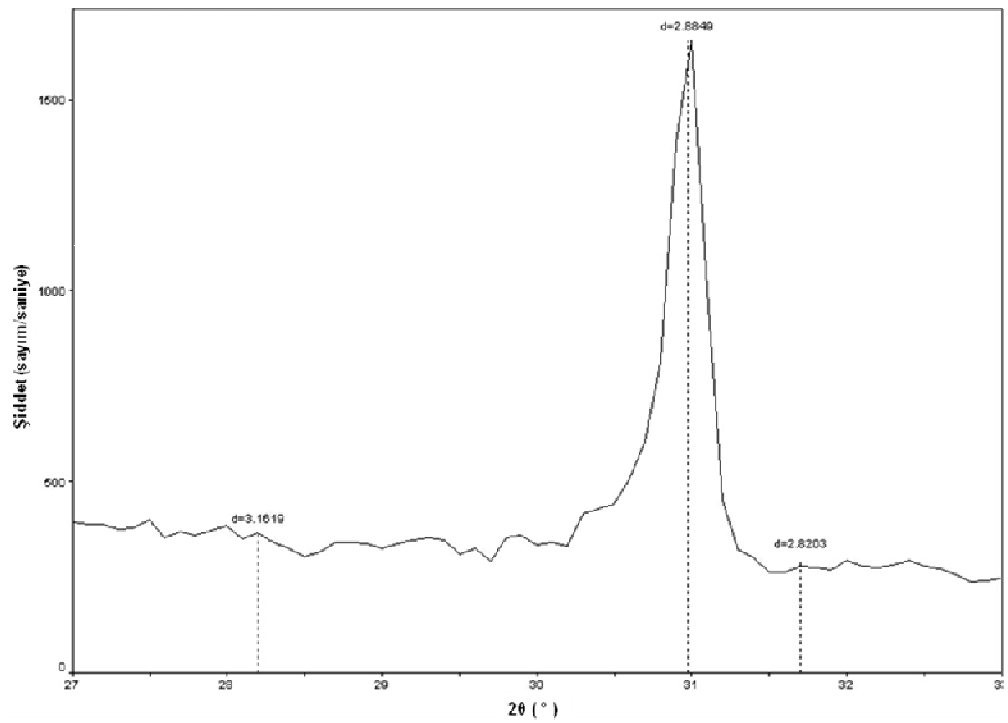
Şekil 4-27: ZA0° örneğinin primer krununa ait XRD diyagramı.



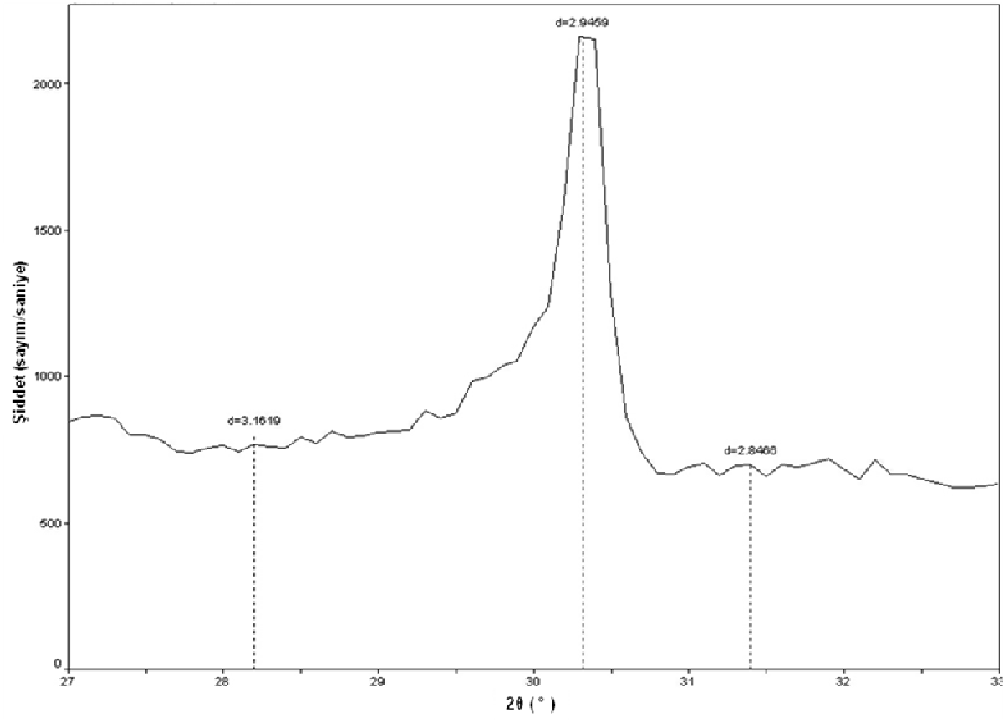
Şekil 4-28: ZA2° örneğin primer krununa ait XRD diyagramı.



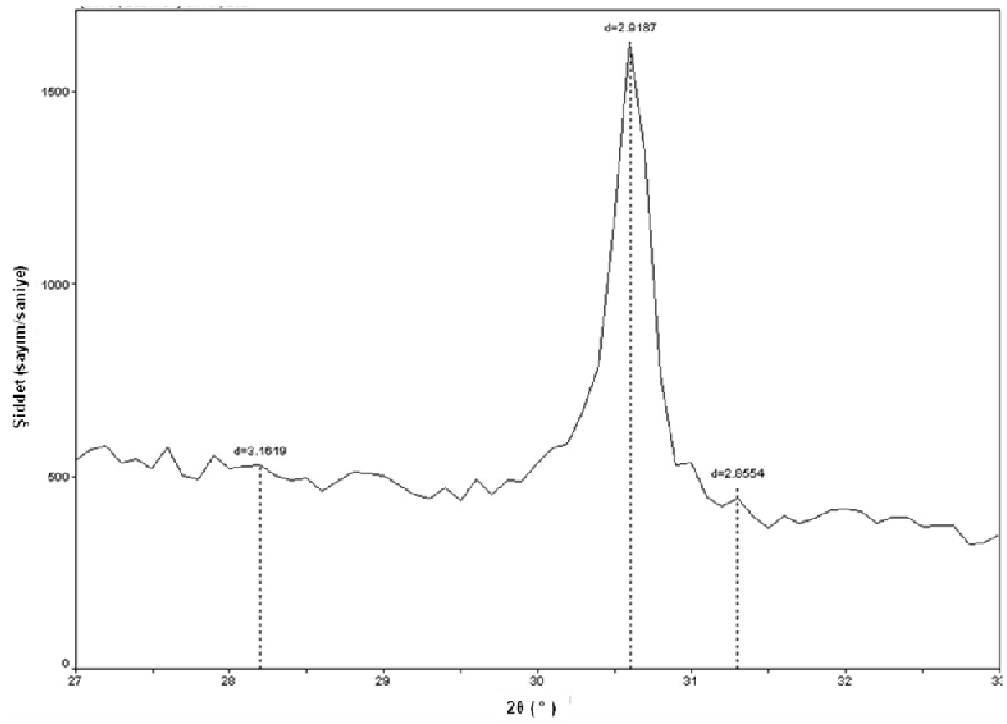
Şekil 4-29: ZA4° örneğin primer krununa ait XRD diyagramı.



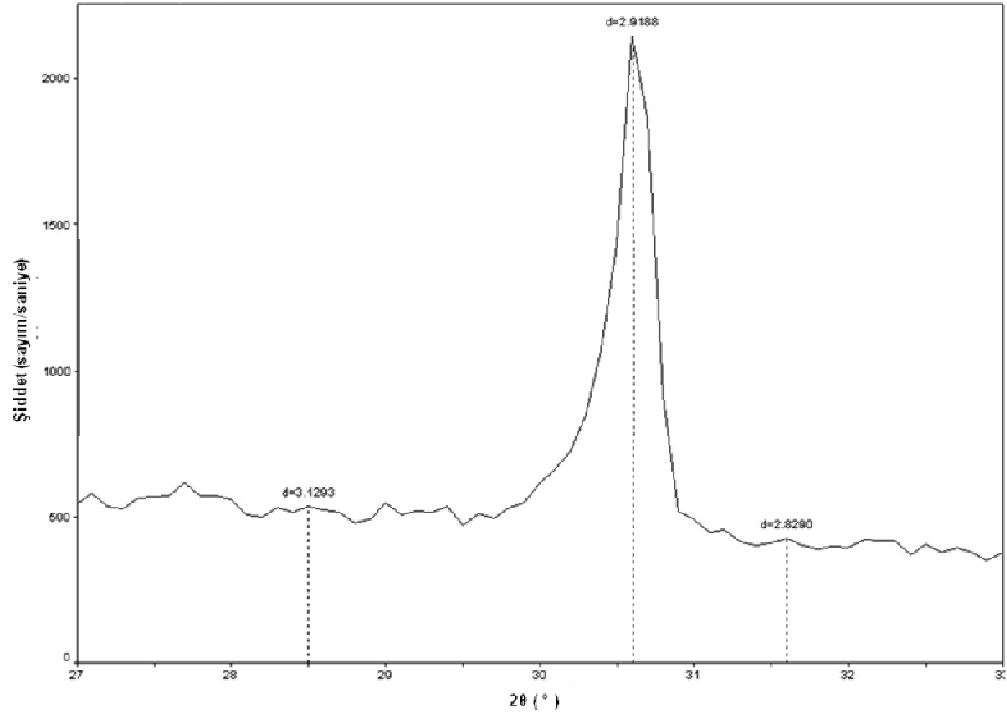
Şekil 4-30: ZA6° örneğin primer krununa ait XRD diyagramı.



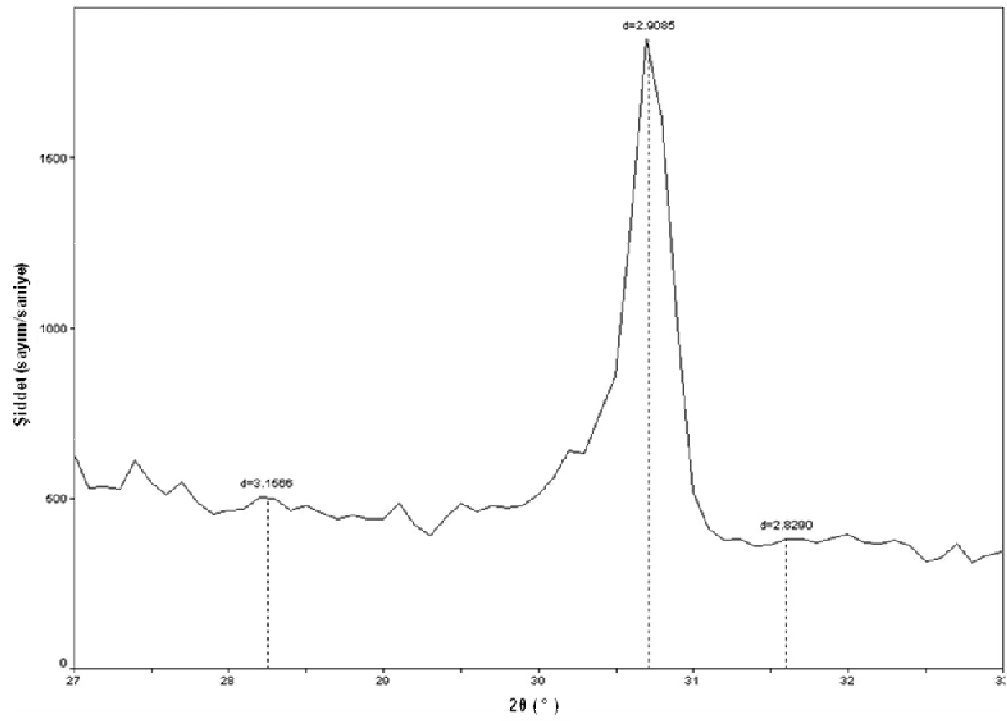
Şekil 4-31: ZC0° örneğin primer kuronuna ait XRD diyagramı.



Şekil 4-32: ZC2° örneğin primer kuronuna ait XRD diyagramı.



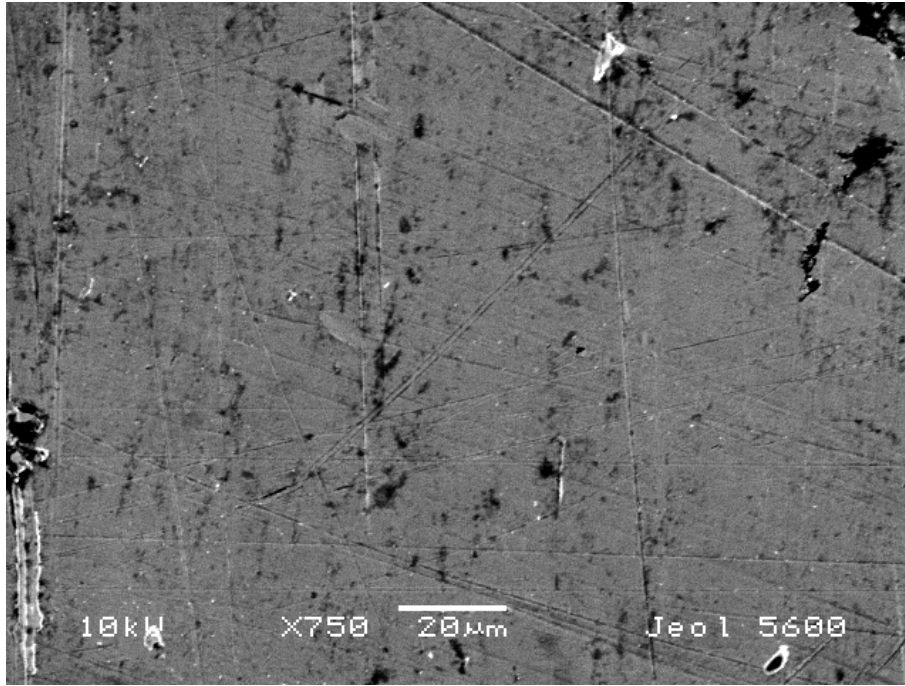
Şekil 4-33: ZC4° örneğın primer kuronuna ait XRD diyagramı.



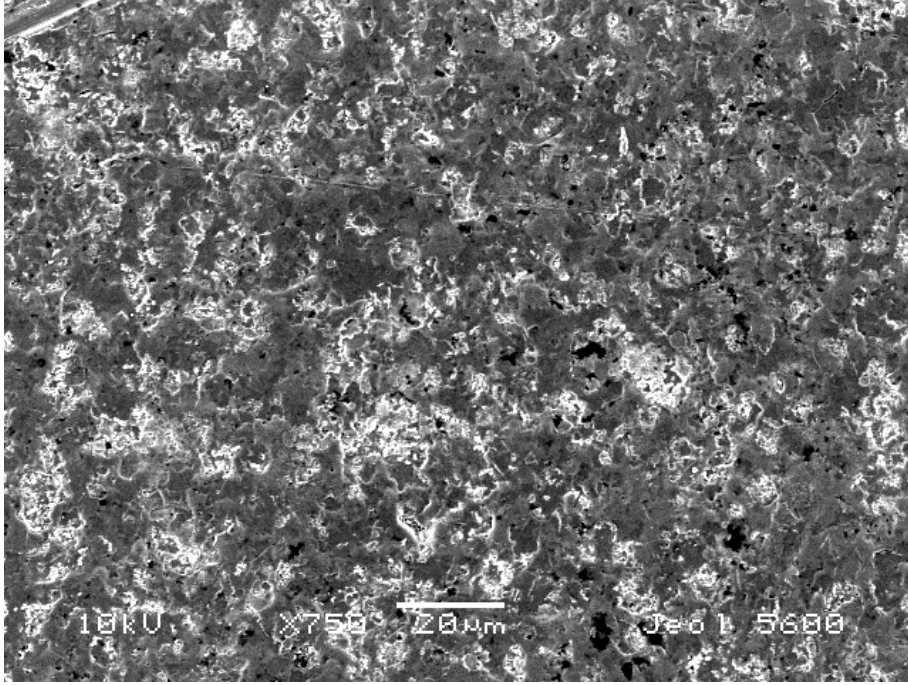
Şekil 4-34: ZC6° örneğın primer kuronuna ait XRD diyagramı.

### 4.3. SEM Analizi Bulguları

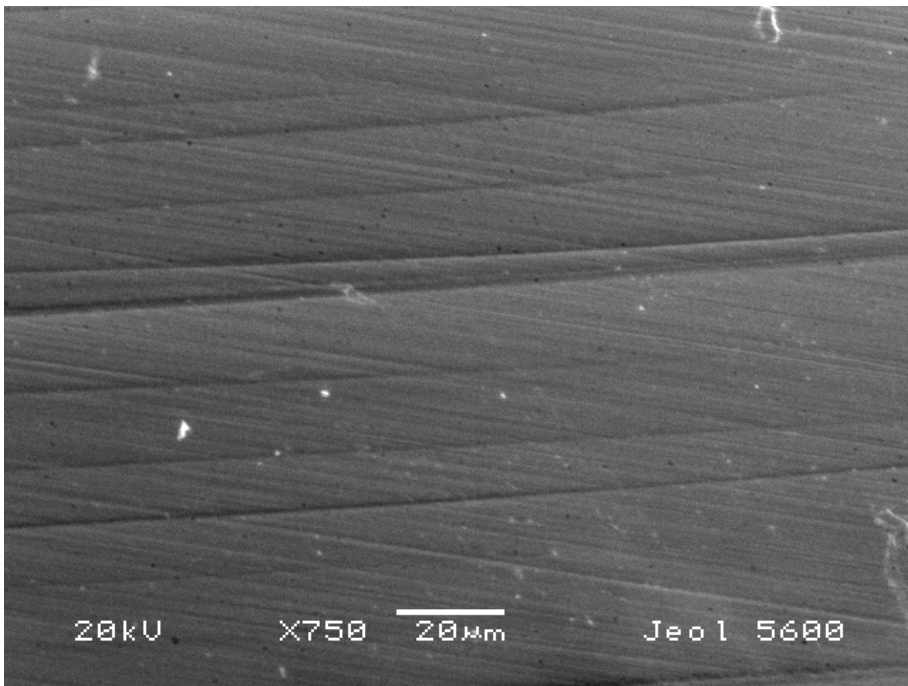
Yüzeylerinde aşındırma ve cilalama işlemleri yapılmış, ancak deney prosedürü uygulanmamış AA, ZA ve ZC örneklerin SEM görüntüleri Şekil 4-35,4-36,4-37,4-38,4-39'da verilmiştir.



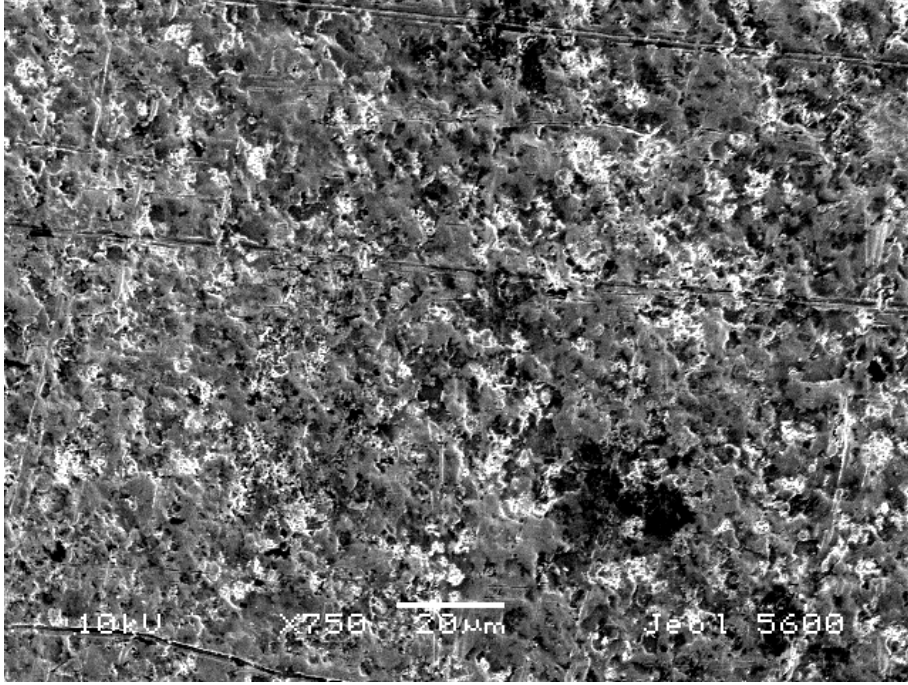
Şekil 4-35: Deney uygulanmamış AA örneğın primer kuronun SEM görüntüsü.



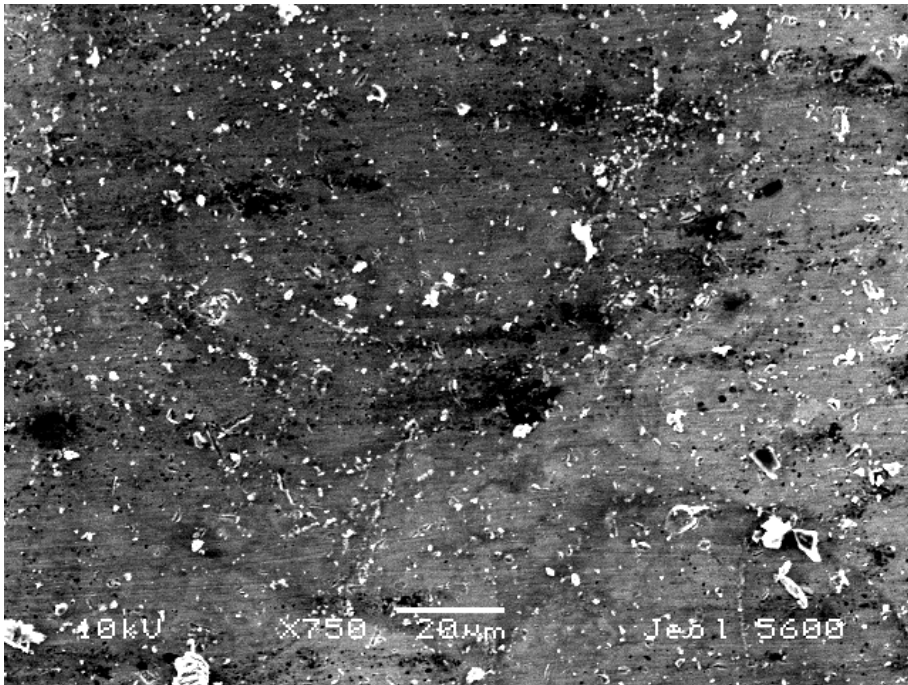
**Şekil 4-36: Deney uygulanmamış AA örneğın sekonder kuronun SEM görüntüsü.**



**Şekil 4-37: Deney uygulanmamış ZA ve ZC örneklerin primer kuronun SEM görüntüsü.**



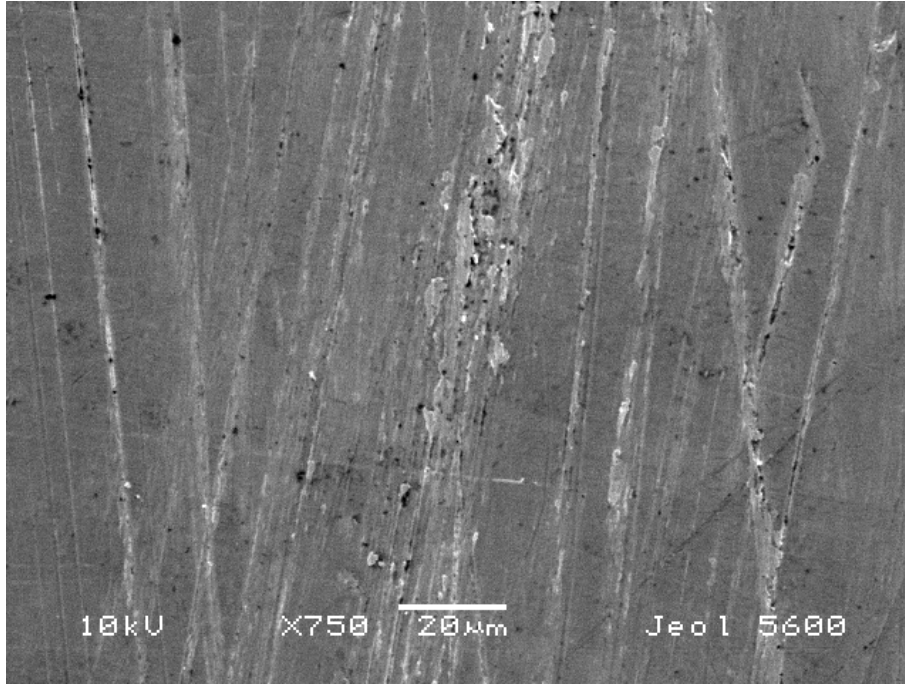
Şekil 4-38: Deney uygulanmamış ZA örneğın sekonder kuronun SEM görüntüsü.



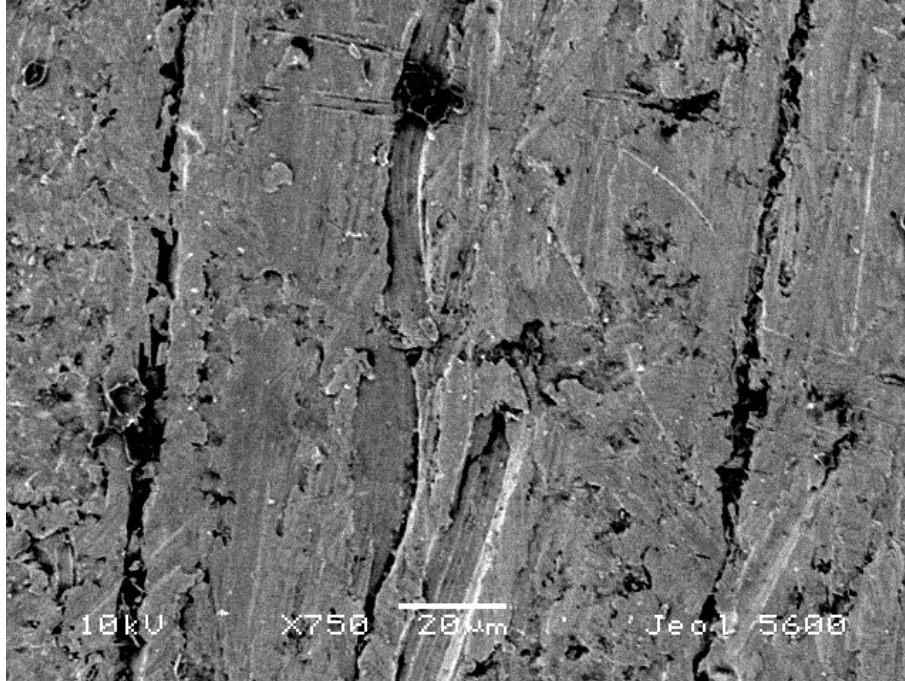
Şekil 4-39: Deney uygulanmamış ZC örneğın sekonder kuronun SEM görüntüsü.



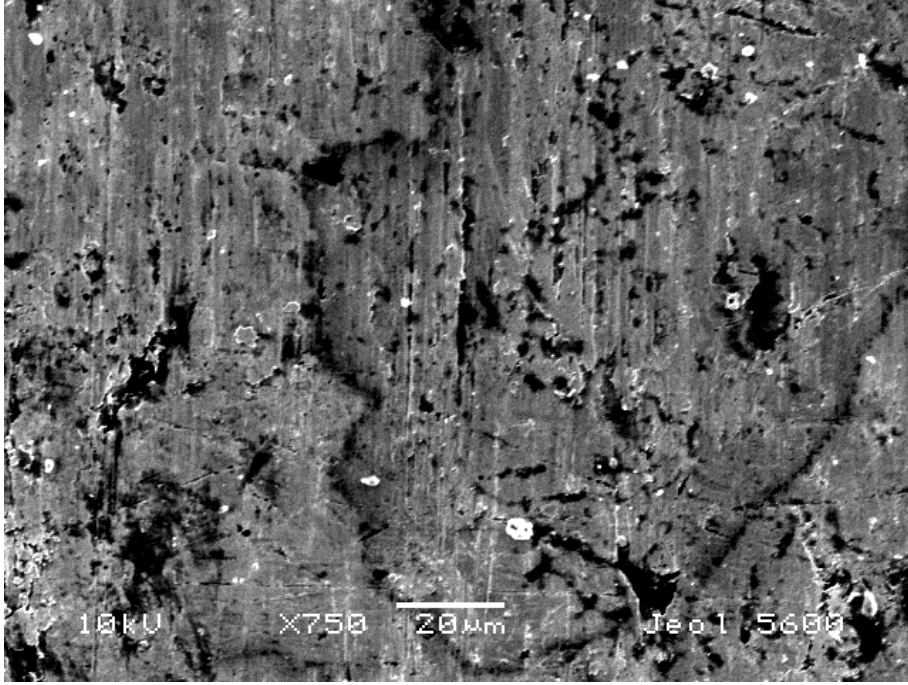
AA gruplarından örneklere ait primer ve sekonder kuronların SEM görüntüleri Şekil 4-40,4-41,4-42,4-43,4-44,4-45,4-46,4-47'da görülmektedir.



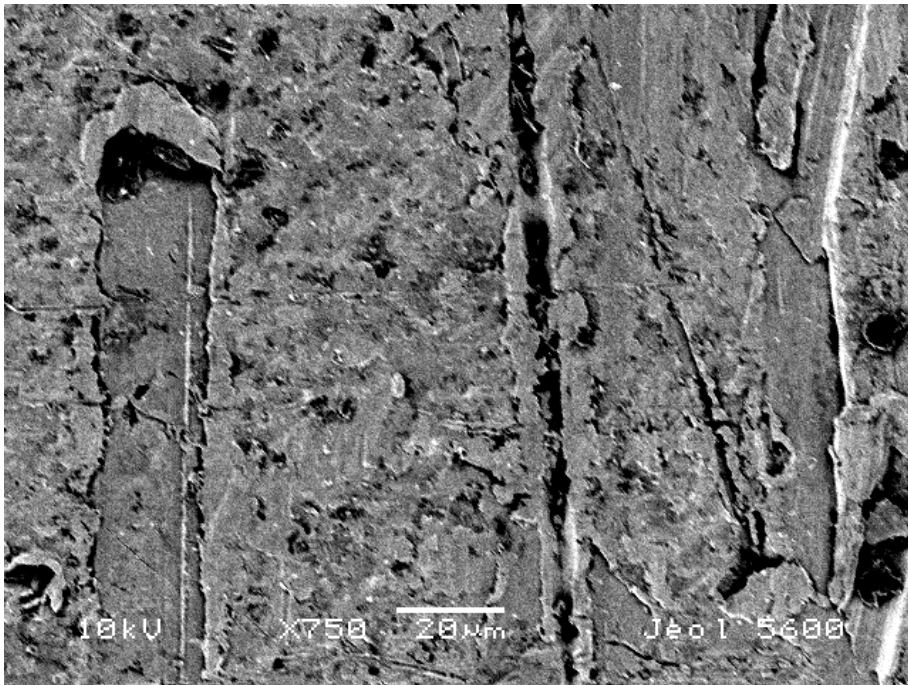
Şekil 4-40: AA0° örneğin primer kuronunun SEM görüntüsü.



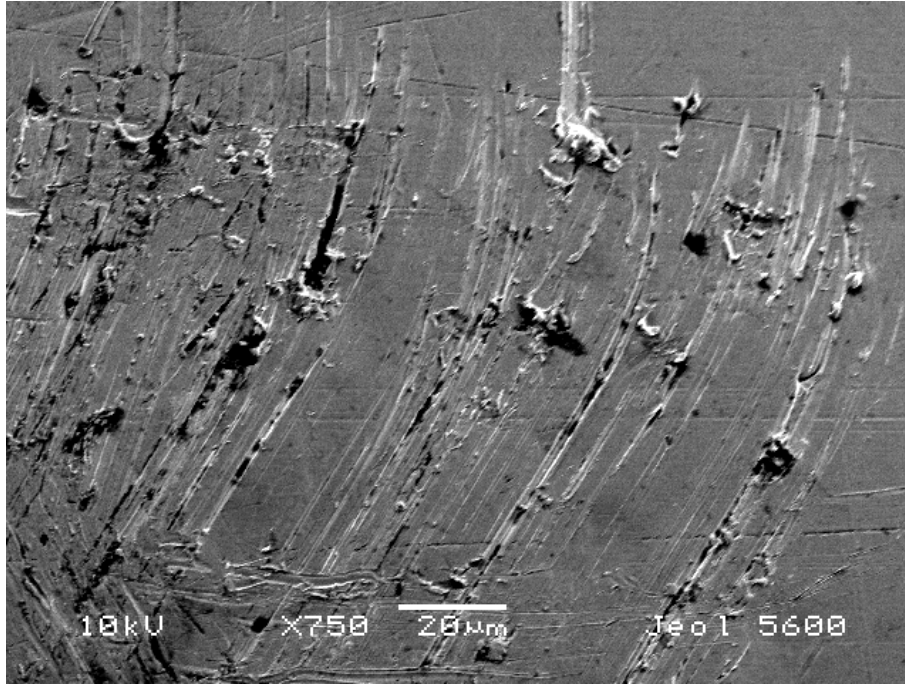
Şekil 4-41: AA0° örneğin sekonder kuronunun SEM görüntüsü.



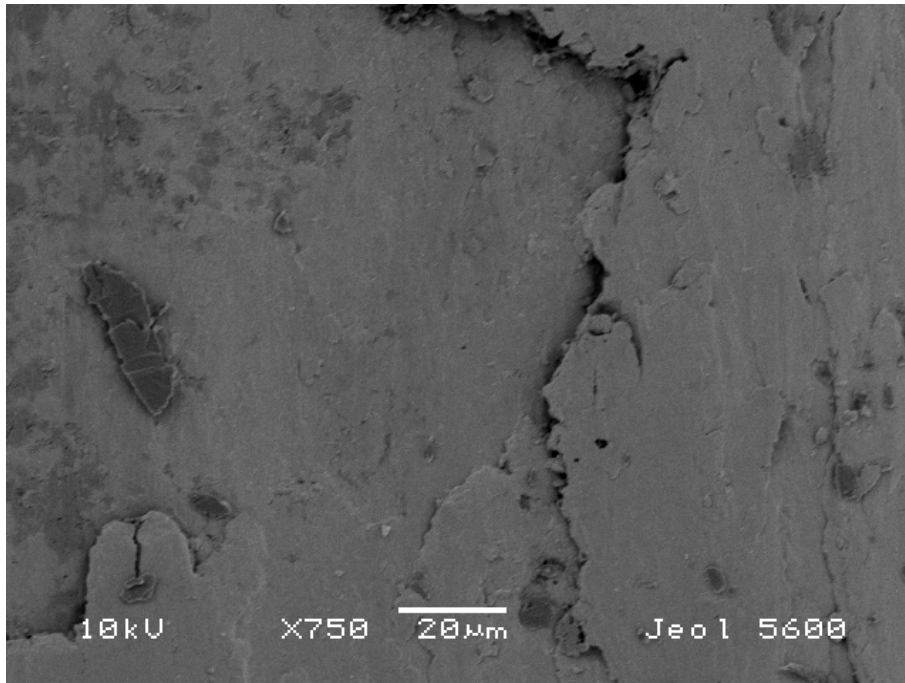
Şekil 4-42: AA2° örneğin primer krununun SEM görüntüsü.



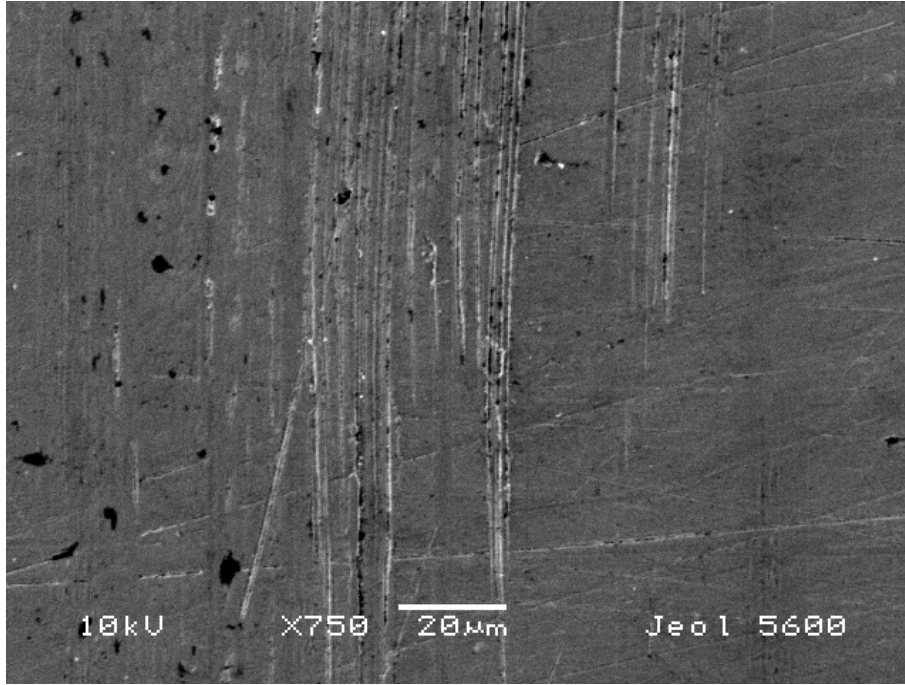
Şekil 4-43: AA2° örneğin sekonder krununun SEM görüntüsü.



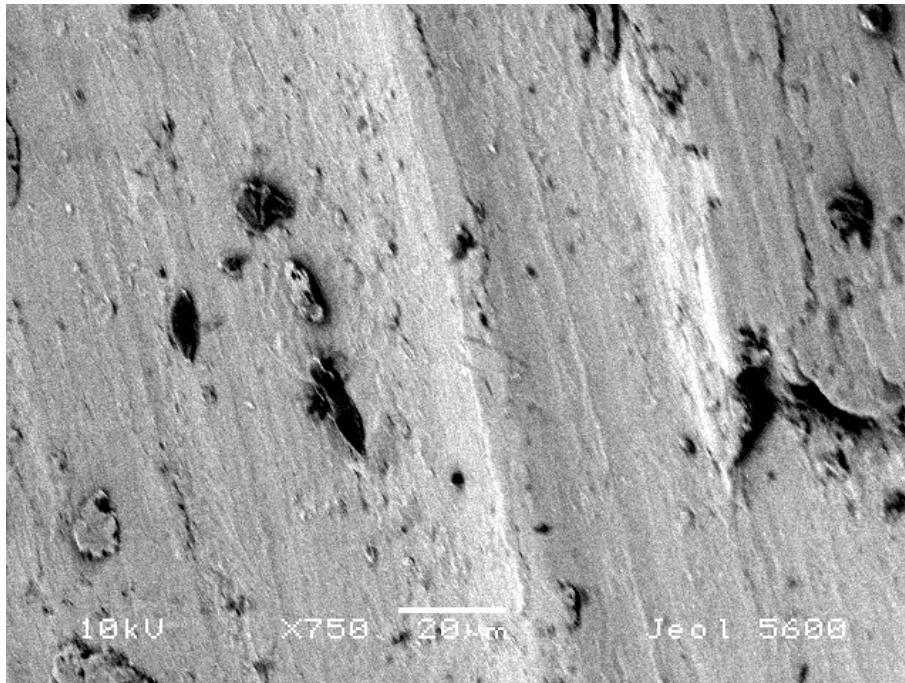
Şekil 4-44: AA4° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.



Şekil 4-45: AA4° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.

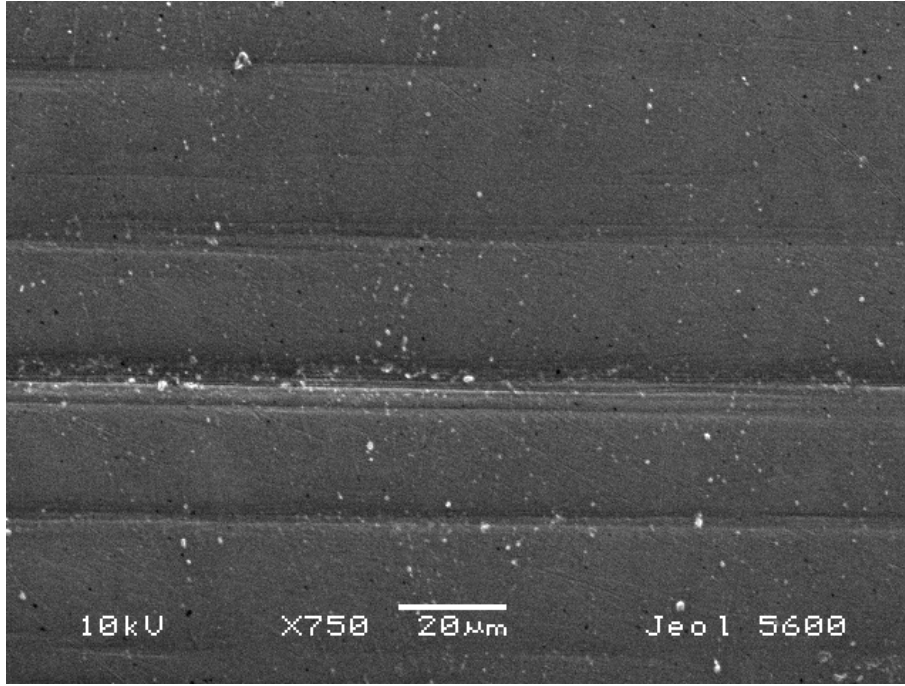


**Şekil 4-46: AA6° örneğın primer karonunun SEM görüntüsü.**

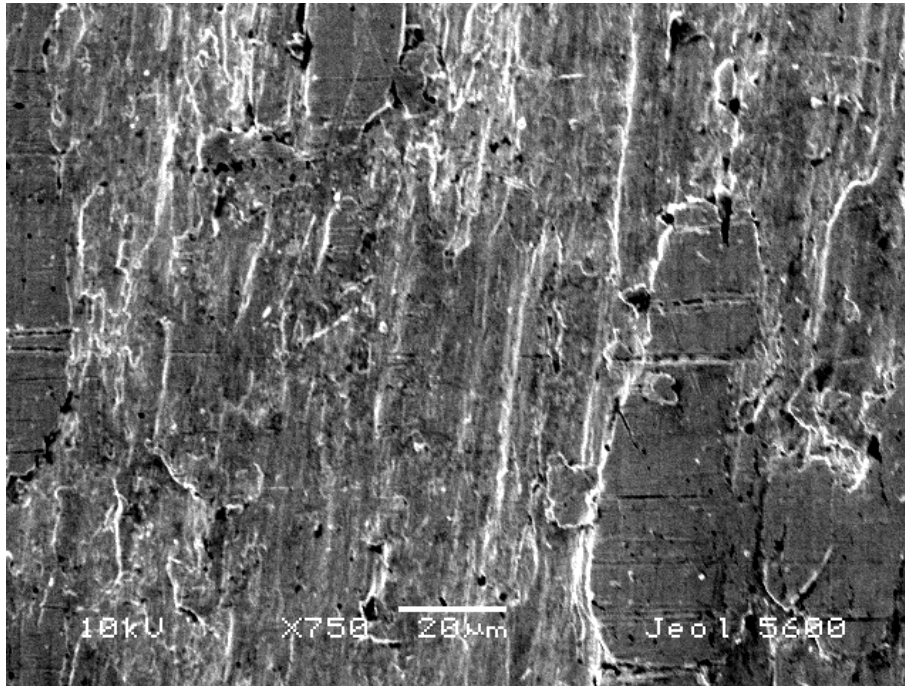


**Şekil 4-47: AA6° örneğın sekonder karonunun SEM görüntüsü.**

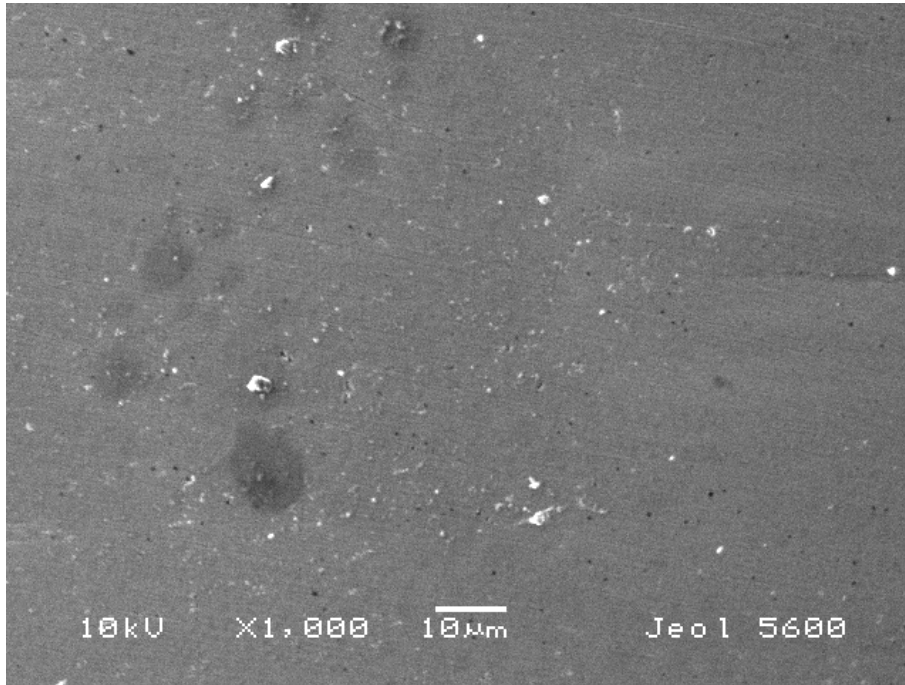
ZA gruplarından örneklere ait primer ve sekonder kuronların SEM görüntüleri Şekil 4-48,4-49,4-50,4-51,4-52,4-53,4-54,4-55'da görülmektedir.



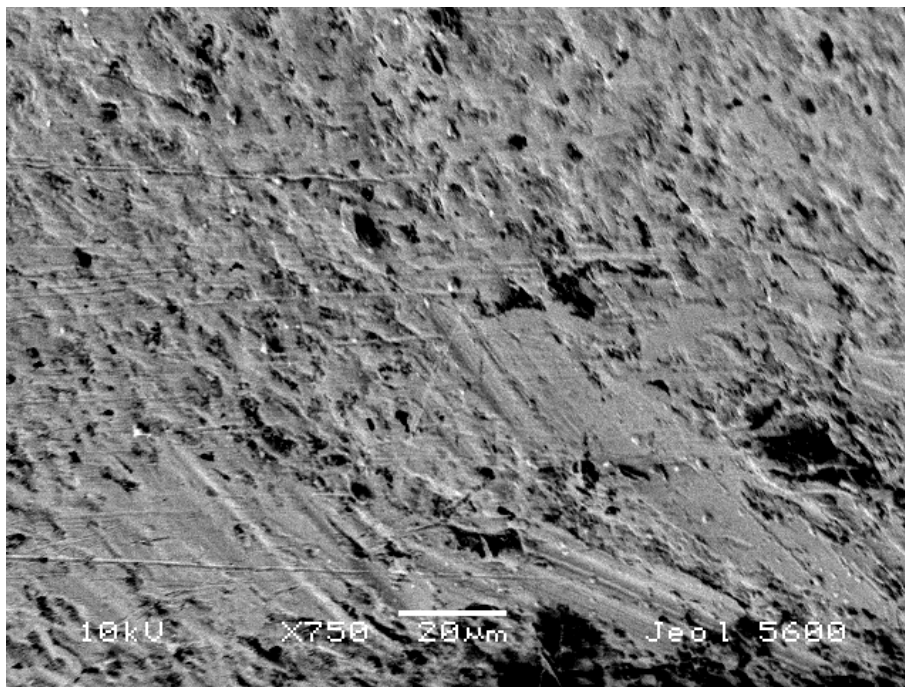
Şekil 4-48: ZA0° örneğin primer kuronunun SEM görüntüsü.



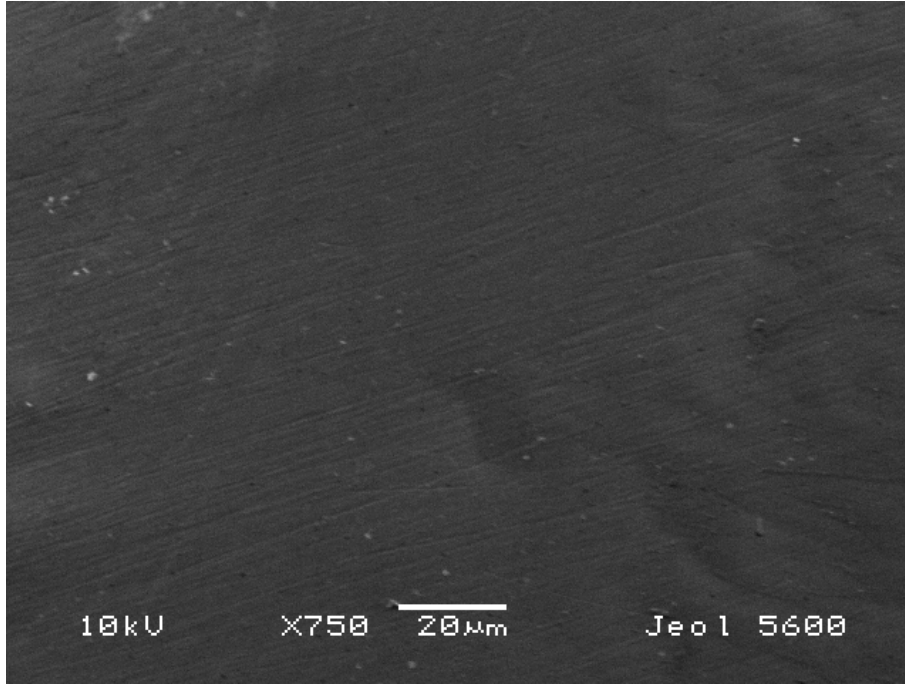
Şekil 4-49: ZA0° örneğin sekonder kuronunun SEM görüntüsü.



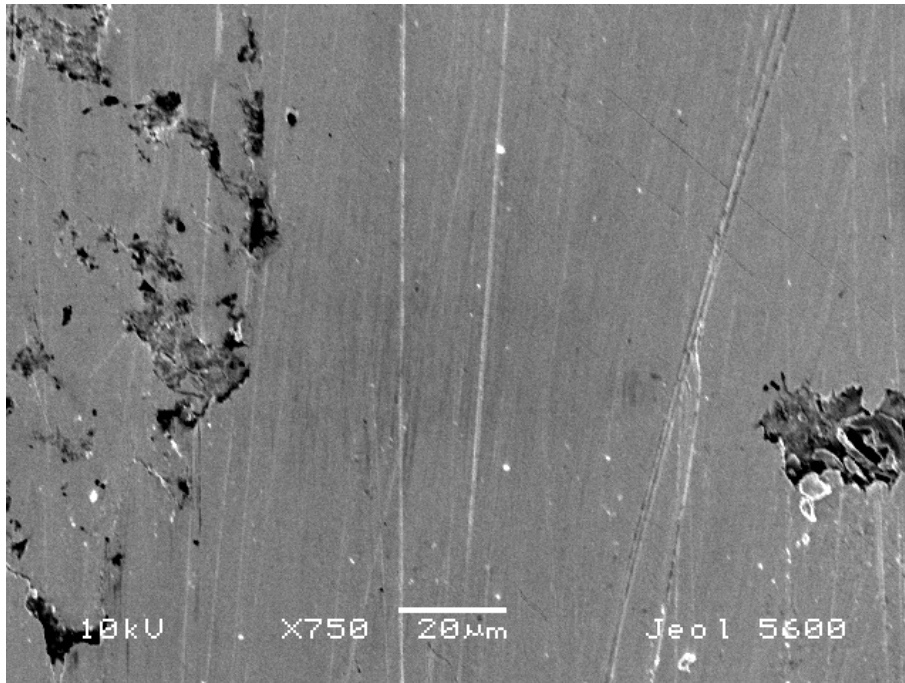
Şekil 4-50: ZA2° örneğın primer krununun SEM görüntüsü.



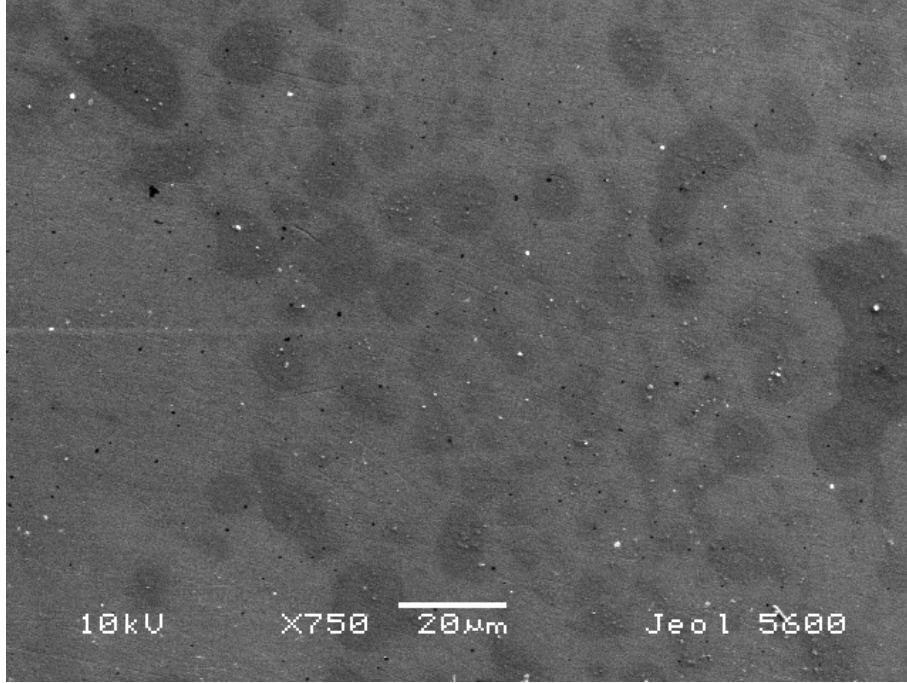
Şekil 4-51: ZA2° örneğın sekonder krununun SEM görüntüsü.



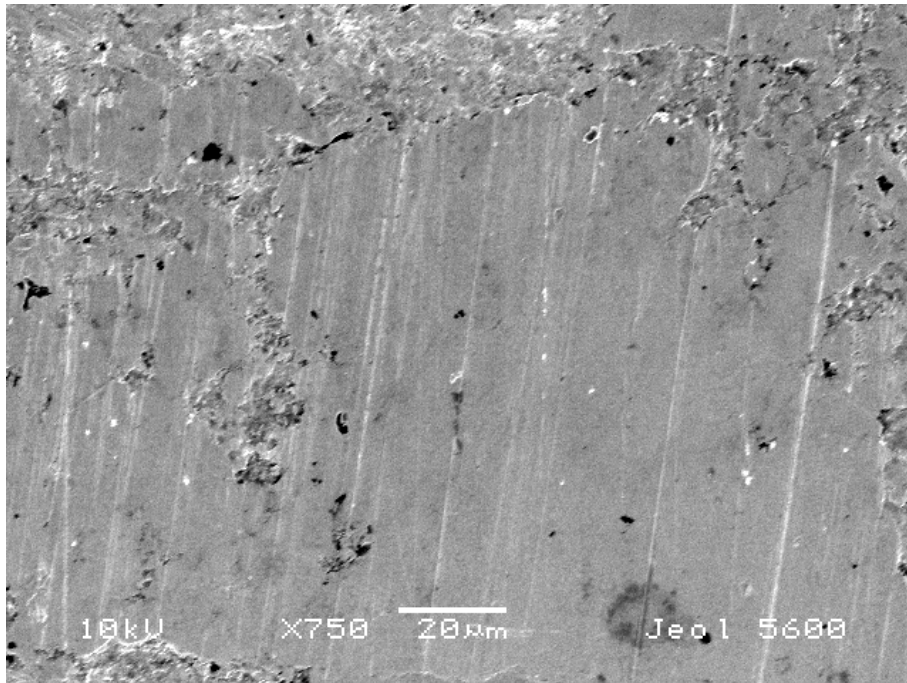
Şekil 4-52: ZA4° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.



Şekil 4-53: ZA4° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.



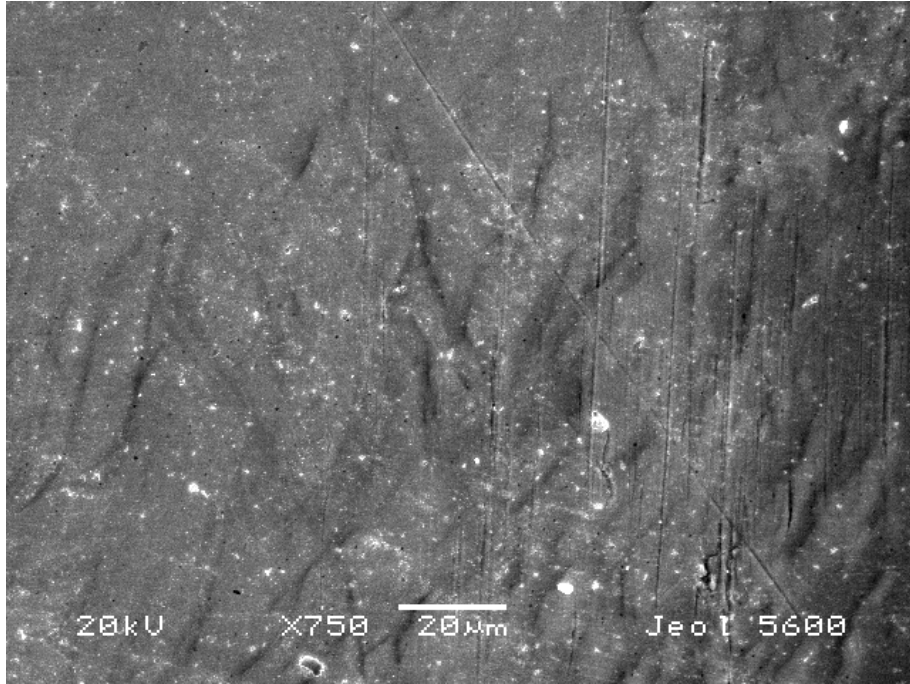
Şekil 4-54: ZA6° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.



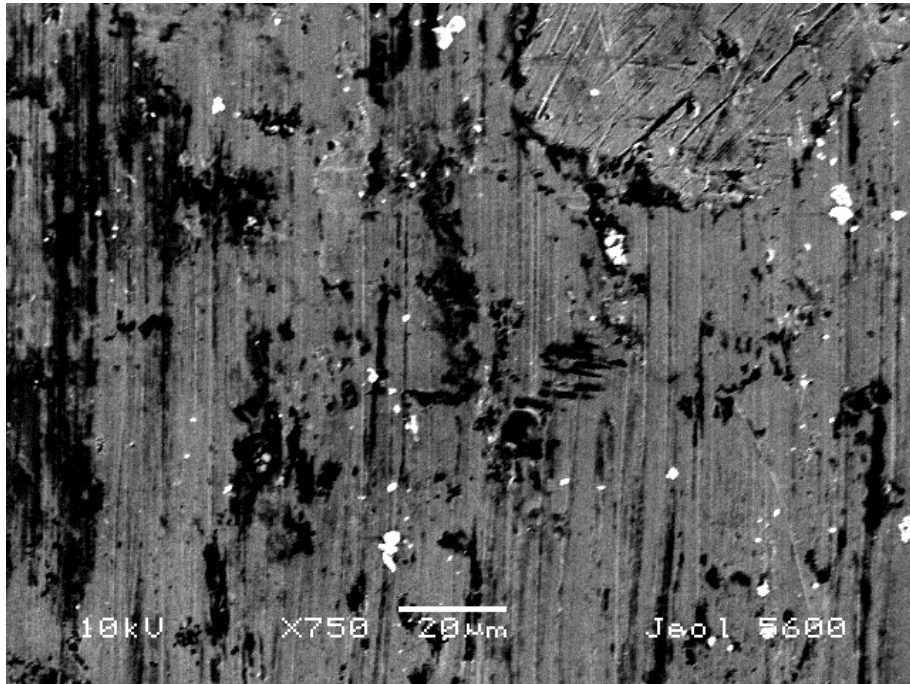
Şekil 4-55: ZA6° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.



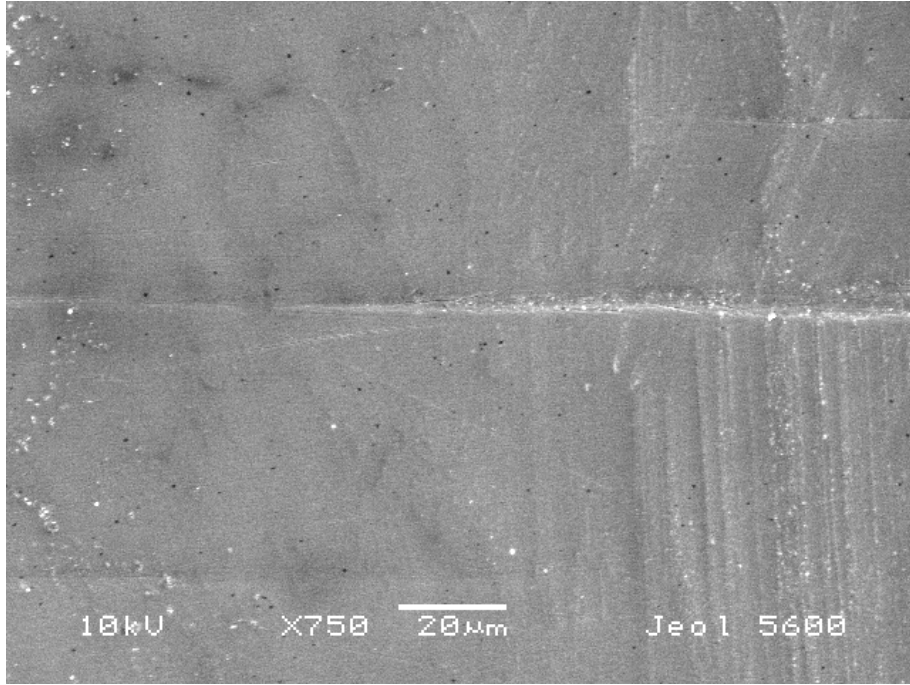
ZC gruplarından örneklere ait primer ve sekonder kuronların SEM görüntüleri Şekil 4-56,4-57,4-58,4-59,4-60,4-61,4-62,4-63'da görülmektedir.



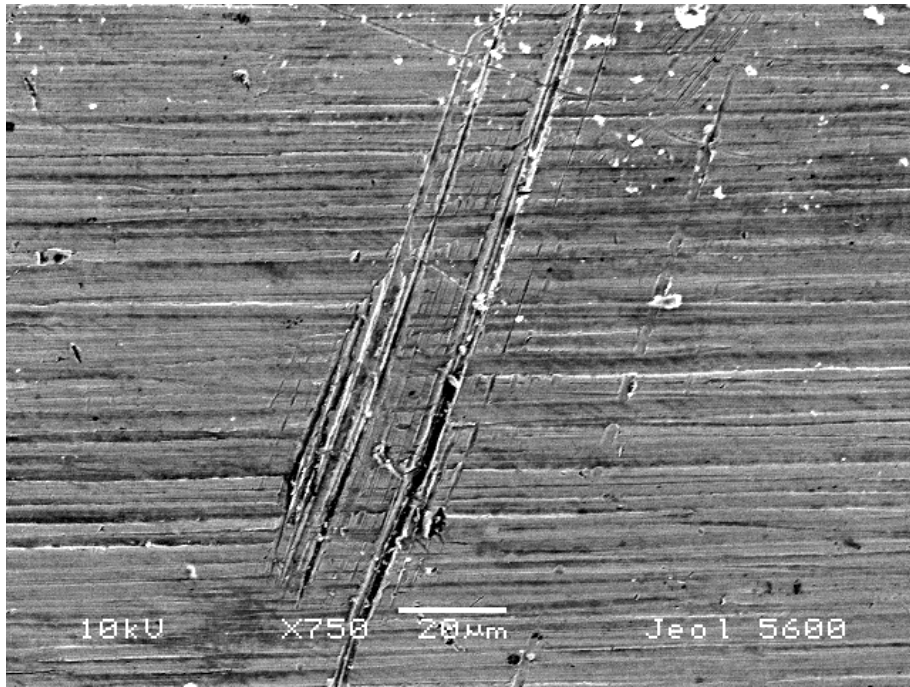
Şekil 4-56: ZC0° örneğin primer kuronunun SEM görüntüsü.



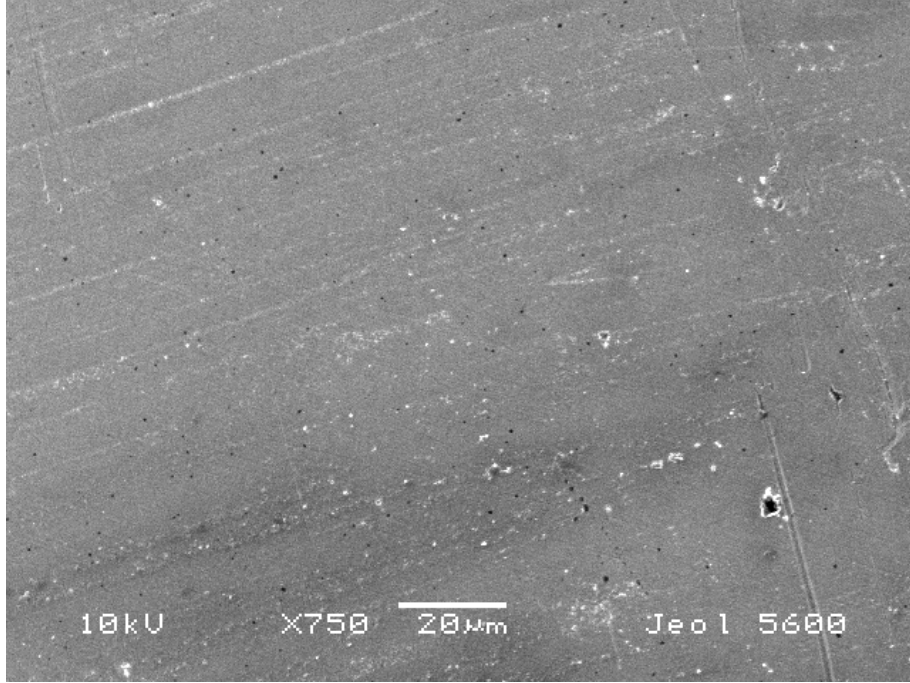
Şekil 4-57: ZC0° örneğin sekonder kuronunun SEM görüntüsü.



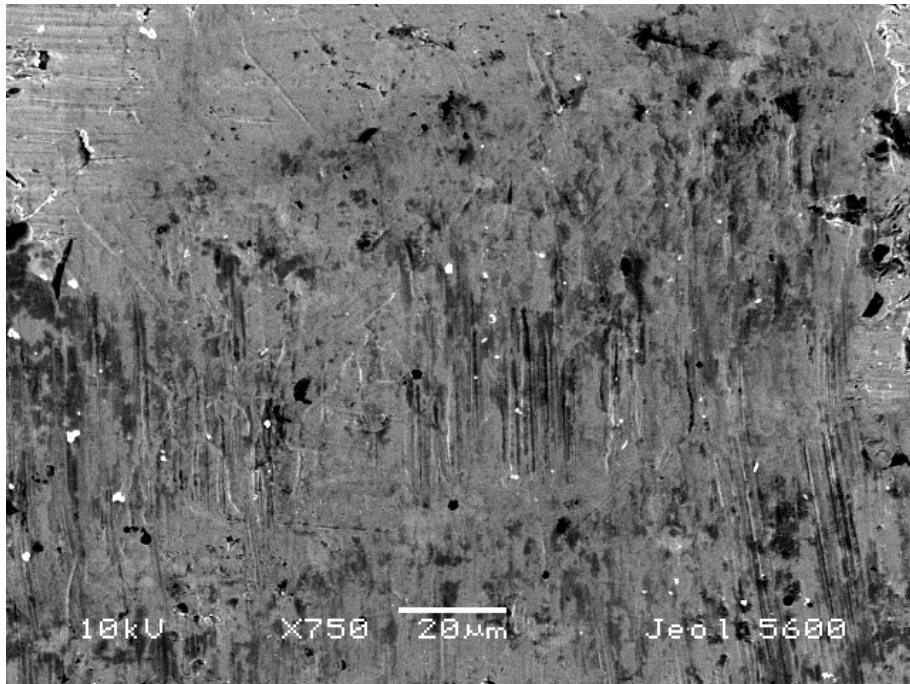
Şekil 4-58: ZC2° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.



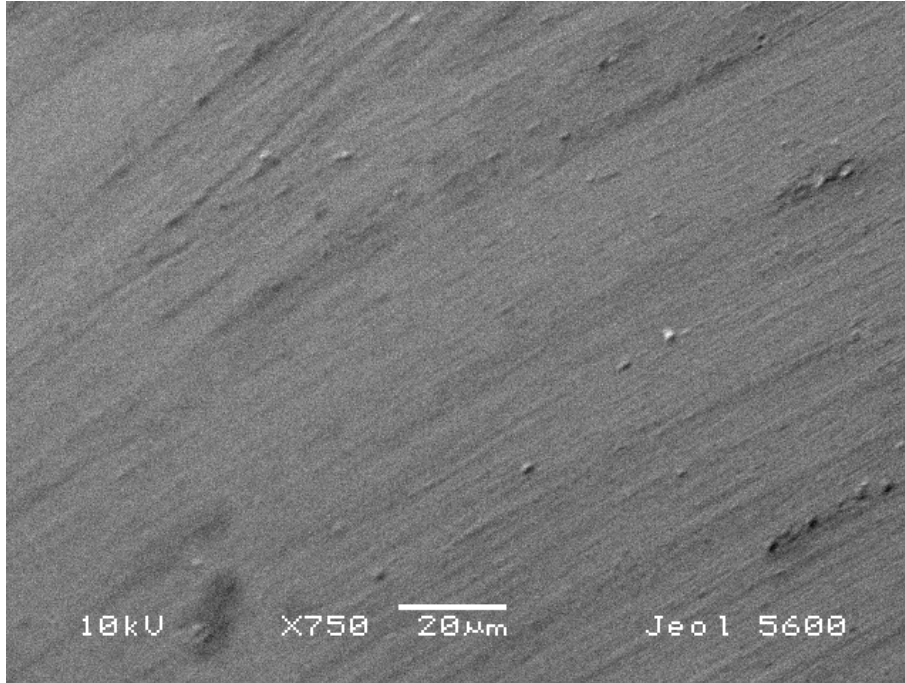
Şekil 4-59: ZC2° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.



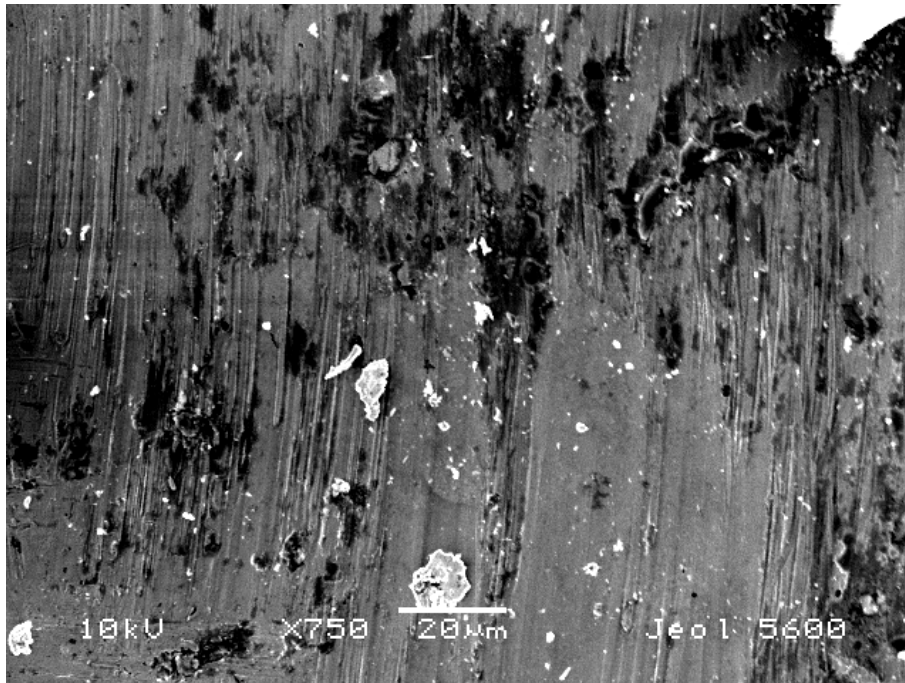
**Şekil 4-60: ZC4° örneğın primer karonunun SEM görüntüsü.**



**Şekil 4-61: ZC4° örneğın sekonder karonunun SEM görüntüsü.**



Şekil 4-62: ZC6° örneğın primer kuronunun SEM görüntüsü.



Şekil 4-63: ZC6° örneğın sekonder kuronunun SEM görüntüsü.

## 5. TARTIŞMA

Teleskobik tutucular sıklıkla kullanılan bir tutucu türüdür (133). Primer kuron materyali olarak zirkonya kullanımı ve sekonder kuronların elektroşekillendirme ile üretimi ise, özellikle zirkonyanın diş hekimliğinde kullanımının artması ile son yıllarda gündeme gelmiştir (12,24,106,139,151,163,164,175). Bu materyal çifti klinikte kullanılıyor olmasına karşın (106,139,151,175), uzun dönemde tutuculuk değerinin 5.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca incelendiği 1 çalışma (12) ve 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca incelendiği 1 çalışma (47) bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalarda 0° ve 2° dışındaki konus açıları değerlendirilmemiş ve zirkonya primer kuronlarda meydana gelebilecek yapısal değişikliklere değinilmemiştir. Ayrıca bu uygulamalarda kullanımla beraber primer ve sekonder kuron yüzeylerinde meydana gelebilecek değişikliklerin incelenmesi literatürde (151) önerilmiş olmasına karşın bu konuda da yapılmış herhangi bir çalışma ve bilgi mevcut değildir. Çalışmamızda zirkonya primer kuron kullanılan teleskobik tutucuların 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki SEM görüntüleri ve zirkonya primer kuronlardaki faz dönüşüm oranı ilk kez incelenmiştir.

Literatürde zirkonya karşısında sadece elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronların kullanımı bildirilmiştir (12,24,44,47,106,139,163,164,151,175). Çalışmamızda ise elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronların yanı sıra döküm krom alaşımından üretilen sekonder kuronlar da incelenmiştir. Döküm krom alaşımından sekonder kuronların kullanımı ile ilgili incelemeye 2 nedenden dolayı karar verilmiştir. Birinci neden; sertlik değeri 1250 HV olarak bildirilen (200) zirkonya karşısında, sertlik değerinin 52-75 HV arasında değiştiği belirtilen (5) saf altından, çalışmamızda kullanılan döküm krom alaşımlarının 215 HV olan sertlik değerinin (14) daha yüksek olmasıdır. İkinci neden ise; döküm krom alaşımından elde edilen sekonder kuronlara sahip örnekler döküm yöntemi ile elde edildikleri için, tutuculuk mekanizmasının elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronlardan farklı olmasıdır (183,185). Bu iki nedenden dolayı bu çalışmada 1- tutuculuk değerlerinde, 2- zirkonyanın yapısında ve 3-

aşınmada kullanılan materyaller ve üretim teknikleri açısından herhangi bir değişiklik meydana gelip gelmediği değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda ayrıca farklı konus açıları da değerlendirilmiştir. Genel Bilgiler kısmında açıklandığı üzere teleskobik tutucularda tutuculuk mekanizmasının Lenz ve ark. (116) tarafından 2 parametreye bağlı olduğu bildirilmektedir. Bunlardan bir tanesi sürtünme katsayısıdır ve bu özellik birbirine temas eden yüzeylerin yapıldığı materyal ile ilgilidir. Araştırmacılar (116) farklı materyaller için sürtünme katsayılarını hesaplayarak farklı konus açısı değerleri önermişlerdir, ancak zirkonya primer kuron ve karşısında yer alan herhangi bir sekonder kuron materyali için bir açı değeri önerilmemiştir. Literatürde zirkonya primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kuron çifti için üretim sonrası primer ve sekonder kuronlar arasındaki başlangıç tutuculuk değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada (24) sadece 0°, 1° ve 2°lik konus açıları değerlendirilmiştir. Ancak 4° ve 6°lik konus açıları olan konik teleskop kuronlar karşılaştırılmamış ve karşılaştırılan açılarda uzun süre kullanım sonrasında tutuculuk değerlerindeki etkileri değil, sadece üretimden hemen sonra ölçülen başlangıç tutuculuk değerlerindeki etkileri incelenmiştir. 2009 yılında bir konferansta sunulan ancak makale olarak yayınlanmayan başka bir çalışmada (47) ise sadece 0° ve 2° konus açılarında sahip örneklerin başlangıç ve 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculukları değerlendirilmiştir. Bu nedenlerle çalışmamızda 0°, 2°, 4° ve 6° konus açılarına sahip grupların karşılaştırılması uygun bulunmuştur.

Çalışmamızda dişleri veya implantları temsil eden dayanak maketlerinin taban çapı 4,5 mm, yüksekliği ise 6 mm olacak şekilde hazırlanmıştır. Teleskobik tutucuların *in vitro* tutuculuklarının değerlendirildiği çalışmalar için dayanak maketlerinin boyutları hakkında bir standart bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra teleskobik tutucuların uygulandığı doğal dişlerin boyutları da büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Belirtilen boyutların seçiminde 2 neden göz önünde bulundurulmuştur. 1. neden olarak teleskobik tutucular implant destekli protezlerde de kullanıldığı için implant dayanağı ölçülerine yakın boyutlar seçilmiştir. Ayrıca literatürde bu boyutların kullanıldığı benzer çalışma sonuçları

ile çalışmamızın sonuçlarını karşılatırabilmek için yukarıdaki boyutlar tercih edilmiştir (22,183).

Rösch ve Mericske-Stern (151) zirkonyanın primer kuron materyali olarak kullanımının anlatıldığı makalelerinde zirkonya primer kuron kalınlığının en az 0,6 mm olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan zirkonya ve altın primer kuronların kalınlığı 0,6 mm olarak saptanmıştır. Döküm krom alaşımından elde edilen sekonder kuronlarda döküm işleminin rahatlıkla yapılabileceği ve tutuculuk kuvvetinin düzenlenmesinde yapılan aşındırmaların bir sorun oluşturmayacağı, literatürde de kullanıldığı üzere 0,7 mm kalınlığında üretilmişlerdir (22).

Takma-çıkarma deney düzeneğinin hazırlanması sırasındaki deneylerde kullanılan ve deney grupları içerisine katılmayan deneme örnekleri literatürde başka bir çalışmada (24) kullanıldığı üzere cam iyonomer simanı ile simante edilmişlerdir. Ancak klinik takip çalışmalarında da başlıca komplikasyonlar arasında açıklanan desimantasyon problemi (15,16,102,191) ile çalışmamızın ön denemelerinde de karşılaşılmıştır. Bunun üzerine örneklerin dayanak maketlerine simante edilmesinde Bayer ve ark.'ın (12) ve Weigl ve ark.'ın (183) uyguladıkları gibi reçine siman kullanılması uygun görülmüştür.

Teleskobik tutucularda sekonder kuronlar eğer elektroşekillendirme yöntemi ile üretilirlerse, ortaya çıkacak sekonder yapı deformasyonlara açık olduğundan üzerine rijid bir tersiyer yapı hazırlanmaktadır. Sekonder kuronlar bu tersiyer yapıya ağız içerisinde reçine esaslı siman ile simante edilip kullanılmaktadırlar. Ağız içerisinde simante edilmeleri sayesinde üst yapının pasif uyumu (passive fit) sağlanmaktadır (24,59,106,131,151,184,187). Çalışmamızda sekonder kuron örneklerinin takma-çıkarma deneyleri öncesinde cihaza bağlanmasında pirinç malzemedan ara parçalar kullanılmıştır. Sekonder kuronlar bu ara parçalara reçine siman aracılığı ile simante edilmişlerdir. Bu sayede pirinç ara parçalar hem sekonder yapıların düzeneğe bağlanmasını sağlamış, hem de elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronlar kullanıldığında, ağız içindeki kullanıma benzer şekilde tersiyer yapı görevi görmüşlerdir.

Deney düzeneğinde primer kuronun yük hücreğine bağlanmasında mıknatıslar kullanılmıştır. Bu şekilde sadece dikey yönde tutuculuk elde edilirken yatay yönde serbestlik sağlanmış ve örneklerin uzun eksenlerinde bir kayma olmasının önüne geçilmiştir.

Teleskobik tutuculu bir protezin ağızda iken yerine oturmasını sağlayan kuvvet çiğneme kuvvetidir. Tutucuya gelen çiğneme kuvveti, tutucunun bulunduğu dişin lokalizasyonuna ve kişisel faktörlere göre değişkenlik göstermektedir (12). Ohkawa ve ark. (132), altın alaşımından döküm ile hazırladıkları primer ve sekonder kuron çiftlerinin tutuculuklarını değerlendirdikleri çalışmalarında tutucuların yerlerine oturmaları için farklı ön yükler uygulamışlardır. 50 N'a kadar uygulanan ön yük arttıkça tutucu çiftinden elde edilen tutuculuk değeri de artmıştır. Ancak 50 N'un üstünde tutuculuk değerinde bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Shimakura ve ark. (160) ise ön yük olarak 50 N ve 100 N uyguladıkları çalışmalarında, 100 N ön yük ile daha yüksek tutuculuk değeri elde ettiklerini belirtmişlerdir. Weigl ve ark. (183) 5 N'dan 400 N'a kadar farklı ön yükleri değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar döküm yöntemi ile üretilen örneklerde uygulanan ön yük arttıkça tutuculuk değerinin de arttığını ancak elektroşekillendirme ile üretilen örneklerde 10-300 N arası ön yük uygulamasındaki değişikliklerle tutuculuk değerinin değişmediğini bildirmişlerdir. Teleskobik tutucuların tutuculuklarının değerlendirilmesine dair *in vitro* deneylerde ön yükün belirlenmesinde herhangi bir standart bulunmadığı için literatürde farklı çalışmalarda, farklı ön yük uygulamaları yapılmıştır. Besimo ve ark. (22) 20 N, Güngör ve ark. (63) 50 N, Beuer ve ark. (24) 50 N, Bayer ve ark. (12) ise 20 N ön yük uygulamasını takiben tutuculuk ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. Fernandes ve ark. (52), ısırma kuvvetinin teleskobik tutuculu HBP kullanan hastalarda yükleme pozisyonuna ve kişiye göre 28 N ile 252 N arasında değişebildiğini belirtmişlerdir. Her ne kadar elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronlar değerlendirildiğinde 10-300 N arası ön yükün tutuculuk değerine anlamlı bir etkisi olmadığı belirtilmiş (183) olsa da, çalışmamızda değerlendirilen teleskobik tutucuların sekonder kuronlarının bir kısmı döküm yöntemi ile üretilmiştir ve tutuculuk değerleri uygulanan ön yükten etkilenmektedir. Bu nedenle takma-çıkarma döngülerinde ve tutuculuk



ölçümlerinde literatürde en fazla kullanılan ön yük miktarı olan 50 N'luk ön yük uygulanmasına karar verilmiştir.

Çalışmamızda silindirik teleskop kuronların tutuculuk değerlerinin 50 N'un çok daha üzerine (108 N'a kadar) çıkabildiği görülmüştür. Teorik olarak silindirik teleskop kuronlar sadece sürtünme ile tutuculuk sağladıklarından yerlerinden çıkartılmaları için gereken kuvvet ile yerlerine oturtulmaları için gereken kuvvet birbirine eşittir ve tutuculuk değeri ön yük uygulamasından etkilenmemektedir. Bu nedenle silindirik teleskop kuronlardan oluşan örneklerin takma-çıkarma döngülerinde ve tutuculuk ölçümlerinde, tutucunun yerine oturması için 120 N ön yük uygulanması uygun bulunmuştur.

Ohkawa ve ark.(132), çalışmalarında kullanacakları tutuculuk ölçümü sırasındaki ayrılma hızını belirlemek için 5 hastadan teleskobik tutuculu protezlerini çıkarma hızlarını ölçmüşler ve bu hızı 6.000 mm/dak olarak bildirmişlerdir. Rössler (152), hastaların protezlerini çıkarma hızlarından ziyade çenenin açılma hızının daha önemli olduğunu; zira özellikle yapışkan gıdaların varlığında fonksiyon sırasında çenenin açılma hızında protezin yerinde kalması gerektiğini vurgulamış ve çenenin açılma hızının çiğneme sırasında 760-2650 mm/dak arasında olduğunu belirtmiştir. Ayrıca 30 mm/dak üzerindeki hızlarda teleskobik tutucularda tutuculuk değerinin değişmediğini de bildirmiştir. Literatürde tutuculuk ölçümlerinde farklı ayrılma hızları kullanılmıştır. Shimakura ve ark. (160) 5 mm/dak, Güngör ve ark. (63) 0,5 mm/dak, Beuer ve ark. (24) 1.000 mm/dak, Weigl ve ark. (183) 20 mm/dak, Bayer ve ark. (12) 120 mm/dak ile çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmamızda ise veri kaybının minimuma indirilebilmesi için ölçümler sırasında ayrılma hızı 20 mm/dak olarak seçilmiş ve bu sayede ayrılma periyodu boyunca saniyede yaklaşık 12.000 kuvvet değeri kaydedilebilmiştir.

Çalışmamızda takma-çıkarma döngüleri ve tutuculuk ölçümleri yapay tükürük içerisinde gerçekleştirilmiştir. Teleskobik tutucularda deneylerin yapay tükürük içerisinde gerçekleştirilmesi hem tutucu çiftlerinin tribolojik özelliklerini etkileyebilmekte, hem de aşınma ile ortaya çıkan debrisin uzaklaştırılmasında etkili olabilmektedir (183). Ayrıca çalışmamızda zirkonya primer kuronlarda deneyler sonrası yapısal bir değişiklik olup olmadığı da değerlendirilmiştir.

Zirkonya primer kuronlarda yaşlanmaya hassasiyet, yani T→M faz dönüşümü su veya su buharı varlığından etkilenmektedir. Bu nedenlerle deneylerin yapay tükürük içerisinde gerçekleştirilmesinin önemli olduğu düşünülmüştür.

Zirkonyanın primer kuron materyali olarak kullanılmadığı teleskobik tutucuların *in vitro* tutuculuk değerlerinin incelendiği diğer çalışmalarda (22,63,132) da uygulandığı üzere çalışmamızda 10.000 takma-çıkarma döngüsü uygulanması tercih edilmiştir. Bayer ve ark. (12), hastaların protezlerini günde ortalama 2,74 defa çıkarttıkları varsayarak, uyguladıkları 5.000 döngünün yaklaşık 5 yıllık kullanıma denk geldiğini bildirmişlerdir. Bu hesaplama göre çalışmamızda uygulanan 10.000 takma-çıkarma döngüsü 10 yıllık bir kullanıma denk düşmektedir.

Daha önce zirkonyanın primer kuron materyali olarak kullanıldığı ve zirkonyanın T→M faz dönüşüm oranı ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı herhangi bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızın başında faz dönüşüm oranı tam olarak öngörülememiştir. Deville ve ark. (42), zirkonyanın yaşlanmaya hassasiyetinin incelenmesinde XRD analizinin ilk basamak olarak düşünülebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca XRD, hasar verici bir yöntem değildir ve niceliksel bilgi elde edilebilmektedir. Bu nedenlerle T→M faz dönüşümünü saptamakta XRD analizinden yararlanılmıştır.

Geleneksel olarak döküm yöntemi ile üretilen konus kuronlarda, çiğneme kuvvetlerinin tutuculuk üzerine etkisinden ve uygulama kuvveti ile ayrılma kuvveti arasındaki ilişkiden Genel Bilgiler kısmında bahsedilmiştir. Çiğneme kuvvetleri ile tutucuya iletilen yük, primer kuronun bir kama etkisi göstermesine yol açmaktadır. Sekonder kuron da bu durumda elastik olarak deforme olmaktadır. Elastik deformasyonun miktarı uygulanan yük ile ilişkilidir. Oklüzal yük ortadan kalktığında, elastik deformasyonun geri dönmesi ile temas yüzeylerine yük gelmekte ve giriş yolu doğrultusunda tutuculuk devam etmektedir (108,160).

Sekonder kuronların döküm yöntemi ile üretildikleri konus kuronlarda tutuculuk primer ve sekonder kuronun birleşmelerinin sonunda oluşan sürtünmeden kaynaklanmaktadır (101). Bu sistem eğer birbirine tüm temas eden yüzeyler düz ve uyumluysalar iyi çalışmaktadır. Ancak döküm sonrası

sekonder kuronların iç yüzünde düzensizlikler ve uzaklaştırılması güç çıkıntılar olduğundan bazı dezavantajlar oluşmaktadır. Gerekli tutuculuk kuvveti teknisyen tarafından takma-çıkarma işlemleri ile tutuculuk kontrol edilerek ampirik olarak ayarlanmaktadır. Yüzeydeki lokal çıkıntılar takma ve çıkarma sırasında yüksek çigneme kuvvetleri ile büyük basınçlara maruz kalmakta ve primer kuron yüzeyini çizerek yüzey yapısını bozabilmektedirler. Teleskobik tutucu çiftlerinde eğer birbirine benzer materyaller kullanılmış ise ve sekonder kuronun iç yüzünde döküm yöntemi ile üretim sonrasında çıkıntılar var ise soğuk kaynak (cold-fusion, cold welding) meydana gelebilmektedir (105,183). Soğuk kaynak, iki benzer metalin temiz ve düz yüzeylerinin vakum altında temas etmesi ile birbirine kuvvetli şekilde yapışması olarak açıklanmaktadır (192). Özellikle altın gibi yüzeyde oksit tabakası bulunmayan metallerde ağız ısısında ve basınç altında soğuk kaynak meydana gelebilmektedir (5). Hatta eğer bu durum primer kuron yüzeyinin altına inmişse ayrılma sırasında yüzeyi çizmekte ve yüzeyde soyulmalara sebep olabilmektedir (183).

Weigl ve ark. (183), seramik primer-elektroşekillendirilmiş sekonder, döküm altın alaşımı primer-döküm altın alaşımı sekonder ve döküm saf titanyum primer-döküm saf titanyum sekonder kuron çiftlerinden oluşan ve 4° konus açısına sahip örnekleri karşılaştırdıkları çalışmalarında 100.000 takma-çıkarma döngüsü sonrası örneklerden kesit almışlar ve SEM ile incelemişlerdir. Araştırmacılar primer ve sekonder kuron arasında en fazla kenetlenme noktalarına döküm yöntemi ile üretilen altın alaşımı ve titanyum örneklerde rastladıklarını bildirmişlerdir. Bu kenetlenme noktalarının metalde yarıklara ve iç içe geçmelere neden olan aşınma çizilmelerine yol açabildiği ve çigneme kuvvetlerinin bu bölgelerde aşırı basınçlara neden olmasıyla yüzey yapısında plastik deformasyonların veya karşıt metalle soğuk kaynak oluşabileceği belirtilmiştir. Bu durumda tutucunun giriş yolu boyunca adeziv sürtünmenin; dolayısıyla tutuculuk kuvvetinin arttığı bildirilmiştir. Molin ve ark. (130), teleskobik tutucuların klinik kullanımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında hastaların % 50'sinde tutuculuğun arttığını, hatta bazı hastalarda üst yapıyı çıkarabilmek için perküsyon tipi kuron sökücü kullanımı gerektiğini vurgulamışlardır.

Stancic ve Jelenkovic (165), hasta ağızına uygulamak üzere farklı dişler için Tip IV altın alaşımından döküm yöntemi ile elde ettikleri silindirik kuronların tutuculuk değerlerini hastalara uygulamadan önce lubrikasyon olmaksızın kuru ortamda ölçmüşler ve değerlerin 1 ile 10,7 N arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bayer ve ark. da (10), Tip IV altın alaşımından döküm yöntemi ile elde ettikleri 1° ve 2° konus açısına sahip konus kuronların tutuculuk değerlerini hem kuru ortamda hem de lubrikasyon sonrası değerlendirmişlerdir. Tutuculuk değerlerinin 0,08 N ile 29,98 N arasında değiştiğini saptamışlardır. Araştırmacılar pratikte tutuculuğu teknisyenin belirlediğini, teleskobik tutucuların tutuculuk değerlerinin çok değişken olduğunu ve hekimin istediği tutuculuğun sağlanmasının güç olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalar öngürülebilir tutuculuk değerine sahip tutucuların üretimine imkan veren, tekrarlanabilir bir yöntemle olan ihtiyacı göstermektedirler.

Shimakura ve ark. (160), döküm yöntemi ile üretilen sekonder kuronlarda, tutuculuk mekanizmasındaki kama etkisinin oluşması için bulunması gereken oklüzaldeki aralığın standart olarak saptanamayacağını, aralığın standardizasyonu için titanyum sekonder kuronların üretiminde CAD-CAM yöntemini önermişlerdir. Ancak her ne kadar bu yöntemle aralık miktarı kesin olarak ayarlanabiliyor ise de, tutucular hala tekrarlanabilir değildir. Çünkü tutuculuk çigneme kuvvetlerine göre değişmekte ve hastanın ağızındaki tutuculuk değeri öngörülememektedir (183).

Elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronlarda ise tutuculuk mekanizması farklılaşmaktadır. Tutuculuk; birbirine çok yakın temasta olan primer ve sekonder kuron arasındaki sürtünme, primer ve sekonder kuron birbirinden ayrılırken oluşan vakum, film halindeki tükürüğün akma direnci ve sıvı adezyonu ile açıklanmıştır (60,183).

Seramik primer kuronlar karşısında elektroşekillendirme ile sekonder kuronlar üretildiğinde ise döküm yöntemi ile sekonder kuron üretiminin dezavantajları ortadan kalkmaktadır. Seramik primer kuronun diş renginde olması (105,151) ve sert yüzeyinin yanı sıra, seramikler ve elektroşekillendirilmiş altın arasında soğuk kaynak olmaması (105), bu materyal çiftinde korozyona neden olacak bir galvanik unsur oluşmaması (175),

şekillendirme sürecinde herhangi bir kopya kullanılmadığı için uyumsuzlukların olmaması (44), seramiklerin metal alaşımlarına göre biyoyumluluğunun daha yüksek olması (124,151,183,185), seramiklerde plak birikiminin daha az olması (1,29), sekonder kuron tersiyer yapıya ağız içinde simante edildiği için protezin uyumunun pasif olması (24,59,106,184), döküm yöntemine göre teknik zorluklarının çok daha az ve yapımının nispeten basit olması ve tekrarlanabilir bir yöntem olması (184) bu sistemin avantajlarıdır. Sistemin dezavantajı ise seramik primer kuron, elektroşekillendirilmiş sekonder kuron, siman, sekonder kuronun içine yapıştırıldığı tersiyer yapı ve vener katlarını içerdiği için restorasyonun hacimli olmasıdır. Bu durum özellikle doğal dişlerde sorun olabilmekte, ancak implant üstü protezlerde problem yaratmamaktadır (151,175).

Weigl ve ark. (183), döküm altın alaşımı primer ve sekonder kuron, döküm saf titanyum primer ve sekonder kuron ve zirkonya dışında bir seramik primer ve elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronların tutuculuğunun değerlendirildiği çalışmalarında relatif standart sapmayı (standart sapma/ortalama [%]) seramik primer ve elektroşekillendirilmiş sekonder kuron çifti için diğer gruplara göre daha düşük açıklamışlardır. Sekonder kuronların döküm yöntemi ile üretildiği örneklerde 50 N ön yük uygulayarak yapılan ölçümlerde tutuculuk değerinin relatif standart sapması düşük bulunmuşsa da, ön yük 200 N'un üzerine çıkarıldığında bazı örneklerde standart sapmanın arttığını bildirmişlerdir. Seramik primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kurondan oluşan sistemin, döküm ile primer ve sekonder kuron üretimine göre daha tekrarlanabilir olduğu vurgulanmıştır. Yani döküm yöntemi ile üretilmiş sekonder kurona sahip tutucu çiftleri ne kadar aynı teknisyen tarafından, aynı yöntem ile üretilseler de; tutucunun yeri ve çiğnemenin besinin özellikleri gibi faktörlerden hastanın çiğneme kuvveti etkilenmekte ve değişmektedir (160). Bu nedenle döküm yöntemi ile üretilmiş sekonder kurona sahip tutucu çiftleri tekrarlanabilir tutucular değildirler.

Elektroşekillendirme ile üretilmiş sekonder kuronların varlığında adezyonun oluşması için primer ve sekonder kuronlar arasındaki ortam çok önemlidir (183). Sürtünme primer ve sekonder kuronlar arasında doğrudan

temas ile sağlandığından, adezyonun oluşması için tükürük gibi yoğun bir ortam gerekmektedir. Tükürüğün viskozitesi ve miktarı tutuculuğu etkileyebilmektedir (24). Tükürüğün viskozitesinin artması tutuculuğu arttırmaktadır. Hatta teleskobik tutuculu protezi olan bir hasta eğer protezin tutuculuğundan memnun değilse viskozitesi yüksek yağlar kullanmasının tavsiye edilebileceği bildirilmiştir (152). Bu nedenle hareketli bölümlü protezler için tutucu seçiminde hastanın tükürük miktarı ve viskozitesinin de değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir (24). Çalışmamızda hep aynı tükürük örneği kullanıldığı için gruplar arasındaki farklılıkların kıyaslanabilir olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda değerlendirilen teleskobik tutucuların tutuculuk değerleri, üretildikleri materyal çiftlerine bağlı olmadan sadece konus açısına göre değerlendirildiğinde tüm ölçüm periyotlarında  $0^\circ$  konus açısına sahip silindirik örneklerden en yüksek,  $6^\circ$  konus açısına sahip örneklerden en düşük tutuculuk değerleri elde edilmiştir (Tablo 4-1). Konus açısı azaldıkça tutuculuk değeri artmıştır. Bu bulgu literatürde konus açısı farklılıklarının değerlendirildiği diğer çalışmalarla uyumluluk göstermektedir (63,132).

Çalışmamızda kullanılan teleskobik tutucuların tutuculuk değerleri, konus açısına bağlı olmadan sadece üretildikleri materyal çiftlerine göre değerlendirildiğinde en yüksek tutuculuk değeri ZC örneklerde elde edilmiştir. Bunu sırası ile AA ve ZA örnekler takip etmektedir. Bu bulgunun döküm ile şekillendirilen sekonder kurona sahip teleskobik tutucu çiftlerinde tutuculuk mekanizmasının farklı olmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Besimo ve ark. (22), altın alaşımı ve saf titanyumdan ürettikleri primer kuronlarda materyal farkının tutuculukta bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Ancak çalışmalarında kullandıkları materyallerin sertlik değerleri (150-250 HV arasında) (5) birbirine yakındır. Aralarında anlamlı bir fark olmamasının bu durumdan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda konus açıları aynı ancak primer kuron materyali farklı, AA ve ZA materyal çiftlerinden oluşan grupların hepsinin arasında, tüm ölçüm periyotlarında tutuculuk değerleri arasında anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Uygulanan deney prosedürünün ve sekonder kuron üretim yönteminin AA ve ZA örnekler için aynı olduğu düşünülürse tutuculuk değerleri arasındaki anlamlı farkın primer kuron

materyallerinin farklılığından kaynaklandığı yorumu yapılabilir. ZA gruplarına göre AA gruplarında daha yüksek tutuculuk değerleri ölçülmüştür, ancak bu değerler klinik olarak arzulan değer olan 5-10 N'un (99,101,119) üzerindedir. ZA gruplarında ölçülen tutuculuk değerleri klinik olarak arzulan değerlere daha yakındır. Ayrıca çalışmamızda AA örneklerde tutuculuk değerleri, özellikle 0° konus açısına sahip olanlarda, 10.000 döngü boyunca ZA örneklere göre daha düzensiz değişikliklerle seyretmiştir (Şekil 4-22,4-23). Bayer ve ark. da (12), 2° konus açısına sahip altın alaşımı ve zirkonya primer kuronlar karşısında elektroşekilleştirme ile üretilmiş sekonder kuron çiftlerini 5.000 döngü ve giriş yolu dışında kuvvet uygulaması sonrasında değerlendirdikleri çalışmalarında, çalışmamızda olduğu gibi altın alaşımı primer kurona sahip grubun tutuculuk değerlerinde daha fazla ani iniş ve çıkışlar şeklinde değişimler gözlemişlerdir. Bu durumun altın alaşımı primer kurona göre (295 HV) (162), zirkonya (1250 HV) (200) gibi daha sert ve rijid özellikte primer kuron varlığında sekonder kuronun primer kurona daha iyi uyum sağlaması nedeni ile oluştuğunu düşünmekteyiz. Zirkonya primer kuronlu tutucu çiftinin klinik kullanımı, tutuculuk değerlerinde ani iniş veya çıkış şeklindeki değişikliklerin oluşmaması ve tutuculuk değerlerinin daha öngürülebilir olması açısından hem Bayer ve ark.'a (12) göre, hem de çalışmamız sonuçlarına göre daha avantajlıdır.

Çalışmamızın bulgularına göre, primer ve sekonder kuron çiftinin üretildiği materyallerin sertlik özellikleri birbirine yakın olduğunda, aşınmadan ve soğuk kaynaktan doğabilecek plastik deformasyonlar, özellikle konus açısı düşük olduğunda, her iki parçada da gerçekleşmektedir (Şekil 4-40,4-41,4-42,4-43,4-44,4-45,4-46,4-47). Oysa, primer kuron hekimin isteğine ve planlamasına göre düzenlenmektedir. Primer kuronda deformasyonlarla değişiklik olması, tasarımın tutucunun uzun dönemde davranışına etkisini bozmaktadır. Dolayısıyla hekimin tutucuya dair planlamaları da bozulmakta ve öngörülemeyen sonuçlar doğmaktadır. Bu nedenle aşınmaya dirençli bir primer kuron karşısında, daha düşük sertlik değerine sahip bir sekonder kuron kullanımının olumlu sonuçları olacağı kanısındayız. Bu şekilde hekimin istekleri doğrultusunda üretilen primer kuronda minimum değişiklik olacağını ve primer ile sekonder kuronların birbiriyle uyumunun artmasının, sekonder kurondaki

değişikliklerle gerçekleşeceğini düşünmekteyiz (Şekil 4-48,4-49,4-50,4-51,4-52,4-53,4-54,4-55).

Primer kuron materyali olarak sekonder kuron materyalinden daha sert bir metal veya metal alaşımı kullanılması durumunda ise bu iki farklı materyalin farklı elektrot potansiyellerine sahip olmaları ve tükürüğün de elektrolit görevi görmesi korozyona neden olabilmektedir. Oysa primer kuron materyali olarak seramik kullanıldığında bu ihtimal ortadan kalkmakta ve seramik ile altın arasında elektrik akımı oluşmamaktadır. Uludağ ve ark. (175), nikel-krom alaşımından primer kuronları ve krom-kobalt alaşımından sekonder kuronları olan ve galvanik ağrısı bulunan bir hastaya, zirkonya primer ve elektroşekillendirilmiş sekonder kuron uygulaması sonrasında, hastanın ağrı şikayetinin giderildiğini bildirmişlerdir.

Weigl ve ark. (183), bir teleskobik tutucunun takma-çıkarma döngüleri boyunca olan tutuculuk değerlerindeki aşırı değişiklikleri aşınma ile ilişkilendirmişlerdir. Çalışmamızda da 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca tutuculuk değerlerinde en fazla ani iniş ve çıkış değişiklikleri gözlenen grup AA0°dir (Şekil 4-22). Bu durumda en fazla aşınmanın bu grupta gerçekleştiği ifade edilebilir. Bu bulgu AA0° grubuna ait SEM görüntüleri ile de desteklenmektedir. Primer kuron yüzeyinde görülen yoğun aşınma izlerinin yanı sıra sekonder kuron yüzeyindeki aşınma izlerinin yaygınlığından ziyade derin oluşu dikkat çekmektedir (Şekil 4-40, 4-41).

Weigl ve ark. (183), 100.000 takma-çıkarma döngüsü içerisinde tutuculuk değerinde en fazla ani iniş ve çıkış değişikliklerini döküm ile üretilen altın alaşımı primer ve sekonder kuron ile saf titanyum primer ve sekonder kuron gruplarında gözlemişlerdir. Çalışmamızda ise sekonder kuronların döküm yöntemi ile üretildiği ZC gruplarında 10.000 döngü boyunca tüm materyal çiftleri içerisinde, özellikle silindirik teleskop kuronlarda tutuculuk değerlerinde en az ani iniş ve çıkış değişiklikleri gözlenmiştir. Bu durumun 2 şekilde açıklanabileceğini düşünmekteyiz. İlk olarak primer ve sekonder kuron yapımında kullandığımız materyaller birbirinden farklı 2 materyaldir. Zirkonya primer kuron ile döküm krom alaşımı sekonder kuron arasında soğuk kaynak meydana gelemeyeceğinden, sekonder kurondaki çıkıntılar primer kuron



yüzeyinin altına kadar inmemektedir ve primer kuron yüzeyinden materyal kopmasına neden olmamaktadır (105,183). SEM analizlerinde de sadece 0° ve 2° örneklerde zirkonya primer yüzeyinde hafif çizilmeler gözlenmiş ancak ciddi bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4-56,4-58). İkincil olarak takma-çıkarma sırasındaki sürtünme ve çigneme kuvvetini taklit eden ön yüklerle, zirkonya karşısındaki döküm krom alaşımı sekonder kuron aşınmış ve belki bir miktar plastik deformasyona uğrayarak şekillenmiştir. Bunun sonucunda primer ve sekonder kuronun uyumu artmıştır. Bu durum ZC silindirik teleskop kuronlarda ilk 1.000 döngü içerisindeki tutuculuk değeri değişikliklerini ve konus kuronlarda ilk 500 döngü sonrasındaki tutuculuk değeri artışını açıklamaktadır. Döküm krom alaşımı (215 HV) (14), elektroşekillendirme ile üretilen altına (52-75 HV) (5) göre daha sert bir materyaldir. Bu nedenle her ne kadar bazı aşınmalar gözlenmiş olsa da, bu aşınmaların daha yumuşak materyallere göre daha az olması beklenebilir. Başlangıçtaki uyumsuzluklar silindirik teleskop kuronlarda ilk 1.000, konus kuronlarda ilk 500 takma-çıkarma döngüsünde ortadan kalktıktan sonra sistemin daha stabil hale geldiğini, bu nedenle tutuculuk değerinde ani iniş ve çıkışların gözlenmediğini düşünmekteyiz.

Teleskobik tutucularda, sekonder kuron döküm yöntemi ile üretildiğinde, tutuculuğun düzenlenmesi ampirik bir şekilde teknisyen tarafından yapılmaktadır. Tutuculuğun genellikle gerekenden yüksek olacak şekilde düzenlendiği ve klinik uygulamada hekim tarafından azaltılması gerekebildiği literatürde bildirilmiştir (183). Çalışmamızda sekonder kuronların döküm yöntemi ile üretildiği ZC gruplarına ait örneklerde tutuculuk değerlerinin teknisyen tarafından olması gerekenden yüksek ayarlandığı kanısındayız.

Teleskobik tutucuların tutuculuklarının değerlendirildiği çalışmalarda takma-çıkarma döngüleri sonrasında tutuculuk değerinde artış da (12,22), azalma da (63,132) bildirilmiştir. Artış primer ve sekonder kuronlar arasındaki aralık seviyesinde mekanik adaptasyonla (115), azalma ise uzun dönem kullanım sonrasında metal abrazyonu ile açıklanmaktadır (132). Çalışmamızda başlangıç tutuculuk değerleri ile 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki değerler arasında ZA gruplarının tamamında, AA4°, AA6° ve ZC4°, ZC6° gruplarında artış gözlenirken; AA2°, AA4° ve ZC2°, ZC4° gruplarında anlamlı

değişiklik olmamıştır. Grupların hiçbirinde başlangıçtaki tutuculuk değeri ile 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasındaki tutuculuk değeri arasında anlamlı bir azalma meydana gelmemiştir.

Ohkawa ve ark. (132) ile Güngör ve ark. (63), döküm yöntemiyle altın alaşımından primer ve sekonder kuronları hazırlayarak konus açısı ve primer kuron yüksekliğinin tutuculuk değerlerine etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, örneklerin tutuculuk değerlerinin 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonunda azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda değerlendirilen AA ve ZA gruplarındaki tutuculuk mekanizması, sekonder kuronlar elektroşekillendirme yöntemi ile üretildiği için, yukarıda belirtilen çalışmalardaki örneklerin tutuculuk mekanizmasından farklıdır. Ancak çalışmamızdaki ZC gruplarına ait örnekler de döküm yöntemi ile üretilmişler ve yukarıda belirtilen çalışmalardaki örnekler ile aynı mekanizmayla tutuculuk sergilemektedirler. Bulgular arasındaki farkın, kullanılan materyal çiftlerinin ve deneylerin yapıldığı ortamların farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda tüm takma-çıkarma döngüleri ve tutuculuk ölçümleri yapay tükürük içerisinde gerçekleştirilmiştir. Tutuculuk değerinde azalma bildiren yukarıda belirtilen çalışmalarda (63,132) ise döngüler ve ölçümler kuru ortamda yapılmıştır. Deneylerin yapay tükürük içerisinde gerçekleşmesinin tutuculuk ölçümlerinde farklılıklara yol açtığı gibi, aşınma mekanizmasını etkilemesinin de muhtemel olabileceğini düşünmekteyiz.

Besimo ve ark. (22), titanyum, altın alaşımı ve döküm krom alaşımından döküm yöntemi ile üretilen, 5,5° ve 6,5° konus açısına sahip konik teleskop kuronları değerlendirdikleri çalışmalarında; döküm krom alaşımından döküm yöntemi ile elde ettiğimiz 6° konus açısına sahip konik teleskop kuron bulgularımızla uyumlu olarak takma-çıkarma döngüleri sonrası tutuculuk değerinde artış gözlemişlerdir. Bu çalışmada da örneklerin deney boyunca yapay tükürük ile yıkanması, yani deneylerde kuru ortam kullanılmaması; tutuculuk değerinde azalma değil artış gözlenmesini sağlamış olabilir.

Weigl ve ark. (183), çalışmalarında seramik primer kuron üzerinde elektroşekillendirme ile üretilmiş altın sekonder kuron çiftinden oluşan ve 4° konus açısına sahip tutucu çiftinin ortalama tutuculuk değerini 5,03 N olarak

bildirmişler ve bu tutuculuk değerinin klinik ihtiyaca cevap verebildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise ZA4° grubunun tutuculuk değeri ortalaması başlangıç ölçümlerinde 12,73 N; 10.000 döngü sonrasındaki ölçümlerde ise 19,44 N olarak saptanmıştır. Beuer ve ark. (24); 0° ve 2° konus açısına sahip, zirkonya ve altın alaşımı primer kuronlar üzerinde elektroşekillendirme ile üretilmiş altın sekonder kuronların üretimden hemen sonraki tutuculuk değerlerini değerlendirdikleri çalışmalarında tutuculuk değerlerinin 0,37 N ile 2,65 N arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bayer ve ark. (12), 2° konus açısına sahip, zirkonya ve altın alaşımı primer kuronlar karşısında elektroşekillendirme ile üretilmiş sekonder kuronların ortalama tutuculuk değerlerini başlangıçta altın primer kuron için 8,89 N, zirkonya primer kuron için 5,52 N olarak; 5.000 döngü ve aks dışı kuvvet uygulama sonrasında altın için 11,495 N, zirkonya için 7,35 N olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda AA2° grubunun başlangıçtaki tutuculuk değeri ortalaması 31,74 N, ZA2° grubunun ortalaması 19,59 N olarak; 5.000 döngü sonrasındaki AA2° grubunun ortalaması 32,58 N, ZA2° grubunun ortalaması 23,99 N olarak saptanmıştır. Aynı tür malzeme ve aynı konus açılarına sahip örneklerin değerlendirildiği diğer çalışmalarda bildirilen değerler, çalışmamızda elde edilen değerlere göre daha düşüktür. Benzer çalışmalarla çalışmamız bulguları arasındaki tutuculuk değeri farklılıklarının farklı elektroşekillendirme sistemi kullanımı, gümüş lakın uygulanma prosedüründeki değişiklikler gibi örneklerin üretimindeki ve kullanılan ölçüm cihazlarının farklı olması, kullanılan yapay tükürük preparatları arasındaki farklılıklar, giriş yolu dışında yükün de uygulanması gibi deney prosedüründeki değişikliklerden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Bayer ve ark. (9), Tip IV altın alaşımından döküm yöntemi ile üretilen 1°-2° konus açısına sahip teleskobik tutucuları hastalara uygulamışlar ve 4-6 hafta sonra, 6 ay sonra, 18 ay sonra tutuculuk değerlerini ölçmüşlerdir. 4-6 hafta sonraki değer 4,705 N, 6 ay sonraki değer 5,19 N, 18 ay sonraki değer ise 3,74 N olarak bildirilmiştir. 1,5 yıl kullanım sonrasında ölçülen değer ilk ölçüm değerinden anlamlı olarak düşüktür. Her ne kadar tutuculuğun *in vivo* koşullarda değerlendirilmesi çalışmanın önemli bir üstünlüğü olsa da; protezde birden fazla tutucu olduğu için, tek bir tutucunun ağızda tutuculuğunun ölçümünün çok hassas olamayacağı kanısındayız. Çalışmamızda sekonder kuronun döküm

yöntemi ile üretildiği ZC2° örneklerde tutuculuk değerinde önce artış daha sonra da azalma görülmesi bu çalışma ile uyumluluk göstermektedir. Ancak çalışmamızda, sözü edilen bu azalma 10.000 döngü sonunda başlangıç değerleri ile anlamlı fark yaratacak boyutta değildir.

Literatürde dayanak dişlere uygulanabilecek tutuculuk değerlerinin 5-10 N arasında olması (99,101,119), periodontal harabiyet söz konusu olduğunda ise 5 N'u geçmemesi (66) önerilmektedir. Çalışmamızda 0° örneklerde saptanan tutuculuk değerleri tüm materyal çiftleri için bu değerlerin çok üzerindedir. Hatta bu nedenle bu grupların deney prosedüründe değişiklik yapılması gerekmiş, uygulanan ön yük miktarı 120 N'a çıkartılmıştır. Silindirik teleskop kuronların başka dezavantajları da bulunmaktadır. Sekonder kuron primer kuron üzerinden ayrılincaya kadar temas devam ettiği için bir kuvvet kolu gibi görev yapmakta ve dayanak dişe daha fazla yıkıcı kuvvet gelmesine neden olabilmektedirler (63). Ayrıca üretim güçlükleri bulunmaktadır. Elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronların tersiyer yapıya ağız içerisinde simante ediliyor olmaları pasif uyumlarını sağlamaktadır. Ancak silindirik teleskop kuronlar söz konusu olduğunda ağız içerisinde simantasyonda giriş yolundan sapmalar oluşabilmektedir. Model üzerinde simantasyon yapıldığında ise ölçüye ve model elde edilmesine bağlı hatalar olaya dahil olacağından, protezin istenen pasif uyumu elde edilememektedir (24,59,106,184). Bu nedenlerle silindirik teleskop kuronların kullanımı öncesinde bu dezavantajların göz önünde bulundurulmasında yarar olduğu kanısındayız.

ZA6° grubunun başlangıç değerleri hariç çalışmamızda elde edilen tüm tutuculuk değerleri, literatürde önerilen değerlerden yüksektir. Her ne kadar tutuculuğun dayanak diş veya implant üzerindeki primer kuronun boyutlarına ve hastanın tükürüğünün özellikleri gibi faktörlere göre değişmesi beklense de, *in vitro* koşulların kısıtlamalarına rağmen deneylerde değerlendirilen diğer materyal çiftlerine ve konus açılarına göre ZA materyal çifti ve 6° konus açısı önerilen tutuculuk değerlerine en yakın değerleri sağlayan kombinasyon olarak görünmektedir.

SEM analizlerinde AA materyal çiftinin tüm konus açısı gruplarına ait örneklerinde 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasında hem primer hem de sekonder kuronların birbirine bakan yüzeylerinde aşınmalar gözlenmiştir (Şekil 4-40,4-41,4-42,4-43,4-44,4-45,4-46,4-47). Ancak AA0° ve AA2° örneklerin sekonder kuronlarının yüzeyinde gözlenen aşınmaların oldukça derin oluşu dikkat çekmektedir. Bu durumun ön yük altında benzer materyaller arasında soğuk kaynak oluşmasıyla ayrılma sırasında sekonder kuron yüzeyinde derin izler kalması ve AA4° ve AA6° örneklere göre tutuculuk değerinin AA0° ve AA2° örneklerde daha fazla olması nedeni ile gerçekleşmiş olabileceğini düşünmekteyiz. Çünkü soğuk kaynak olması beklenmeyen ZA0° ve ZA2° örneklerde de sekonder kuron yüzeyinde aşınmalar oluşmasına rağmen (Şekil 4-49,4-51) izler AA0° ve AA2° örneklerdeki kadar derin değildir.

ZA materyal çiftinin tüm konus açısı gruplarına ait örneklerde SEM analizlerinde primer kuron yüzeyinde aşınma izleri gözlenmemiştir (Şekil 4-48,4-50,4-52,4-54). Görülebilen izler yatay yönde olup aşındırma ve cilalama işlemlerinden kaynaklanan izlerdir. Ancak ZA materyal çiftinin tüm konus açısı gruplarına ait örneklerde sekonder kuronların yüzeyinde aşınma izleri bulunmaktadır (Şekil 4-49,4-51,4-53,4-55). Bu durumun elektroşekillendirme ile üretilen sekonder kuronun % 99,9 saflıkta altından oluşmasından (59) ve bu altının sertliğinin (52-75 HV) (5) zirkonyadan (1250 HV) (200) düşük olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

ZC0° ve ZC2° örneklerin primer kuron yüzeylerinde aşınmaya bağlı hafif çizilmeler gözlenirken (Şekil 4-56,4-58), ZC4° ve ZC6° örneklerin primer kuron yüzeylerinde hiçbir aşınma izi bulunmamaktadır (Şekil 4-60,4-62). Primer kuron yüzeyindeki izlerin ZC0° ve ZC2° gruplarında sürtünmeye bağlı olan tutuculuk değerlerinin daha yüksek olması ile açıklanabilir. ZC materyal çiftinin tüm konus açısı gruplarına ait örneklerde sekonder kuronlarda aşınma izleri gözlenmiştir (Şekil 4-57,4-59,4-61,4-63). Bu durumun döküm krom alaşımının sertliğinin (215 HV) (14) zirkonyadan (1250 HV) (200) daha az olmasına bağlı olduğu kanısındayız.

Weigl ve ark. (183), 100.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasında 4° konus açısına sahip seramik primer-elektroşekillendirilmiş sekonder kuron

çiftinden oluşan örneklerin yüzeylerini SEM ile incelemişlerdir. İncelemede bulgularımızla benzer şekilde primer kuron yüzeyinde herhangi bir aşınmaya rastlanmamış, sadece aşındırma ve cila işlemlerinden kalan izler gözlenmiştir. Ancak çalışmamızdan farklı şekilde sekonder kuronların yüzeylerinde de herhangi bir değişiklik saptamamışlardır. Oysa çalışmamızda ZA4° örneklerin sekonder kuron yüzeylerinde sıkışmaya bağlı olarak düzleşmeler ve aşınma izleri mevcuttur. Bulgular arasındaki bu farklılığın deney prosedürleri arasındaki değişiklikten kaynaklandığını düşünmekteyiz. Araştırmacılar tutuculuk ölçümleri öncesinde ön yük uygulamışlar, ancak takma-çıkarma döngüleri sırasında uygulanan bir ön yükü bildirmemişlerdir. Çalışmamızda ise hem ölçümler sırasında hem de takma-çıkarma döngüleri sırasında 50 N ön yük uygulanmıştır ve muhtemelen bu nedenle sekonder kuronlarda daha fazla yüzey değişikliği gözlenmiştir. İki çalışma arasındaki farklılık göz önüne alındığında, deney düzeneğimizin *in vivo* koşulları daha iyi yansıttığı kanısındayız.

Çalışmamızda zirkonyadan elde edilen primer kuronlar, örneklerin hazırlanması aşamasında sinterleme sonrası aşındırma ve cila işlemlerine maruz kalmışlardır. Tetragonal zirkonyanın metastabil olduğu göz önünde bulundurulduğunda kumlama veya aşındırma gibi strese neden olan yüzey işlemleri T→M faz dönüşümüne neden olmakta, bunun sonucunda hacim artışına bağlı olarak yüzeyde kompresif bir tabaka oluşmaktadır. Ancak yapının faz bütünlüğünün bozulması nedeni ile yaşlanmaya karşı daha hassas hale geldiği bildirilmiştir (41). Yüzeyinde faz dönüşümü gerçekleşen tabakanın kalınlığı önem arz etmektedir. Zira faz dönüşümünün devam etmesi ile yüzey çatlakları oluşabilmekte, dönüşmüş grenler yüzey seviyesinin üstüne çıkabilmekte ve daha sonra uzaklaşabilmektedirler (141). Düşük sıcaklık bozunmasının özellikle nemli ortamda 65°C ile 500°C arasında görüldüğü bildirilmiştir ve 65°C ağız içinde görülebilecek bir sıcaklıktır (137). Zirkonyanın yaşlanmasının restorasyonlar için nasıl bir sorun oluşturacağı henüz bilinmemektedir (4). Farklı üreticilere ait zirkonyanın, hatta aynı üreticiye ait ancak farklı şekilde işlenmiş zirkonyanın bile yaşlanma hassasiyeti değişiklik gösterebilmektedir (32).

Kosmac ve ark. (95), aşındırma ve kumlamanın zirkonyanın bükülme dayanımına ve güvenilirliğine olan etkisini değerlendirmişlerdir. Kumlama ile Weibull modülünün azaldığını, yüzeyde monoklinik faz miktarının arttığını, bu nedenle yüzeyde kompresif tabaka oluştuğunu, yüzeyde çatlakların meydana geldiğini ancak bu çatlakların kompresif tabaka dahilinde kaldığını, bükülme dayanımının arttığını bildirmişlerdir. Aşındırma ile ise Weibull modülünün kumlamaya göre daha düşük olduğu, yüzeyde monoklinik faz miktarında artış olduğu, yüzeyde kompresif tabakanın oluştuğu ancak kumlamaya göre daha fazla yüzey çatlağı meydana geldiği, buna bağlı olarak bükülme dayanımının azaldığı belirtilmiştir.

Cilalama sonrasında ise aşındırmaya göre yüzeydeki defektlerin azaldığı gözlenmiştir (61). Cilalama işleminin Weibull modülü düşürmesinin yanı sıra, cilalama sırasında uygulanan basıncın faz dönüşümüne neden olmadığı ve yüzeydeki çatlaklarda azalma sağladığı bildirilmiştir (137,142). Ancak cilalama ile yüzeydeki monoklinik faz uzaklaştırılabilmekte ve bu nedenle yüzeydeki gerilim de azalmaktadır (39).

Her ne kadar cilalama aşındırmaya göre yüzey defektlerini azaltsa da, yüzeyde yine de çizikler oluşmaktadır (Şekil 4-37) ve faz dönüşümünün ilk olarak bu çizikler etrafında başladığı bildirilmektedir. Çizikler ne kadar derin ise faz dönüşümüne eğilim o kadar fazla olmaktadır. Ayrıca cilalamada aşındırmada olduğu gibi yüzeyde kompresif bir tabaka da oluşmadığı için otoklavda yaşlanmaya eğilimin arttığı belirtilmiştir. Ancak teleskobik tutucuların primer kuronları veya kalça protezi uygulamaları gibi bazı durumlarda, dikkat edilmesi gereken tek kriter yaşlanma eğilimi değildir ve cila işlemi mutlaka gerekmektedir (41).

Çalışmamızda aşındırma ve cila işlemleri uygulanmış, ancak yapay tükürük varlığında deney prosedürü uygulanmamış örnekte XRD analizi sonrasında hesaplanan hacimce monoklinik faz oranı % 19,7 olarak saptanmıştır (Tablo 4-57). Bu bulgu literatürde cila sonrası monoklinik faz oranının % 19 olarak bulunduğu başka bir çalışma (61) ile paralellik göstermektedir.

Tüm gruplarda takma-çıkarma deneyleri sonrasında hacimce monoklinik faz oranı % 5'ten küçük saptanmıştır (Tablo 4-57). Bu durum beklenenin aksine bir durumdur, çünkü zirkonyada su veya su buharı varlığında ve sürtünmenin yoğun olduğu ortamlarda faz dönüşümünde artış gözleendiği literatürde bildirilmiştir (28). Çalışmamızda teleskobik tutucularda hem sürtünme işlevi hem de sıvı ortamı mevcuttur, bu nedenle deneyler sonrasında faz dönüşüm oranında artış olması beklenmiştir.

Aşınma ile T→M faz dönüşümünün arttığı (77,68) bildirilmiştir. Çalışmamızda zirkonya (1250 HV) (200) karşısında altın (52-75 HV) (5) ve döküm krom alaşımı (215 HV) (14) gibi zirkonyadan sertliği daha düşük olan materyaller kullanılmıştır. Çalışmamızda SEM analizi ile gözlenen aşınmalar genellikle sertliği daha az olan sekonder kuronlarda gerçekleşmiştir, ZC0° ve ZC2° grubunda görülen hafif aşınma (Şekil 4-56,4-58) haricinde zirkonya primer kuronlarda aşınma meydana gelmemiştir. Muhtemelen bu nedenle zirkonya primer kuronlarda faz dönüşümünün gerçekleşmesini sağlayacak kuvvette sürtünme etkisi olmamış ve monoklinik faz oranı artmamıştır.

Ancak deneylerden önce primer kuronların hazırlanması sırasında meydana gelen dönüşüm neticesinde ortaya çıkan monoklinik faz oranında artış olmadığı gibi azalma da oluşmuştur. Bu azalmanın 2 şekilde açıklaması yapılabilir. Birincisi takma-çıkarma deneyleri sırasında sürtünme nedeniyle oluşan lokal ısı ile, 350°C sıcaklıkta başladığı belirtilen (94) M→T ters faz dönüşümünün gerçekleşmesidir. İkincisi ise sürtünmenin faz dönüşümü ortaya çıkaracak kadar şiddetli olmasa da, bünyesinde mikroçatlaklar barındıran ve sertliği tetragonal faza göre daha az olan monoklinik fazı, sanki ince bir cila işlemi gibi uzaklaştırmasıdır. Çalışmamızda takma-çıkarma deneyleri yapay tükürük içerisinde gerçekleştirildiği için M→T ters faz dönüşümünü sağlayacak ısıların oluşmadığını, monoklinik fazın sürtünme neticesinde yüzeyden uzaklaşmasının daha muhtemel olduğunu düşünmekteyiz.

Her *in vitro* çalışmada olduğu gibi çalışmamızda da bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilirler.

Çalışmamızda teleskobik tutucuları etkileyen sadece dikey kuvvetler değerlendirilmiştir. Oysa lateral kuvvetlerin ve protez takılıp çıkartılırken hasta



tarafından giriş yolu bulunana kadar gerçekleşen deformasyonun da uzun dönem tutuculukta etkisinin olması muhtemeldir. Ancak çalışmamızın *in vitro* koşullarında bu parametre değerlendirilmemiştir.

Çalışmamızda farklı yapay tükürük örnekleri kullanılmamış, tek çeşit yapay tükürük kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Farklı viskozitede yapay tükürüklerin kullanımı ile hem tutuculuk değerlerinde hem de aşınma sürecinde değişiklikler beklenebileceğini düşünmekteyiz.

Zirkonya diş hekimliğinde genellikle kuron ve köprü protezlerinde altyapı materyali olarak kullanılmaktadır. Yani ağız sıvılarına açık değildir, seramik vener ile kaplıdır (151). Zirkonya ile ilgili pek çok *in vitro* çalışma bulunsa da uzun dönem *in-vivo* çalışmaların sayısı ve inceleme süreleri kısıtlıdır (124,33,135,4) ve zirkonyanın ağız sıvıları ile temasta olduğu durumda uzun dönemde nasıl değişiklikler olacağı ise bilinmemektedir (151). Oysa zirkonyanın teleskobik tutucularda primer kuron materyali olarak kullanımı dışında, doğrudan ağız sıvıları ile temasta olduğu başka durumlar da vardır. İmplant dayanağı olarak kullanımında üzerine restorasyon simante edilmiş olmasına rağmen dişetine bakan kısmı ağız sıvıları ile temastadır. Bunun yanı sıra zirkonyanın alt yapı materyali olarak kullanıldığı klinik takip çalışmalarında en sık bildirilen komplikasyonlardan biri üst yapı porseleninde görülen kırılmalardır (4,33,135). Üst yapı seramiğindeki bu kırılmalar sonucunda alt yapı açığa çıkabilmektedir (4). Bu kırılmalar her defasında tamir edilmeyebilmekte ve cilalanıp bu şekilde kullanıma devam edilebilmektedir (33). Ayrıca bir kuron ve köprü protezinde vener yüzeyinde bir çatlak oluştuğu zaman bu çatlak vener-altyapı arayüzünde durdurulmakta ve zirkonya alt yapı çatlaktaki sızıntı nedeni ile ağızdaki sıvı ortama maruz kalabilmektedir (169). Ek olarak literatürde (91) oklüzal veya palatal mesafenin sınırlı olduğu durumlarda zirkonyanın üst yapı seramiği olmadan bırakılabildiği de bildirilmektedir. Primer kuron materyali olarak kullanımında olduğu gibi, zirkonyanın ağız sıvıları ile temasta olduğu tüm bu koşullarda, zirkonya sıvı varlığının yanı sıra pH ve ısı değişiklikleri gibi etkenlere de maruz kalmaktadır. Asit ortamda alkali ortama göre daha fazla olmakla beraber, pH değişikliklerinin zirkonyanın bozunmaya eğilimini arttırdığı

literatürde bildirilmektedir (6,8,94,173). Ağız sıvılarındaki pH ve ısı değişiklikleri gibi etkenlerin yansıtılmamış olması çalışmanın bir kısıtlamasıdır.

Y-TZP'nin oda ısısında ve nemde, hiçbir özel ısı ve nem koşulu sağlanmaksızın, sadece 7 yıl bekletilmesi sonucunda monoklinik fazın % 3 ile % 6 arasında arttığı bildirilmiştir (122). Saklama ağız içi koşullarda, mekanik gerilimlere maruz kalarak yapılması durumunda bu artışın daha fazla olması beklenebilir. Sonuç olarak Y-TZP'nin yaşlanmasında zamanın da önemli bir faktör olduğu söylenebilir (137). Çalışmamızda zirkonya primer kurona sahip örnekler sadece deneyler süresi boyunca yapay tükürük içinde durdukları için, tükürük ortamında kalma süresinin kısıtlılığı çalışmamızın bir kısıtlaması olarak söylenebilir.

Çalışmamızın sonuçları doğrultusunda uygulamalardaki eksikliklerin giderilmesi için sonraki çalışmalara önerilerimiz aşağıda belirtilmiştir.

Çalışmamızda her ne kadar döküm yöntemi ile üretilen gruplardaki tutuculuk, üretim yöntemi gereği teknisyen tarafından ayarlanmış olsa da ZC grupların standart sapma değerleri, beklenenin aksine, sekonder kuronun elektroşekillendirme ile üretildiği diğer gruplardan daha yüksek değildir. Ancak döküm yöntemi ile üretilen gruplarda, ön yükün çalışmamızda kullanılan 50 N değerinin üstüne çıktığı durumlarda artacağını düşündüğümüzden bu konuda yeni çalışmaların yapılmasını önermekteyiz.

Literatürde çoğu tutucu için ilk 2.000 takma-çıkarma döngüsünün ilk aşınma periyodu olduğu, bundan sonra tutuculuk değerinde ciddi bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (11,190). Ancak çalışmamızda konus kuronlar için bu periyodun genel olarak ilk 500 döngü içerisinde tamamlandığı söylenebilir. İlk 500 döngü sonrasında konus kuronların tutuculuk değerlerinde belirgin iniş çıkışlar olmamıştır (Şekil 4-22,4-23,4-24). Çalışmamızda SEM ile yüzey incelemeleri deneyler öncesinde ve 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasında yapılmıştır. İleri çalışmalarda yüzey değişikliklerinin ara periyotlarda da izlenmesi aşınma mekanizmasının gelişimi ile ilgili bilgiler edinilmesini sağlayabilir.

Daha önce zirkonyanın primer kuron materyali olarak kullanıldığı ve zirkonyanın T→M faz dönüşüm oranı ile ilgili değerlendirmenin yapıldığı

herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızın başında faz dönüşüm oranı tam olarak öngörülemediği. Deville ve ark. (42), zirkonyanın yaşlanmaya hassasiyetinin incelenmesinde XRD analizinin ilk basamak olarak düşünülebileceğini bildirdikleri için çalışmamızda faz dönüşümünü incelemekte bu yöntem tercih edilmiştir. Ancak deney prosedürü uygulanmış zirkonya primer kuronlarda monoklinik faz oranı % 5'ten az bulunmuştur. Literatürde monoklinik faz oranı % 5'in altında olduğunda XRD ile güvenilir bilgi elde edilemeyeceği, çünkü bu oranın dönüşümün başlangıcına denk geldiği ve faz dönüşümünün ilk aşamalarında ölçümlerin hassasiyetinin sinyal/gürültü oranı ile sınırlandığı belirtilmektedir (42). Bu nedenle ileri çalışmalarda teleskobik tutucularda kullanılan zirkonya primer kuronlarda faz dönüşümünün incelenmesi için dönüşümün ilk aşamalarına dair daha net bilgiler veren Optik İnterferometre ve Atomik Güç Mikroskobu kullanılması önerilebilir.

Zirkonyanın yaşlanmasına sebep olan T→M faz dönüşümü, aslında oda ısısında stabil olan monoklinik denge durumuna doğal bir dönüştür (177) ve bu dönüş bir kısmı hastaya bağlı olan çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Uzun dönemde ağız içinde sıvılarla temasta ve sıcaklık, pH değişimleri gibi pek çok faktörle karşı karşıya kalacak şekilde açıkta kullanımının sonuçları henüz netlik kazanmamış ve yaşlanma süreci tam olarak anlaşılammıştır. Yüksek bükülme dayanımı nedeniyle arka bölgede tam seramik köprü protezlerinin yapımı için zirkonya tercih edilen bir materyal olabilir. Ancak primer kuron materyali olarak stabil olmayan bir materyal olan zirkonya yerine, bükme dayanımından ödün verilerek, farklı güçlendirilmiş seramiklerin kullanımı da düşünülebilir. Bu nedenle ileri çalışmalarda başka güçlendirilmiş seramik materyallerinin de teleskobik tutucularda primer kuron materyali olarak kullanımının değerlendirilmesini önermekteyiz.

*In vitro* çalışmalar ne kadar hassas planlanırlarsa planlansınlar, *in vivo* koşulları tam olarak yansıtamamaktadır. Primer kuronların metastabil tetragonal zirkonyadan üretiminin uzun dönem kullanım sonrasında ağız ortamında nasıl sonuçlar vereceği belli değildir. Bu uygulamanın güvenilirliğinin *in vivo* çalışmalarla da belirlenmesini önermekteyiz.

Sonuç olarak,

- Çalışmamızda tüm konus açıları arasında  $0^\circ$  konus açısına sahip silindirik örneklerde en yüksek,  $6^\circ$  konus açısına sahip örneklerde en düşük tutuculuk değerleri elde edilmiştir. Konus açısı azaldıkça tutuculuk değeri artmaktadır. Klinikte planlama yapılırken istenen tutuculuk kuvvetinin elde edilmesi için uygun konus açısı seçilmelidir.
- Çalışmamızda en yüksek tutuculuk değeri zirkonya primer kuron ve döküm krom alaşımı sekonder kurona sahip örneklerde elde edilmiştir. Bunu altın alaşımı primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan örnekler ve zirkonya primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan örnekler takip etmektedirler. Zirkonya primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan örneklerden elde edilen tutuculuk değerleri, klinik olarak arzulanan değerlere daha yakındır. Bu nedenle klinik kullanımda uygun tutuculuk kuvvetinin elde edilmesi için zirkonya primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan tutucu çiftinin kullanımını önerebilmekteyiz.
- Aşınma ile ilişkilendirilen, tutuculuk değerindeki ani iniş ve çıkışlar 10.000 takma-çıkarma döngüsü boyunca en fazla  $0^\circ$  konus açısına sahip altın alaşımı primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan örneklerde saptanmıştır. Bu gruba ait SEM görüntüleri de bu durumu desteklemektedir. Bu nedenle klinik kullanımda  $0^\circ$  konus açısına sahip altın alaşımı primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan teleskobik tutucuların zaman içerisinde tutuculuk değerlerinde önceden belirlenemeyen değişikliklerin görülebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Literatürde dayanak dişlere uygulanabilecek tutuculuk değerinin 5-10 N arasında olması, periodontal harabiyet söz konusu olduğunda 5 N'u geçmemesi tavsiye edilmektedir. Çalışmamızda  $0^\circ$  konus açısına sahip örneklerde saptanan tutuculuk değerleri tüm materyal çiftleri için bu değerlerin çok üzerindedir. Bu nedenlerle klinikte silindirik teleskop

kuronlar yerine uygun açılı konus kuron uygulamalarının tercih edilmesini önermekteyiz.

- Bu *in vitro* çalışmada değerlendirilen hiçbir grupta tutuculuk değerlerinde anlamlı bir azalma gözlenmemiştir. Çalışmanın kısıtlamaları da göz önünde bulundurularak, klinik uygulamalarda zaman içinde tutuculuk değerlerinde ciddi bir kayıp beklenmemesi gerektiği ifade edilebilir.
- SEM analizlerinde 10.000 takma-çıkarma döngüsü sonrasında,
  - Altın alaşımı primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan materyal çiftinin tüm konus açısı gruplarına ait örneklerde hem primer hem de sekonder kuron yüzeylerinde aşınmalar gözlenmiştir.
  - Zirkonya primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan materyal çiftinin tüm konus açısı gruplarına ait örneklerde primer kuron yüzeyinde aşınma izleri gözlenmezken, sekonder kuronların yüzeyinde aşınma izleri bulunmaktadır.
  - Zirkonya primer kuron ve döküm krom alaşımı sekonder kurondan oluşan materyal çiftinde 0° ve 2° örneklerin primer kuron yüzeylerinde aşınmaya bağlı hafif çizilmeler gözlenirken, 4° ve 6° örneklerin primer kuron yüzeylerinde aşınma izi bulunmamış, sekonder kuronların ise hepsinde aşınma izleri gözlenmiştir.

Klinik kullanım için altın alaşımı primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan materyal çiftini aşınmaların hem primer hem de sekonder kuronda ve kontrolsüz olması açısından tavsiye etmemekte, zirkonya primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan materyal çiftini ise zirkonya primer kuronun aşınmadan korunması, dolayısıyla hekimin restorasyona dair planlamasının bozulmaması açısından önermekteyiz.

- XRD analizi ile hesaplanan monoklinik faz oranı deney prosedürü uygulanmamış örnekte % 19,7 olarak, deney gruplarına ait örneklerde ise % 5'ten küçük saptanmıştır. Monoklinik faz oranındaki azalmanın

kompresif tabakanın yüzeyden uzaklaşmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. İleri çalışmalarda % 5'in altında monoklinik faz varlığında daha net incelemeler yapılabilen Optik İnterferometre ve Atomik Güç Mikroskobu kullanımını ve zirkonya primer kuronların yüzeyindeki monoklinik fazın azalmasının kırılma dayanımına etkisinin araştırılmasını önermekteyiz.

- Tutuculuk değerlerinin bağlı olduğu başka faktörler de olmasına rağmen, çalışmamızda değerlendirilen materyal çiftleri ve konus açılarından, zirkonya primer kuron ve elektroşekillendirme ile üretilen altın sekonder kurondan oluşan materyal çifti ve 6° konus açısı klinik kullanım için en tavsiye edilebilir kombinasyon olarak görünmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1- Adamczyk E, Spiechowicz E. Plaque accumulation on crowns made of various materials. *Int J Prosthodont* 1990; **3**: 285-291.
- 2- Akagawa Y, Seo T, Ohkawa S, Tsuru H. A new telescopic crown system using a soldered horizontal pin for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1993; **69**: 228-231.
- 3- Akkayan B. *Konus kuronlarda kaybolan tutuculuğun yeniden sağlanmasının in vitro olarak incelenmesi*. Doktora Tezi. İstanbul. 1997.
- 4- Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2010; **37**: 641-652.
- 5- Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials*. 11th ed. Missouri: Elsevier; 2003.
- 6- Ardlin BI. Transformation-toughened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low-temperature aging on flexural strength and surface structure. *Dent Mater* 2002; **18**: 590-595.
- 7- Artunç C, Sonugelen M. Teleskop protezler. *EÜDF Dergisi* 1995; **16**: 140-143.
- 8- Ban S, Sato H, Suehiro Y, Nakanishi H, Nawa M. Biaxial flexure strength and low temperature degradation of Ce-TZP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanocomposite and Y-TZP as dental restoratives. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; **87**: 492-498.
- 9- Bayer S, Stark H, Gözl L, Keilig L, Kraus D, Hansen A, Enkling N. Clinical retention force development of double crowns. *Clin Oral Investig* 2011 Mart 1. [Epub ahead of print]. Erişim: 10.3.2011, <http://www.springerlink.com/content/2500180j201t2q21/>.
- 10- Bayer S, Stark H, Mues S, Keilig L, Schrader A, Enkling N. Retention force measurement of telescopic crowns. *Clin Oral Investig* 2010; **14**: 607-611.
- 11- Bayer S, Steinheuser D, Grüner M, Keilig L, Enkling N, Stark H, Mues S. Comparative study of four retentive anchor systems for implant supported overdentures--retention force changes. *Gerodontology* 2009; **26**: 268-272.

- 12-Bayer S, Zuziak W, Kraus D, Keilig L, Stark H, Enkling N. Conical crowns with electroplated gold copings: retention force changes caused by wear and combined off-axial load. *Clin Oral Implants Res* 2011; **22**: 323-329.
- 13-Becker VH. Untersuchung der Abzugkraefte abnehmbarer Teleskop-Prothesen. *Zahnaerztl Prax* 1982; **33**: 153-156.
- 14-Bego *Ürün Kataloğu*. Erişim 11.05.2011, [http://www.bego.com/en/produkte/produkte-detail/list/124/edelmetallfreie\\_legierungen/129/emf\\_legierungen\\_kunststoffverblendung\\_\\_ni\\_basis////////4232/wirolloy\\_nb/](http://www.bego.com/en/produkte/produkte-detail/list/124/edelmetallfreie_legierungen/129/emf_legierungen_kunststoffverblendung__ni_basis////////4232/wirolloy_nb/).
- 15-Behr M, Kolbeck C, Lang R, Hahnel S, Dirschl L, Handel G. Clinical performance of cements as luting agents for telescopic double crown-retained removable partial and complete overdentures. *Int J Prosthodont* 2009; **22**: 479-487.
- 16-Behr M, Hofmann E, Rosentrit M, Lang R, Handel G. Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Invest* 2000; **4**: 87-90.
- 17-Belger L. *Kuron Köprü Protezleri*. İstanbul: Prof. Dr. Nazım Terzioğlu Basım Atölyesi; 1986.
- 18-Bergman B, Ericson A, Molin M. Long-term clinical results after treatment with conical crown-retained dentures. *Int J Prosthodont* 1996; **9**: 533-538.
- 19-Berman H, Lustig LP. Primary substructures and removable telescopic superstructures an dental reconstruction. *J Prosthet Dent* 1960; **10**: 724-732.
- 20-Beschindt SM, Chitmongkolsuk S, Prull R. Telescope crown retained removable partial dentures: Review and case report. *Compend Contin Educ Dent* 2001; **22**: 927-940.
- 21-Besimo C, Graber G. A new concept of overdentures with telescope crowns on osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994; **14**: 486-495.
- 22-Besimo CH, Graber G, Flühler M. Retention force changes in implant-supported titanium telescope crowns over long-term use in vitro. *J Oral Rehabil*. 1996; **23**: 372-378.



- 23-Besimo C, Jaquiere C, Rohner HP. Implantetgetragene. Perioprotetische Suprastrukturen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1993; **103**: 580-595.
- 24-Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Naumann M. Parameters affecting retentive force of electroformed double-crown systems. *Clin Oral Investig* 2010; **14**: 129-135.
- 25-Böttger H. *Das Teleskopsystem in der Zahnärztliche Prothetik*. 2nd ed. Leipzig: Barth Verlag; 1964.
- 26-Böttger H, Engelhardt JP. Das Teleskopsystem in der zahnaerztlichen Praxis. *Quintessenz* 1971; **22**: 61-65.
- 27-Bredent Ürün Kataloğu. Erişim 20.06.2010, <http://www.bredent.com/en/bredent/product-group/12003/page/1/>
- 28-Brown SS, Green DD, Pezzotti G, Donaldson TK, Clarke IC. Possible triggers for phase transformation in zirconia hip balls. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2008; **85B**: 444-452.
- 29-Chan C, Weber H. Plaque retention on teeth restored with full-ceramic crowns: a comparative study. *J Prosthet Dent* 1986; **56**: 666-671.
- 30-Chevalier J, Deville S, Münch E, Jullian R, Lair F. Critical effect of cubic phase on aging in 3mol% yttria-stabilized zirconia ceramics for hip replacement prosthesis. *Biomaterials* 2004; **25**: 5539-5545.
- 31-Chevalier J. Low-temperature aging of Y-TZP ceramics. *J Am Ceram Soc* 1999; **82**: 2150-2154.
- 32-Chevalier J. What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials* 2006; **27**: 535-543.
- 33-Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2007; **98**: 389-404.
- 34-Çalikkocaoğlu S. *Bölümlü protezler*. İstanbul: İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi; 1995.
- 35-Çuhadaroğlu Mİ. *Kuron Köprü Protezi*. Kırklareli: Sermet Matbaası; 1983.
- 36-Değer S, Saadat F. Konus kuron tutuculu hibrid protez uygulaması. *İÜ Diş Hek Fak Der* 1998; **32**: 10-15.
- 37-Değer S, Saadat F. Teleskopik sistemler. *İÜ Diş Hek Fak Der* 1998; **32**: 71-76.

- 38-Değer S, Tabar G, Sermet B, Tanyeri A, Kurklu E. Dental findings and rehabilitation in familial osteodysplasia (Andersen type): a case report. *Oral Dis* 2006; **12**:208-212.
- 39-Denry IL, Holloway JA. Microstructural and crystallographic surface changes after grinding zirconia-based dental ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006; **76**: 440-448.
- 40-Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dental Mater* 2008; **24**: 299-307.
- 41-Deville S, Chevalier J, Gremillard L. Influence of surface finish and residual stresses on the ageing sensitivity of biomedical grade zirconia. *Biomaterials* 2006; **27**: 2186-2192.
- 42-Deville S, Gremillard L, Chevalier J, Fantozzi G. A critical comparison of methods for the determination of the aging sensitivity in biomedical grade yttria-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005; **72**: 239-245.
- 43-Dexter JE. The cap plate: A new appliance in mechanical dentistry. *Dent Cosmos* 1883; **25**: 344-350.
- 44-Diedrichs G, Rosenhain P. Galvano-aussenteleskope in der directen Technik. *Quintessenz* 1991; **42**: 49-55.
- 45-Diedrichs G. Galvanoforming für die Doppelkronentechnik. *Phillip J* 1995; **12**: 579-584.
- 46-Diedrichs G. Ist das Teleskopsystem noch zeitgemaess? *ZWR* 1990; **99**: 78-82.
- 47-Dillschneider T, Northdurft FP, Abed-Rabbo M, Mitov G, Pospiech PR. In vitro investigations on the wear behaviour of different double crown systems. *Dent Mater* 2009; **25**: e20. Erişim 15.3.2011, [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MIimg&\\_imagekey=B6VP3-4W0BFKV-13-1&\\_cdi=6195&\\_user=747273&\\_pii=S0109564109000414&\\_origin=browse&\\_zone=rslt\\_list\\_item&\\_coverDate=05%2F31%2F2009&\\_sk=999749994&wchp=dGLbVlb-zSkWA&md5=9031e294fd06d277e8c05a7e215064f7&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VP3-4W0BFKV-13-1&_cdi=6195&_user=747273&_pii=S0109564109000414&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_coverDate=05%2F31%2F2009&_sk=999749994&wchp=dGLbVlb-zSkWA&md5=9031e294fd06d277e8c05a7e215064f7&ie=/sdarticle.pdf)

- 48-Dittmann B, Rammelsberg P. Survival of abutment teeth used for telescopic abutment retainers in removable partial dentures. *Int J Prosthodont* 2008; **21**: 319-321.
- 49-Eitner S, Schlegel A, Emeka N, Holst S, Will J, Hamel J. Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: a follow-up investigation. *Clin Oral Implants Res* 2008; **19**: 530-537.
- 50-Ericson A, Nilsson B, Bergman B. Klinische Resultate bei Patienten, die mit konuskronen-getragenen Restaurationen versorgt wurden. *Quintessenz* 1991; **8**: 1237-1252.
- 51-Fenton AH. The decade of overdentures: 1970-1980. *J Prosthet Dent* 1998; **79**: 31-36.
- 52-Fernandes CP, Glantz PO, Svensson SA, Bergmark A. A novel sensor for bite force determinations. *Dent Mater* 2003; **19**: 118-126.
- 53-Friktions-Geschiebe-Passung FGP. Instructions for use 54001028 (000533EX). Erŕim 20.06.2010, <http://www.bredent.com/en/bredent/product-group/12015/page/1/>
- 54-Garvie RC, Hannink RH, Pascoe RT. Ceramic Steel? *Nature* 1975; **258**: 703-704.
- 55-Garvie RC, Nicholson PS. Phase analysis in zirconia systems. *J Am Ceram Soc* 1972; **55**: 303-305.
- 56-Gebelein M, Richter G, Range U, Reitemeier B. Dimensional changes of one piece frameworks cast from titanium, base metal, or noble metal alloys and supported on telescopic crowns. *J Prosthet Dent* 2003; **89**: 193-200.
- 57-Gernet W, Adam P, Reither W. Nachuntersuchungen von Teilprothesen mit Konuskronen nach K.H. Kŕrber. *Dtsch Zahnärztl Z* 1983; **38**: 998-1001.
- 58-Gordon T. Telescope reconstruction an approach to oral rehabilitation. *J Am Dent Assoc* 1966; **72**: 97-105.
- 59-Greven B, Luepke M, von Dorsche SH. Telescoping implant prostheses with intraoral luted galvano mesostructures to improve passive fit. *J Prosthet Dent* 2007; **98**: 239-244.

- 60-Grossmann AC, Hassel AJ, Schilling O, Lehmann F, Koob A, Rammelsberg P. Treatment with double crown-retained removable partial dentures and oral health-related quality of life in middle- and high-aged patients. *Int J Prosthodont*. 2007; **20**: 576-578.
- 61-Guazzato M, Albakry M, Quach L, Swain MV. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of a glass-infiltrated alumina/zirconia-reinforced dental ceramic. *Dent Mater* 2005; **21**: 454-463.
- 62-Güngör M, Artunç C, Sonugelen M. Konus kuronlu teleskopik protezlerin tutuculuklarının değerlendirilmesi. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2004; **25**: 21-29.
- 63-Güngör MA, Artunç C, Sonugelen M. Parameters affecting retentive force of conus crowns. *J Oral Rehabil* 2004; **31**: 271-277.
- 64-Güngör MA, Artunç C, Sonugelen M, Toparlı M. The evaluation of the removal forces on the conus crowned telescopic prostheses with the finite element analysis (FEA). *J Oral Rehabil* 2002; **29**: 1069-1075.
- 65-Güngör MA. *Çift kuron yapımında freze tekniğine bağlı tutuculuğun araştırılması*. Doktora Tezi. İzmir. 1998.
- 66-Gütschow F. Möglichkeit der Beeinflussung des Verschliessen von Teleskopkronen durch TIN-Beschichtung. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 1994; **49**: 444.
- 67-Haeupl K, Reichborn-Kjennerud J. *Moderne Kronen-und Brückenarbeit*. Berlin: Meusser; 1929.
- 68-He YJ, Winnubst L, Burggraaf AJ, Verwerji H, vander Varst PGT, deWith B. Grain-size dependence of sliding wear in tetragonal zirconia polycrystals. *J Am Ceram Soc* 1996; **79**: 3090-3096.
- 69-Heckmann SM, Schrott A, Graef F, Wichmann MG, Weber HP. Mandibular two-implant telescopic overdentures. *Clin Oral Implants Res* 2004; **15**: 560-569.
- 70-Heckmann SM, Winter W, Meyer M, Weber HP, Wichmann MG. Overdenture attachment selection and the loading of implant and denture-bearing area. Part 1: In vivo verification of stereolithographic model. *Clin Oral Implants Res* 2001; **12**: 617-623.

- 71-Heckmann SM, Winter W, Meyer M, Weber HP, Wichmann MG. Overdenture attachment selection and the loading of implant and denture-bearing area. Part 2: A methodical study using five types of attachment. *Clin Oral Implants Res* 2001; **12**: 640-647.
- 72-Heners M, Walther W. Klinische Bewaehrung der Konuskronen als perioprothetisches Konstruktionselement. *Dtsch Zahnaerztl Z* 1988; **43**: 525-529.
- 73-Hisbergues M, Vendeville S, Vendeville P. Zirconia: Established facts and perspectives for a biomaterial in dental implantology. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009; **88**: 519-529.
- 74-Hoffmann O, Beaumont C, Tatakis DN, Zafiropoulos GG. Telescopic crowns as attachments for implant supported restorations: a case series. *J Oral Implantol* 2006; **32**: 291-299.
- 75-Hofmann E, Behr M, Handel G. Frequency and costs of technical failures of clasp- and double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Investig* 2002; **6**: 104-108.
- 76-Hofmann M, Ludwig P. Die teleskopierende Totalprothese im stark reduzierten Luekengebiss. *Dtsch Zahnaerztl Z* 1973; **28**: 2-17.
- 77-Hooper RM, Morgan JE. Wear processes in the diamond grinding of zirconia ceramics. *Wear* 1989; **130**: 353-356.
- 78-Hou GL, Tsai CC, Weisgold AS. Periodontal and prosthetic therapy in severely advanced periodontitis by the use of the crown sleeve coping telescope denture. A longitudinal case report. *Aust Dent J* 1997; **42**: 169-174.
- 79-Hou GL, Tsai CC, Weisgold AS. Treatment of molar furcation involvement using root separation and a crown and sleeve-coping telescopic denture. A longitudinal study. *J Periodontol* 1999; **70**: 1098-1109.
- 80-Hulten J, Tillstrom B, Nilner K. Long term clinical evaluation of conical crown retained dentures. *Swed Dent J* 1993; **17**: 225-234.
- 81-Igarashi Y, Goto T. Ten-year follow-up study of conical crown-retained dentures. *Int J Prosthodont* 1997; **10**: 149-155.

- 82-Igarashi Y, Ogata A, Kuroiwa A, Wang CH. Stress distribution and abutment tooth mobility of distal-extension removable partial dentures with different retainers: an in vivo study. *J Oral Rehabil* 1999; **26**: 111-116.
- 83-Isaacson GO. Telescope crown retainers for removable partial dentures. *J prosthet Dent* 1969; **44**: 516-522.
- 84-Itoh H, Baba K, Aridome K, Okada D, Tokuda A, Nishiyama A, Miura H, Igarashi Y. Effect of direct retainer and major connector designs on RPD and abutment tooth movement dynamics. *J Oral Rehabil* 2008; **35**: 810-815.
- 85-Jumber JF. *An Atlas of Overdentures and Attachments*. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1981.
- 86-Kailer A, Nickel K, Gogotski Y. Raman microspectroscopy of nanocrystalline and amorphous phases in hardness indentations. *J Raman Spectrosc* 1999; **30**: 939-946.
- 87-Kammertöns H. Teleskop und Konusprothesen mit definierter Haftreibung. *Dent Labor* 1989; **37**: 551-553.
- 88-Kaufmann R, Friedli M, Hug S, Mericske-Stern R. Removable dentures with implant support in strategic positions followed for up to 8 years. *Int J Prosthodont* 2009; **22**: 233-241.
- 89-Kazemi H. A crown and sleeve removable denture with periodontally involved teeth as abutments: an alternative to a conventional complete denture. *Compendium*. 1991; **12**: 212-227.
- 90-Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. *Dent Mater* 2008; **24**: 289-298.
- 91-Kern M. Clinical long-term survival of two-retainer and single-retainer all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures. *Quintessence Int* 2005; **36**: 141-147.
- 92-Kern M, Wagner B. Periodontal findings in patients 10 years after insertion of removable partial dentures. *J Oral Rehabil* 2001; **28**: 991-997.
- 93-Kovacs AF. Assessment of prosthetic restorations on bone-lock implants in patients after oral tumor resection. *J Oral Implantol* 1998; **24**: 101-109.

- 94-Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. Strength and reliability of surface treated Y-TZP dental ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000; **53**: 304-313.
- 95-Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. *Dent Mater* 1999; **15**: 426-433.
- 96-Körber KH. Das rationelle Teleskopsystem. *ZWR* 1983; **92**: 38-43.
- 97-Körber KH. *Konuskronen-Teleskope*. 1st ed. Heidelberg: Dr.Alfred Hüthig Verlag GmbH; 1969.
- 98-Körber KH. *Konuskronen Teleskope Einführung in Klinik und Technik*. Heidelberg: Dr.Alfred Hüthig Verlag GmbH; 1971.
- 99-Körber KH. *Konuskronen Teleskope Einführung in Klinik und Technik*. Heidelberg: Dr.Alfred Hüthig Verlag GmbH; 1973.
- 100- Körber KH. *Konuskronen Einführung in Klinik und Technik*. 5th ed. Heidelberg: Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH; 1983.
- 101- Körber KH. *Konuskronen: Das Rationelle Teleskopsystem. Einführung in Klinik und Technik*. 6th ed. Heidelberg: Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH; 1988.
- 102- Kreissl ME, Heydecke G, Metzger MC, Schoen R. Zygoma implant-supported prosthetic rehabilitation after partial maxillectomy using surgical navigation: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2007; **97**: 121-128.
- 103- Krennmair G, Weinlander M, Krainhofner M, Piehslinger E. Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or telescopic crown attachments: a 3-year prospective study. *Int J Prosthodont* 2006; **19**: 164-170.
- 104- Krennmair G, Krainhöfner M, Waldenberger O, Piehslinger E. Dental implants as strategic supplementary abutments for implant-tooth-supported telescopic crown-retained maxillary dentures: a retrospective follow-up study for up to 9 years. *Int J Prosthodont* 2007; **20**: 617-622.
- 105- Kurbad A, Reichel K. All-ceramic primary telescopic crowns with Cerec inLab. *Int J Comput Dent* 2003; **6**: 103-111.
- 106- Landes CA, Paffrath C, Koehler C, Thai VD, Stübinger S, Sader R, Lauer HC, Piwowarczyk A. Zygoma implants for midfacial prosthetic

- rehabilitation using telescopes: 9-year follow-up. *Int J Prosthodont* 2009; **22**: 20-32.
- 107- Langer A. Combinations of diverse retainers in removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1978; **40**: 378-384.
- 108- Langer A. Telescope retainers and their clinical application. *J Prosthet Dent* 1980; **44**: 516-522.
- 109- Langer A. Telescope retainers for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1981; **45**: 37-43.
- 110- Langer A. Tooth-supported telescope restorations. *J Prosthet Dent* 1981; **45**: 515-520.
- 111- Langer Y, Langer A. Tooth-supported telescopic prostheses in compromised dentitions: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2000; **84**: 129-132.
- 112- Lawson S. Environmental degradation of zirconia ceramics. *J Eur Ceram Soc* 1995; **15**: 485-502.
- 113- Lee MW, Baum L, Pence B, Herrera W. O-ring coping attachments for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1995; **74**: 235-241.
- 114- Lehmann KM, Gente M. Doppelkronen als Verankerung für herausnehmbaren Zahnersatz. *Dtsch Zahnaerztekalendar* 1988; **47**: 106-121.
- 115- Lenz J. Ein mathematisches Modell zur Berechnung des Haft- und Festigkeitsverhaltens von konischen Teleskopkronen. *Dtsch Zahnaerztl* 1982; **37**: 7-15.
- 116- Lenz J, Pelka H, Schindler HJ. Nichtedelmetalle in der Konuskronen-Technik. *Phillip Journal* 1986; **5**: 221-225.
- 117- Lenz J, Schindler HJ, Handel M. Titan als Gerüstwerkstoff in der Konuskronen-Technik. *Quintessenz Zahntech* 1996; **10**: 1247-1256.
- 118- Lenz J, Schindler HJ, Pelka H. Das konische Teileteleskop und andere Modifikationen der keramikverblendeten Konuskronen. *Dent Labor* 1992; **12**: 2087-2094.
- 119- Lenz J, Schindler HJ, Pelka H. *Die Keramikverblendete NEM-Konuskronen*. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH; 1992.



- 120- Lenz J. Zum Haftungsmechanismus von konischen Teleskopkronen. *Quintessenz Zahntech* 1983; **5**: 569-583.
- 121- Longoni S, Apruzzese D, Careddu G, Sartori M, Davide R. New telescopic crown protocol for partially edentulous patients: report of 32 cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005; **25**: 475-481.
- 122- Lughì V, Sergo V. Low temperature degradation -aging- of zirconia: A critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent Mater* 2010; **26**: 807-820.
- 123- Mañes Ferrer JF, Martínez González A, Oteiza Galdón B, Bouazza Juanes K, Benet Iranzo F, Candel Tomás A. Telescopic crowns in adult case with lip and palate cleft. Update on the etiology and management. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; **11**: E358-E362.
- 124- Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent* 2007; **35**: 819-826.
- 125- May D, Romanos GE. Immediate implant-supported mandibular overdentures retained by conical crowns: A new treatment concept. *Quintessence Int* 2002; **33**: 5-12.
- 126- Mengel R, Lehmann KM, Metke W, Wolf J, Flores-de-Jacoby L. A telescopic crown concept for the restoration of partially edentulous patients with aggressive generalized periodontitis: two case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002; **22**: 128-137.
- 127- Mengel R, Kreuzer G, Lehmann KM, Flores-de-Jacoby L. A telescopic crown concept for the restoration of partially edentulous patients with aggressive generalized periodontitis: a 3-year prospective longitudinal study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; **27**: 231-239.
- 128- Mericske EA, Mericske-Stern R. Overdenture abutments and reduced periodontium in elderly patients. A retrospective study. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1993; **103**: 1245-1251.
- 129- Minagi S, Natsuaki N, Nishigawa G, Sato T. New telescopic crown design for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1999; **81**: 684-688.

- 130- Molin M, Bergman B, Ericson A. A clinical evaluation of conical crown retained dentures. *J Prosthet Dent* 1993; **70**: 251-256.
- 131- Nothdurft FP, Pospiech PR. Implantatgestützte Restauration der Zahnlosen, teilresezierten Maxilla. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2007; **117**: 28-41.
- 132- Ohkawa S, Okane H, Nagasawa T, Tsuru H. Changes in retention of various telescope crown assemblies over long-term use. *J Prosthet Dent* 1990; **64**: 153-158.
- 133- Öwall B, Bieniek KW, Spiekermann. Removable partial denture production in Western Germany. *Quintessence Int* 1995; **26**: 621-627.
- 134- Öwall B. Precision attachment retained removable partial dentures: 1. Technical long-term study. *Int J Prosthodont* 1991; **4**: 249-257.
- 135- Ozkurt Z, Kazazoğlu E. Clinical success of zirconia in dental applications. *J Prosthodont* 2010; **19**: 64-68.
- 136- Öztürk AB. *Sabit çapalar arasına yapılan ve üzerinde müteharrik ptotez taşıyan traverslerin özellikleri ile direnç kabiliyetleri ve kinetik özelliklerinin araştırılması*. Doktora Tezi. İzmir. 1974.
- 137- Papanagiotou HP, Morgano SM, Giordano RA, Pober R. In vitro evaluation of low-temperature aging effects and finishing procedures on the flexural strength and structural stability of Y-TZP dental ceramics. *J Prosthet Dent* 2006; **96**: 154-164.
- 138- Payne AGT, Solomons YF. The prosthodontic maintenance requirements of mandibular mucosal- and implant-supported overdentures: A review of literature. *Int J Prosthodont* 2000; **13**: 238-245.
- 139- Pellicchia R, Kang KH, Hirayama H. Fixed partial denture supported by all-ceramic copings: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2004; **92**: 220-223.
- 140- Perel ML. Telescope dentures. *J Prosthet Dent* 1973; **29**: 151-156.
- 141- Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999; **20**: 1-25.
- 142- Pittayachawan P, McDonald A, Young A, Knowles JC. Flexural strength, fatigue life, and stress-induced phase transformation study of

- Y-TZP dental ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009; **88**: 366-377.
- 143- Piwowarczyk A, Köhler KC, Bender R, Büchler A, Lauer HC, Ottl P. Prognosis for abutment teeth of removable dentures: a retrospective study. *J Prosthodont* 2007; **16**: 377-382.
- 144- Polansky R, Haas M, Lorenzoni M, Wimmer G, Pertl C. The effect of three different periodontal pre-treatment procedures on the success of telescopic removable partial dentures. *J Oral Rehabil* 2003; **30**: 353-363.
- 145- Preiskel HW. *Precision Attachments in Prosthodontics: Overdentures and Telescopic Prosthesis*. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1985.
- 146- Preiskel HW. Screw retained telescopic prostheses. *Br Dent J* 1971; **130**: 107-112.
- 147- Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am* 2004; **48**: 531-544.
- 148- Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2004; **92**: 557-562.
- 149- Rissin L, House JE, Manly RS, Kapur KK. Clinical comparison of the masticatory performance and electromyographic activity of patients with complete dentures, overdentures, and natural teeth. *J Prosthet Dent* 1978; **39**: 508-511.
- 150- Ross SE, Schultz IM, Ross KE. An introductory therapeutic modality for restoring implants and natural teeth using conus crowns: a 5-year case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999; **19**: 569-577.
- 151- Rösch R, Mericske-Stern R. Zirkoniumdioxid in der abnehmbaren Prothetik. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2008; **118**: 959-974.
- 152- Rössler J. *Der Haftmechanismus von Galvano-Doppelkronen-Systemen und seine Beeinflussbarkeit durch Zwischenflüssigkeiten*. [web page on the Internet] Erişim: 15.3.2011, [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=97511722x&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=97511722x.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=97511722x&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=97511722x.pdf)

- 153- Saito M, Miura Y, Notani K, Kawasaki T. Stress distribution of abutments and base displacement with precision attachment-and telescopic crown-retained removable partial dentures. *J Oral Rehabil* 2003; **30**: 482-487.
- 154- Saito M, Notani K, Miura Y, Kawasaki T. Complications and failures in removable partial dentures: a clinical evaluation. *J Oral Rehabil* 2002; **29**: 627-633.
- 155- Sassen H. Funktionelle Parameter und Okklusion von Teilprothesen in Abhaengigkeit von der Art der Verbindungselemente. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990; **45**: 576-578.
- 156- Schweitzer JM, Schweitzer RD, Schweitzer J. The telescoped complete denture: a research report at the clinical level. *J Prosthet Dent* 1971; **26**: 357-372.
- 157- Scott WR. Laboratory procedures for fabricating the removable telescopic attachment and joint. *J Prosthet Dent* 1968; **20**: 226-234.
- 158- Shannon IL. Fluoride Treatment Programs for High-carries-risk Patients. *Clin Prevent Dent* 1982; **4**: 11-20.
- 159- Shiba A. *The conical double-crown telescopic removable perodontic prosthesis*. Tokyo: Ishiyaku EuroAmerica Inc; 1993.
- 160- Shimakura M, Nagata T, Takeuchi M, Nemoto T. Retentive force of pure titanium konus telescope crowns fabricated using CAD/CAM system. *Dent Mater J* 2008; **27**: 211-215.
- 161- *Si-Tec Ürün Kataloğu*. Erişim 20.06.2010, <http://www.si-tec.de/eng/index.html>
- 162- *Solaro 3. Instructions for use*. (internette) 2009, Erişim 11.5.2011, [http://85.10.228.163/vshopmaster/v\\_anleitungen/Solaro3\\_EN.pdf](http://85.10.228.163/vshopmaster/v_anleitungen/Solaro3_EN.pdf).
- 163- Stamouli K, Smeekens S. Rehabilitation of a periodontally compromised case using the conical crown system. Part I. *Eur J Esthet Dent* 2009; **4**: 70-80.
- 164- Stamouli K, Smeekens S. Rehabilitation of a periodontally compromised case using the conical crown system. Part II. *Eur J Esthet Dent* 2009; **4**: 164-176.

- 165- Stancić I, Jelenković A. Retention of telescopic denture in elderly patients with maximum partially edentulous arch. *Gerodontology* 2008; **25**: 162-167.
- 166- Starr RW. Removable bridge-work-porcelain cap-crowns. *Dent Cosmos* 1886; **28**: 17-19.
- 167- Stern N, Zalkind M. Repairing a crown-sleeve coping prosthesis. Part II. *J Prosthet Dent* 1984; **51**: 366-368.
- 168- Strub JR, Türp JC, Witkowski S. *Curriculum Prothetik*. 2nd ed. Berlin: Quintessence; 1999.
- 169- Studart AR, Filser F, Kocher P, Lüthy H, Gauckler LJ. Cyclic fatigue in water of veneer-framework composites for all-ceramic dental bridges. *Dent Mater* 2007; **23**: 177-185.
- 170- Takeshita F, Suetsugu T, Asai Y, Nobayashi K. Various designs of ceramometal crown for implant restorations. *Quintessence Int* 1997; **28**: 117-120.
- 171- The Glossary of Prosthodontic Terms. *J Prosthet Dent* 2005; **94**: 10-92.
- 172- Toraya H, Yoshimura M, Sōmiya S. Calibration curve for quantitative analysis of the monoclinictetragonal ZrO<sub>2</sub> system by X-ray diffraction. *J Am Ceram Soc* 1984; **67**: 119-121.
- 173- Turp V. *Farklı pH ortamlarında zirkonya seramiklerinin sertlik ve kırılma mukavemetinin mikroyapı analizi ile incelenmesi*. Doktora Tezi. İstanbul. 2010.
- 174- Uebe HD. *Handbuch des Kronen Und Brückenersatzes*. München: Verlag Neuer Merkur GmbH; 1988.
- 175- Uludağ B, Şahin V, Öztürk Ö. Fabrication of zirconium primary copings to provide retention for a mandibular telescopic overdenture: a clinical report. *Int J Prosthodont* 2008; **21**: 509-510.
- 176- User A. Bölümlü Teleskop Protezler. *İÜDF Dergisi* 1975; **9**: 79-92.
- 177- Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent* 2009; **4**: 130-151.
- 178- Valderhaug J, Ellingsen JE, Jokstad A. Oral hygiene, periodontal conditions and carious lesions in patients treated with dental bridges. A

- 15-year clinical and radiographic follow-up study. *J Clin Periodontol* 1993; **7**: 482-489.
- 179- Vojvodic D, Jerolimov P. The cleft palate patient: a challenge for prosthetic rehabilitation--clinical report. *Quintessence Int* 2001; **32**: 521-524.
- 180- Wagner B, Kern M. Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rates, hygienic problems, and technical failures. *Clin Oral Investig* 2000; **4**: 74-80.
- 181- Wang CH, Lee HE, Du JK, Igarashi Y. Connecting rigidities of various precision attachments compared with the conical crown retained telescope. *Kaohsiung J Med Sci* 2005; **21**: 22-28.
- 182- Weaver JD. Telescoping copings in restorative dentistry. *J Prosthet Dent* 1989; **61**: 429-433.
- 183- Weigl P, Hahn L, Lauer HC. Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable dentures: Ceramic vs. electroplated gold copings: Part I. In vitro tribology effects. *J Biomed Mater Res* 2000; **53**: 320-336.
- 184- Weigl P. Implant prosthodontics: what next? *Quintessence Int* 2003; **34**: 653-669.
- 185- Weigl P, Lauer HC. Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable dentures: Ceramic vs. electroplated gold copings: Part II. Clinical effects. *J Biomed Mater Res* 2000; **53**: 337-347.
- 186- Weischer T, Mohr C. Implant-supported mandibular telescopic prostheses in oral cancer patients: an up to 9-year retrospective study. *Int J Prosthodont* 2001; **14**: 329-334.
- 187- Weng D, Richter EJ. Maxillary removable prostheses retained by telescopic crowns on two implants or two canines. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; **27**: 35-41.
- 188- Wenz HJ, Lehmann KM. A telescopic crown concept for the restoration of the partially edentulous arch: the Marburg double crown system. *Int J Prosthodont* 1998; **11**: 541-550.

- 189- Wenz HJ, Hertrampf K, Lehmann KM. Clinical longevity of removable partial dentures retained by telescopic crowns: outcome of the double crown with clearance fit. *Int J Prosthodont* 2001; **14**: 207-213.
- 190- Wichmann MG, Kuntze W. Wear behavior of precision attachments. *Int J Prosthodont* 1999; **12**: 409-414.
- 191- Widbom T, Löfquist L, Widbom C, Söderfeldt B, Kronström M. Tooth-supported telescopic crown-retained dentures: an up to 9-year retrospective clinical follow-up study. *Int J Prosthodont* 2004; **17**: 29-34.
- 192- Wikipedia. *Cold welding*. (internette) 2011, Mart. Erişim 18.3.2011, [http://en.wikipedia.org/wiki/Cold\\_welding](http://en.wikipedia.org/wiki/Cold_welding).
- 193- Wikipedia. *Electroforming*. (internette) 2010, Ekim. Erişim 8.5.2011, <http://en.wikipedia.org/wiki/Electroforming>.
- 194- Wirz J, Jager K. Galvanoteleskopeaepräzise, einfach und klinisch bawaeht. *Quintessenz* 1998; **49**: 283-292.
- 195- Wöstmann B, Balkenhol M, Kothe A, Ferger P. Dental impact on daily living of telescopic crown-retained partial dentures. *Int J Prosthodont* 2008; **21**: 419-421.
- 196- Wöstmann B, Balkenhol M, Weber A, Ferger P, Rehmann P. Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: survival and need for maintenance. *J Dent* 2007; **35**: 939-945.
- 197- Yalisove IL. Crown and sleeve-coping retainers for removable partial prosthesis. *J Prosthet Dent* 1966; **16**: 1069-1085.
- 198- Yoshimura M. Phase stability of zirconia. *Am Ceram Soc Bull* 1988; **67**: 1950-1955.
- 199- Zafiroopoulos GG, Hoffmann O. Five-year study of implant placement in regenerated bone and rehabilitation with telescopic crown retained dentures: a case report. *J Oral Implantol* 2009; **35**: 303-309.
- 200- *Zirconia– Information for dentists. FAQ'S – from the dental practice*. (internette). Erişim 11.5.2011, [http://www.zirkonzahn.com/CustomerData/1/Files/Documents/EN\\_Zahnarzt%20Brosch%C3%BCre\\_web.pdf](http://www.zirkonzahn.com/CustomerData/1/Files/Documents/EN_Zahnarzt%20Brosch%C3%BCre_web.pdf).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

<b>Adı</b>	İşıl	<b>Soyadı</b>	Turp
<b>Doğ.Yeri</b>	Kırşehir	<b>Doğ.Tar.</b>	24.07.1980
<b>Uyruğu</b>	T.C.	<b>TC Kim No</b>	56398160390
<b>Email</b>	isilbayramgurler@yahoo.com	<b>Tel</b>	0535 215 25 26

### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
<b>Doktora</b>		
<b>Yük.Lis.</b>	İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	2004
<b>Lisans</b>	İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	2004
<b>Lise</b>	Kadıköy Anadolu Lisesi	1999

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.			-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
<b>İngilizce</b>	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi		

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
<b>ALES Puanı</b>	83,016	85,744	89,314
<b>(Diğer) Puanı</b>			

### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft office	İyi

**Özel İlgi Alanları (Hobileri):** Fantastik kurgu içeren sinema ve edebiyat, tarih, fotoğraf.



**Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri****Science Citation Expanded (SCI) kapsamında yer alan yurtdışı dergilerde yayınlananlar**

1. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Bozfakioğlu S, Besler M, Trablus S, İşsever H, Yıldız A. Evaluation of periodontal parameters in patients undergoing peritoneal dialysis or hemodialysis. Oral Dis 2008; 14: 185-189.
2. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Bozfakioğlu S, İşsever H, Yıldız A. Oral health and inflammation in patients with end-stage renal failure. Perit Dial Int 2009; 29: 472-479.

**Science Citation Expanded (SCI) kapsamında yer almayan yurtdışı dergilerde yayınlananlar:**

3. Bural C, **Bayramgürler I**, Bayraktar G. Interim removable partial dentures: two case reports. Gen Dent 2008; 56: 68-73.
4. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Besler M, Trablus S, İşsever H, Aysuna N, Özkan O, Yıldız A. Effect of educational level on oral health in peritoneal and hemodialysis patients. Int J Dent 2009; 2009: 159767. Erişim 08-08-2010, <http://downloads.hindawi.com/journals/ijd/2009/159767.pdf>.

### Yurtiçi hakemli dergilerde yayınlananlar:

5. Bayraktar G, Akdemir A, Bural C, Kurtuluş İ, **Bayramgürler I**, Çintan S, İşsever H. İskelet protez yapısının ve kullanımının destek dişlerin dişeti sağlığı ile ilişkisinin değerlendirilmesi. Akademik Dental Dişhekimliği Dergisi 2006; 29: 20-25.
6. Bayraktar G, Akdemir A, Bural C, Kurtuluş İ, **Bayramgürler I**, Çintan S, İşsever H. İskelet protezlerde destek dişlerin periodontal sağlığının değerlendirilmesi. Türk Dişhekimliği Dergisi 2006; 64: 97-100.
7. Bayraktar G, Güzelkaya F, **Bayramgürler Turp I**, Bural C. Protetik dişhekimliğinde dişhekimlerinin çapraz enfeksiyon konusundaki duyarlılıkları. Türk Dişhekimliği Dergisi 2008; 71: 35-42.
8. Bural C, **Turp I**, Karabey V, Birler Yağlı D, Bayraktar G. Nötral alan ölçü tekniği. Dişhekimliğinde Klinik 2008; 25: 140-147.

### Tebliğler

1. Akdemir A, Bural C, Kurtuluş İ, Bayraktar G, **Bayramgürler I**, Çintan S, İşsever H. Hareketli bölümlü protezlerde destek dişlerin periodontal sağlığının değerlendirilmesi. Poster sunumu. Türk Dişhekimleri Birliği, 12. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi. 20-25 Haziran 2005, İstanbul.
2. Bayraktar G, Aptaraman S, Bural C, **Bayramgürler I**, Dişpınar D, Yusufoglu İ. Farklı yöntemlerle polimerize edilen protez kaide maddelerinin sertlik değerlerinin incelenmesi. Oral Cerrahi Derneğinin VII., Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneğinin VIII. Ulusal Bilimsel Kongresi (Uluslararası Katılımlı). 27 Mayıs-2 Haziran 2006, Bodrum.
3. Bayraktar G, Akdemir A, Bural C, Kurtuluş İ, **Bayramgürler I**, Çintan S, İşsever H. İskelet protez yapısının ve kullanımının destek dişlerin dişeti sağlığı ile ilişkisinin değerlendirilmesi. Oral Cerrahi Derneğinin VII., Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneğinin VIII. Ulusal Bilimsel Kongresi (Uluslararası Katılımlı). 27 Mayıs-2 Haziran 2006, Bodrum.

4. **Bayramgürler I**, Bayraktar G, Bural C. İnterim (ara) hareketli bölümlü protezler: İki olgu nedeniyle. Oral Cerrahi Derneğinin VII., Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneğinin VIII. Ulusal Bilimsel Kongresi (Uluslararası Katılımlı). 27 Mayıs-2 Haziran 2006, Bodrum.
5. Bural C, Bayraktar G, Bilhan H, **Bayramgürler I**. Dişüstü protezlerde mıknatıslı bağlantıların kullanımı. Oral Cerrahi Derneğinin VII., Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneğinin VIII. Ulusal Bilimsel Kongresi (Uluslararası Katılımlı). 27 Mayıs-2 Haziran 2006, Bodrum.
6. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, Yıldız A, Çintan S, Bural C, **Bayramgürler I**, Bozfakioğlu S, Besler M, Trablus S, İşsever H. Periton diyalizi tedavisi olan kronik böbrek yetmezliği hastalarında periodontal bulguların incelenmesi. Türk Periodontoloji Derneği, 36. Bilimsel Kongresi ve 16. Sempozyumu, 21-23 Eylül 2006, Çeşme.
7. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, Yıldız A, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Bozfakioğlu S, Besler M, Trablus S. Periton diyalizi hastalarında tükürük pH, tamponlama kapasitesi ve DMFT indeks değerlerinin incelenmesi. 23. Ulusal Nefroloji, Hipertansiyon, Diyaliz ve Transplantasyon Kongresi ve 16. Ulusal Böbrek Hastalıkları, Diyaliz ve Transplantasyon Hemşireliği Kongresi; 28 Ekim-01 Kasım 2006, Antalya.
8. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Bozfakioğlu S, Besler M, Trablus S, İşsever H, Yıldız A. Periton diyalizi ve hemodiyaliz tedavisi olan eğitim düzeyinin dental ve ağız hijyeni bulgularına etkisi. 9. Ulusal Hipertansiyon ve Böbrek Hastalıkları Kongresi, 30 Mayıs-3 Haziran 2007, Antalya.
9. Bayraktar G, Güzelkaya F, **Bayramgürler I**, Bural C. Protetik dişhekimliğinde dişhekimlerinin çapraz enfeksiyon konusundaki duyarlılıkları. Türk Dişhekimleri Birliği, 14. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi. 11-16 Haziran 2007, İstanbul.
10. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Bozfakioğlu S, Besler M, Trablus S, İşsever H, Yıldız A. Comparison of salivary and dental parameters in peritoneal dialysis or hemodialysis patients. 44th Congress of the European Renal Association European

Dialysis and Transplant Association (ERA-EDTA), 21-24 Haziran 2007, Barselona.

11. **Bayramgürler I**, Bayraktar G, Bural C, Dişpınar D, Yusufoğlu İ. Effect of water storage on the microhardness of acrylic resins. Annual Meeting of IADR-Continental European and Israeli Division, 26-29 Eylül, Selanik.
12. Yıldız A, Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Bozfakioğlu S, İşsever H. Periton diyalizi hastalarında periodontal bulguların CRP değerlerine olan etkisi. 24. Ulusal Nefroloji, Hipertansiyon, Diyaliz ve Transplantasyon Kongresi ve 17. Ulusal Böbrek Hastalıkları, Diyaliz ve Transplantasyon Hemşireliği Kongresi; 14-18 Kasım 2007, Antalya.
13. Bayraktar G, Bural C, **Bayramgürler I**, Birler D, Temizkan MZ. Linear dimensional stability in tissue conditioners. PEF-IADR, 10-12 Eylül 2008, Londra.
14. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Besler M, Trablus S, Aysuna N, Özkan O, Yıldız A. Periton diyalizi hastalarında DMFT bulgularının CRP değerlerine etkisi. 25. Ulusal Nefroloji, Hipertansiyon, Diyaliz ve Transplantasyon Kongresi ve 18. Ulusal Böbrek Hastalıkları, Diyaliz ve Transplantasyon Hemşireliği Kongresi; 19-23 Kasım 2008, Antalya.
15. **Turp I**, Bural C, Bayraktar G, Yüksel B, Yusufoğlu İ. Effect of water storage on the microhardness of acrylic resins polymerized with different methods. 33rd Annual Congress European Prosthodontic Association, 1-3 Ekim 2009, Innsbruck.
16. Kurtuluş İ, Bayraktar G, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Aysuna N, Besler M, Öztürk S, Yıldız A. Hemodiyaliz ve periton diyalizi hastalarında tükürük parametreleri ve sigara kullanımı. 9. Bantoa Kongresi; 26. Ulusal Nefroloji, Hipertansiyon, Diyaliz ve Transplantasyon Kongresi ve 19. Ulusal Böbrek Hastalıkları, Diyaliz ve Transplantasyon Hemşireliği Kongresi; 18-22 Kasım 2009, Antalya.
17. Bayraktar G, Kurtuluş İ, Kazancıoğlu R, **Bayramgürler I**, Çintan S, Bural C, Besler M, Aysuna N, Yıldız A. Hemodiyaliz ve periton diyalizi olan

KBY hastalarında diyaliz süresinin tükürük akış hızı, pH ve tamponlama kapasitesine etkisi. 12. Ulusal Hipertansiyon ve Böbrek Hastalıkları Kongresi, 19-23 Mayıs 2010, Antalya.

18. **Turp I**, Çot S, Bural C, Bayraktar G. Effect of storage conditions on alginate impressions' dimensional stability. IADR General Session, 14-17 Temmuz 2010, Barselona.