TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Programın seviyesi : Doktora

Anabilim Dalı : Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Tez Sahibi : Yılmaz Umut ASLAN

Tez Başlığı : Farklı ölçü maddelerinin boyutsal stabilite ve doğruluk, yüzey detayı, değme açısı ve ıslanabilirlik açısından değerlendirilmesi

Sınav Yeri : Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Sınav Tarihi : 10.12.2012

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)	**Kurumu**	**İmza**
Prof. Dr. Yasemin Kulak Özkan	Marmara Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı	
Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)		
Prof. Dr. Atilla Sertgöz	Marmara Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı	
Yrd.Doç.Dr. Coşkun YILDIZ	Marmara Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı	
Prof.Dr. Muzaffer ATEŞ	İstanbul Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı	
Yrd.Doç.Dr. Buket EVREN	Marmara Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı	

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 13./12./2012 tarih ve 7. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ÖLÇÜ MADDELERİNİN BOYUTSAL STABİLİTE VE DOĞRULUK, YÜZEY DETAYI, DEĞME AÇISI VE ISLANABİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YILMAZ UMUT ASLAN

DOKTORA TEZİ

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Yasemin KULAK ÖZKAN

İSTANBUL-2012

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ÖLÇÜ MADDELERİNİN BOYUTSAL STABİLİTE VE DOĞRULUK, YÜZEY DETAYI, DEĞME AÇISI VE ISLANABİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YILMAZ UMUT ASLAN

DOKTORA TEZİ

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Yasemin KULAK ÖZKAN

İSTANBUL-2012

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla 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.

Tarih

"Ad Soyadı" (İmza)

I) TEŞEKKÜR

Öğrencilikvedoktoraeğitimimsüresince, tezçalışmamsırasındabütünbilgivedeneyimleriyleyolgösterenvedesteğini herzamanhissettiğimdeğerlihocam Prof. Dr. Yasemin Kulak Özkan'a,

EğitimimekatkılarındandolayıAnabilimDalındakideğerlihocalarıma,

Birlikteçalıştığımtümasistanarkadaşlarımvebana her zamandestekolanAnabilimDalı çalışanlarına,

Tümeğitimhayatımboyunca her konudabenimyanımdaolan,benitakdirveteşvikeden, bendenmaddivemanevidesteklerinisirgemeyençoksevgiliailemeteşekküederim.

II) İÇİNDEKİLER

I) TEŞEKKÜR.....ii
II) İÇİNDEKİLER.....iii
III)KISALTMALAR VE SİMGELER.....v
IV) ŞEKİL, RESİM ve TABLOLARIN LİSTESİ.....vi
i. Şekillerin Listesi
ii. Resimlerin Listesi
iii. Tabloların Listesi
1. ÖZET.....1
2. SUMMARY.....2
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....3
4. GENEL BİLGİLER.....6
4.1. Ölçü Maddelerinin Sınıflandırılması.....7
4.2. Sentetik Elastomerler (Elastomerik Ölçü Maddeleri)……8
4.2.1. Silikon esaslı ölçü maddeleri
4.2.1.1. Kondansasyon silikon ölçü maddeleri
4.2.1.2. İlave silikon (polivinilsiloksan) ölçü maddeleri
4.2.2. Polieter ölçü maddeleri
4.2.3. Polivinilsiloksaneter ölçü maddeleri
4.3. Model ve Model Materyallerinin Özellikleri…….18
4.4. Boyutsal Doğruluk ve Stabilite……...19
4.5. Temas Açısı……...21
4.6. Islanabilirlik……..24
4.7. Boyutsal Doğruluk ve Stabilite Değerlendirme Metotları……25
4.7.1. Mikro bilgisayarlı tomografi
4.8. Temas Açısı ve Islanabilirlik Değerlendirme Metotları……27
4.8.1. Durağan damla yöntemi
4.8.2. Yakalanmış kabarcık yöntemi
5. GEREÇ VE YÖNTEM.....30
5.1. Gereç…….....30

5.2. Yöntem……...……31
5.2.1. Boyutsal doğruluk ve stabilite ölçümleri
5.2.2. Temas açısı ve ıslanabilirlik ölçümleri
5.2.3. İstatistiksel değerlendirme
6. BULGULAR.....46
6.1. Ölçü Maddelerinin Hacimsel Doğruluğunun Değerlendirilmesi ……46
6.2. Ölçü Maddelerinin Hacimsel Stabilitesinin Değerlendirilmesi……...50
6.2. Polimerizasyon Sonrasında Islanabilirlik İncelemelerinde Ölçü Maddesi Tipi ve Zamanın Teması Açısı……53
7. TARTIŞMA ve SONUÇ.....56
8. KAYNAKLAR.....66
9. ÖZGEÇMİŞ.....73

III) KISALTMA VE SİMGELER

PEPolieter

PVS Polivinilsiloksaneter

PVSEPolivinilsiloksaneter (ilave silikon)

ADAAmericanDentalAssociation

BT Bilgisayarlı tomografi

µBTMikro bilgisayarlı totmografi

3D 3 boyutlu

OrtOrtalama

Mat Materyal

Der Derece

StdStandart

MinMinimum

MaxMaksimum

IV) ŞEKİL, RESİM ve TABLOLARIN LİSTESİ

i. Şekillerin Listesi

Şekil 4.1:Polivinilsiloksaneterin kimyasal yapısı

Şekil 4.2:Temas açısı

Şekil 4.3:Temas açısı ve ıslanabilirlik ilişkisi

Şekil 4.4: Damla analizi cihazının çalışma şeması.

Şekil 4.5.A Durağan damla yöntemi

Şekil 4.5.B Yakalanmış kabarcık yöntemi

Şekil 6.1. PE, PVSE ve AS ölçü maddelerinin 0., 1. ve 7. günlerdeki ortalama değişimi

ii. Resimlerin Listesi

Resim 5.1.a:Alüminyum 7075'ten hazırlanan ana model

Resim 5.1.b: Alüminyum 7075'ten hazırlanan ana model

Resim 5.2:Akrilik kaşık

Resim 5.3: Skyscan 1174, Skyscan, KontichBelgium

Resim 5.4:Impregum (3M ESPE)

Resim 5.5:Virtual (IvoclarVivadent)

Resim 5.6: EXA'lence (GC)

Resim 5.7:Pentamix 2 (3M ESPE)

Resim 5.8:Otomix Tabanca

Resim 5.9.a:Homojen olmayan ilk karışım

Resim 5.9.b:Homojen olmayan ilk karışım

Resim 5.10:Pozisyonlandırma tablası

Resim 5.11.a:Taranacak ölçücün cihaza yerleştirilmesi

Resim 5.11.b:Taranacak ölçücün cihaza yerleştirilmesi

Resim 5.11.c:Taranacak ölçücün cihaza yerleştirilmesi

Resim 5.12:Yazılımda tarama işlemi

Resim 5.13: Cihazın taramadaki görüntüsü

Resim 5.14:Bilgisayar görüntüsü

Resim 5.15:Alçı model

Resim 5.16.a:Taranan modelin 3 boyutlu rekonstruksüyonu (nokta bulutu)

Resim 5.16.b:Taranan modelin 3 boyutlu rekonstruksüyonu (nokta bulutu)

Resim 5.16.c:Taranan modelin 3 boyutlu rekonstruksüyonu (nokta bulutu)

Resim 5.17:3 boyutlu rekonstrüksüyonunpoligonal ağ şeklinde çizilmesi

Resim 5.18:Temas açısı ölçme cihazı - KSV CAM 200 (KSV Istruments, Espoo, Finland)

Resim 5.19: Ölçü maddesi numunesi

Resim 5.20: Temas anının görüntüsü

iii. Tabloların Listesi

Tablo 4.1: Diş hekimliğinde kullanılan ölçü maddeleri

Tablo 5.1:Kesit konfigürasyonu kayıt dosyası

Tablo 6.1:Ölçü maddesinin zamana bağlı değişiminin yüzdeleri

Tablo 6.2:Boyutsal doğruluk ANOVA sonuçları

Tablo 6.3:Ölçü-alçı, ana model-ölçü, ana model-alçı gruplarının çoklu karşılaştırmaları

Tablo 6.4:Ölçü maddesinin zamana bağlı değişimi

Tablo 6.5: Boyutsal stabilite ANOVA Sonuçları

Tablo 6.6:Boyutsal stabilite 1. günve 7. günçoklukarşılaştırmalar

Tablo 6.7:Polimerizasyon sonrasında ortalama temas açısı değerleri ve standart sapmaları

Tablo 6.8: Polimerizasyon sonrasında temas açısı ölçümlerinden elde edilen değerlere ait ANOVA tablosu

Tablo 6.9:Polimerizasyon sonrasında temas açısı ölçümlerinden elde edilen değerlere ait Tukey HSD tablosu

1. ÖZET

Ölçü alımı, protez yapımında ve uyumlamasında önemli bir safhadır. Ölçünün kalitesi son uyum doğruluğunda ve dental restorasyonun başarısında çok etkilidir. Araştırmacılar bu kaliteyi değerlendirirken elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesi ve doğruluğuna, yüzey detayına, değme açısına ve ıslanabilirliğine bakmıştır. Her bir ölçü maddesinin farklı doğruluk hassasiyeti vardır. Güncel araştırmalara göre kullanılan en hassas ölçü maddelerinin polieter ve polivinil siloksandır. Bu çalışmalarda, her iki ölçü maddesinin de ortak özelliklerini barındıran polivinil siloksaneterin hassasiyetinin son derece yüksek olduğu belirtilmiştir. Boyutsal doğruluk ve stabilite ölçümünde kullanılan Bilgisayarlı Mikro Tomografi, ışık mikroskobunun ve lazer tarayıcının dezavantajlarından bağımsız olarak ölçü ve modelleri üç boyutlu incelememize ve invaziv olmayan ölçme tekniği geliştirmemize imkan sağlar. Ayrıca diğer tekniklerden farklı olarak ölçü yüzeyinin de bilgisayara aktarılıp doğruluk ve yüzey detayı açısından hassas olarak ölçülebilmesine izin verir. Bu sistem sayesinde hem ölçüdeki hem de alçı modele aktarım sırasındaki farklılık hacimsel olarak bulunabilecektir. Değme açısı ve ıslanabilirlik bu ölçülerin, su varlığında nasıl bir davranış sergilediğini gösterir. Ağız ortamında tükürükten bağımsız bir ortam olamayacağı için bu ölçülerin su karşısındaki davranışı da ölçü netliği ve doğruluğu açısından son derece önemlidir. Çalışmamızda üç farklı tip ölçü maddesi, polieter, polivinilsiloksan ve polivinilsiloksaneter kullanılmıştır. Bu elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal stabilite, boyutsal doğruluğuna bakmak için yedişer tane, değme açısına ve ıslatabilirliğine bakmak beşer tane ölçü alınmıştır. İstatiksel inceleme sonrası boyutsal stabilite ve doğrulukta anlamlı fark bulunmuştur. Değme açısı ve ıslatabilirlik incelemesinde polieter ve polivinilsiloksaneter arasında anlamlı fark bulunamazken, polivinilsiloksan ile anlamlı fark bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Boyutsal stabilite, değme açısı mikro bt, ölçü maddesi.

2. SUMMARY

Dimensional stability and accuracy, surface quality, wettability and contact angle of different impression materials

Impression is a vital step in denture making. Quality of impression is very effective in final accuracy of dental restoration. Researchers have examined dimensional accuracy, stability, surface reproduction, contact angle and wettability of elastomeric impression materials. Existing research point at polyether and polyvinyl siloxane as the most sensitive types of impression materials. In addition to these, the recently developed impression material polyvinyl siloxanether, which combines the common properties of both polyether and polyvinyl siloxane, has been shown to have very high sensitivity. Micro Computed Tomography which used for dimensional accuracy and stability tests, allows us to examine impressions and models in three dimensions and to develop a non-invasive impression technique without being affected by the disadvantages of microscope and laser scanner. It allows for the transfer of the impression surface to the computer in a manner that is accurate and sensitive in terms of surface detail. Contact angle and wettability demonstrates how these impressions behave in the presence of water. Since the mouth media is never independent from saliva, the behavior of these impressions with water is extremely important for accuracy. This study uses three different types of impression materials: polyether, polyvinylsiloxane and polyvinylsiloxanether. In order to examine the dimensional accuracy, stability seven different impressions and for contact angle and wettability five different impressions have been made of each. Statistical analysis of these samples indicate statistically significant differences in stability ve accuracy. Although there was no significant difference between polyether and polyvinylsiloxanether in the terms of wettability, there is significant difference with polyvinylsiloxane.

Keywords: Dimensional stability, contact angle, micro ct, impression material.

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Ölçü maddeleri ağız içi dokuları kaydetmek için kullanılan materyallerdir. Dental işlemlerin birçok aşaması ağız dışında yapılır. Bunlar, hastanın ağız içi yumuşak veya sert dokularını taklit eden modeller üzerinde üretilir. Laboratuvardaki uygulamaların ağız içine uyumu ve fonksiyonel etkinliği, üzerinde hazırlandığı modelin oral dokuları taklit edebilirliğine bağlıdır. Modelin başarısı da kullanılan ölçü maddesinin başarısına bağlıdır (48,51).

Ölçü alma safhası, daha sonra tam veya bölümlü protezler, kronlar, köprüler, ortodontik apareyler gibi restorasyonlarla sonlanacak birçok uygulamanın ilk safhası olduğu için, bu safhadaki bir hata bitmiş restorasyonun da hatalı olmasına yol açar. En son aşama olan hazırlanmış restorasyonların ağza tatbikinde uyumsuzlukların yaşanmaması veya en az problem yaşanması için ölçü safhasının önemi büyüktür. Hekim de hastasına uygulayacağı tedaviye göre ideal bir ölçüyü alabilmek için kullanması gereken ölçü maddesini seçmeyi ve bu maddeyi doğru şekilde kullanmayı bilmelidir (14,19).

Son yıllarda birçok avantajı olduğundan bahsedilen dijital ölçü teknikleri geliştirilmiş olsa da, geleneksel ölçü yöntemlerinin kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir. Protetik uygulamalarda kimyasal açıdan farklı dört çeşit elastomer kullanılmaktadır. Bunlar; polisülfit, kondenzasyon polimerizasyon silikon, ilave polimerizasyon silikon ve polieterdir. İlave polimerizasyon silikon ve polieter üstün özelliklerinden dolayı klinik kullanımda sıklıkla tercih edilmektedir (11).

Polivinilsiloksan (PVS) ölçü maddeleri olarak adlandırılan ilave polimerizasyon silikon ölçü maddeleri üstün doğruluk ve boyutsal stabilite özelliklerine sahiptir (9,14,54). PVS, kondansasyon silikonların bazı özelliklerinin modifiye edilmesi ile elde

edilmiştir (51). Yapılan modifikasyon ile yan ürünlerin oluşmadığı bir reaksiyon sağlanmış ve böylece ölçü maddesinin sertleşmesinden sonrasındaki boyutsal değişikliği elimine edilmiştir (48,51,54). PVS ölçü maddesinin en büyük dezavantajı hidrofobik yapısıdır. Bu özellik siloksan bağlarının etrafındaki hidrofobik alifatik hidrokarbon gruplarından kaynaklanmaktadır (37).

Polieter (PE) ölçü maddeleri de üstün özelliklere sahiptir. Ancak PVS ölçü maddelerine kıyasla biraz daha düşük boyutsal stabilite gösterebilmektedir (21). Polieterler ise kimyasal formüllerinde bulunan fonksiyonel gruplarının [karbonil (C=O) ve eter(C-O-C)] su moleküllerini çekerek etkileşime girmesi sonucu, yapısal olarak hidrofilik karakter gösterirler (54).

Başarılı bir protez yapımında diğer önemli bir nokta ise, ölçü materyalleri ile kopyalanan yüzey detayının model üzerine aktarılmasıdır. Alçı bazlı model materyalleri düşük detay kopyalama ve aşınma dayanımı özelliklerine rağmen, üstün boyutsal doğrulukları, düşük maliyetleri ve kullanım kolaylıkları nedeniyle en çok kullanılan model materyalleridir (48).

Çalışmamızda, elastomerik ölçü maddelerinin, boyutsal doğruluğunun ve stabilitesinin değerlendirilmesi amacıyla Bilgisayarlı Mikro Tomografi (µBT) metodu kullanılarak volumetrik kayıpların hem alçı da hem de ölçü yüzeyinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Literatürde, elastomerik ölçü maddelerinin yüzeyinden boyutsal doğruluğunun ve stabilitesinin aynı anda incelendiği bir çalışma henüz mevcut değildir. Ölçü maddelerinin linear değişimleri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bununla beraber alçı modellerin ve ölçülerin hacimlerinin kıyaslandığı bir çalışma da yapılmamıştır. Bu çalışmanın ilk amacı yeni piyasa sürülen Polivinil siloksaneter (PVSE) ölçü maddesinin volumetrik boyutsal stabilitesinin ve doğrulunun PE ve PVS ölçü maddeleri ile µBT yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi ve kıyaslanmasıdır.

Çalışmamızın diğer amacı ise yeni piyasaya sürülen PVSE ölçü maddesinin, değme açısı ve ıslanabilirlik yönünden PE ve PVSE ölçü maddeleri ile kıyaslanıp değerlendirilmesidir.

Çalışmanın hipotezi:

1. Piyasaya yeni sürülen PVSE ölçü maddesinin boyutsal doğruluk ve boyutsal stabilite açısından PE ve PVS ölçü maddelerinden daha iyi sonuçlar vermektedir.
2. PVSE ölçü maddesi ıslanabilirlik ve temas açısı incelendiğinde PE ve PVS ölçü maddelerinden daha iyi sonuçlar vermektedir.

4. GENEL BİLGİLER

Ölçü maddeleri ağız içi dokuları kaydetmek için kullanılan materyallerdir. Dental işlemlerin birçok aşaması ağız dışında yapılır. Bunlar hastanın ağız içi yumuşak veya sert dokularını taklit eden modeller üzerinde üretilir. Laboratuvardaki uygulamaların ağız içine uyumu ve fonksiyonel etkinliği, üzerinde hazırlandığı modelin oral dokuları taklit edebilirliğine bağlıdır. Modelin başarısı da kullanılan ölçü maddesinin başarısına bağlıdır (51).

Ölçü alma safhası daha sonra total veya parsiyel protezler, kronlar, köprüler, ortodontik apareyler gibi restorasyonlarla sonlanacak birçok uygulamanın ilk safhası olduğu için bu safhadaki bir hata bitmiş restorasyonun da hatalı olmasına yol açar. En son aşamada hazırlanmış restorasyonların ağıza tatbikinde uyumsuzlukların yaşanmaması veya en az problem yaşanması için ölçü alma safhasında dikkatli olmanın önemi büyüktür. Hekim de hastasına uygulayacağı tedaviye göre ideal bir ölçüye ulaşmak için kullanması gereken ölçü maddesini seçmeyi ve bu maddeyi doğru şekilde kullanmayı bilmelidir (48).

Ölçü maddelerinde aranan özellikler şöyle sayılabilir:

1. Tadı, kokusu ve rengi güzel olmalı,
2. Toksik ve iritan maddeler içermemeli,
3. Raf ömrü uygun olmalı,
4. Ekonomik olmalı,
5. Kullanımı kolay olmalı,
6. Sertleşme özellikleri klinik ihtiyaçları karşılamalı,
7. Uygun yoğunluk ve yüzey özelliklerine sahip olmalı,
8. Oral dokuları iyi ıslatabilmeli,

9. Elastik özellikleri gerilmesinden sonra kalıcı deformasyona uğramayacak şekilde olmalı,
10. Ağızdan çıkarılırken yırtılmayacak veya kırılmayacak güçte olmalı,
11. Klinik ve laboratuar işlemleri sırasında karşılaşılabilecek ısı ve nem oranları karşısında ve normalde dökülünceye kadar geçen süre zarfında boyutsal değişiklik göstermemeli,
12. Ölçü içine dökülen madde ile uyumlu olmalı,
13. Deforme olmadan kolayca dezenfekte edilebilmeli,
14. Sertleşme veya dökülme esnasında gaz açığa çıkarmamalı

Bütün bu özellikleri bir arada sağlayabilen bir ölçü maddesi yoktur. Bu yüzden hekim, amacına uygun en iyi özellikleri gösteren ölçü maddesini seçmelidir (51).

4.1. Ölçü Maddelerinin Sınıflandırılması

Diş hekimliğinde kullanılan ölçü maddeleri, elastik ve elastik olmayan ölçü maddeleri olarak iki başlık altında sınıflandırılmaktadır. Elastik ölçü maddeleri; hidrokolloidler ve sentetik elastomerler olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Hidrokolloidler; agar (reversible) ve aljinat (irreverseble); sentetik elastomerler ise polisülfitler, silikonlar (kondansasyon silikon ve ilave tip silikon) ve polieterlerdir. Elastik olmayan ölçü maddeleri ise ölçü alçısı, ölçü stenci (impression compound) ve çinko oksit-öjenol olarak sınıflandırılmaktadır (Tablo 4.1) (51).

Tablo 4.1. Diş hekimliğinde kullanılan ölçü maddeleri

<table>
<tr><th colspan="2">Elastik Ölçü Maddeleri</th><th>Elastik Olmayan Ölçü Maddeleri</th></tr>
<tr><td>Hidrokolloidler</td><td>Elastomerler</td><td>Ölçü alçısı</td></tr>
<tr><td>Agar</td><td>Polisülfit</td><td>Ölçü Stenci</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Aljinat</td><td>Silikonlar
□□Kondansasyon
□□İlave</td><td rowspan="2">Çinko Oksit Ojenol</td></tr>
<tr><td>Polieter</td></tr>
</table>

4.2 Sentetik Elastomerler (Elastomerik Ölçü Maddeleri)

Sentetik elastomerler sanayide kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Günümüzde tıp ve diş hekimliği alanlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde düşük yırtılma direnci ve boyutsal stabiliteleri sayesinde çabuk kabullenilmişlerdir (48).

Sentetik elastomerler kimyasal ya da fiziksel olarak çapraz bağlar içeren bir grup lastiksi polimerden meydana gelmektedir. Bu tip ölçü maddeleri, American Dental Association (ADA) sınıflaması No.19 da, 'yapısal olarak su ihtiva etmeyen elastomerik ölçü maddeleri' olarak adlandırılmaktadır. Elastomerler belirli bir kuvvet altında kolaylıkla sıkışır, fakat kuvvet ortadan kaldırıldığında hızla eski boyutlarına döner (1).

Diş hekimliğinde ölçü maddesi olarak kullanılan sentetik elastomerler üç tiptir; Polisülfitler, silikonlar ve polieterler. Silikonları da kendi aralarında kondansasyon ve ilave tip (polivinilsiloksan) olarak iki grupta incelenmektedir (14).

Sentetik elastomerler değişik viskozitelerde olabilir. Örneğin polisülfit esaslı ölçü maddeleri düşük, orta ve yüksek yoğunluklarda bulunabilirlerken; ilave tip silikonlar bunların yanı sıra daha yüksek bir yoğunluğa sahip dördüncü bir tipte de bulunabilirler. Öte yandan polieter esaslı ölçü maddeleri genellikle orta yoğunlukta bulunurlarken, kondansasyon silikonları düşük veya hamur kıvamında ki yoğunluklarda bulunurlar (14). Yüksek yoğunlukta olan tipler düşük yoğunlukta olanlara taşıyıcı vazifesi görürken, orta yoğunluktaki ölçü maddeleri tek başlarına kullanılabilmektedir (54).

4.2.1. Silikon esaslı ölçü maddeleri

Dişhekimliği pratiğinde iki ayrı tip silikon maddesi ölçü maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu iki tip silikonu birbirinden ayıran özellik kimyasal reaksiyonlarındaki farklılıktır. Kimyasal reaksiyonlarına göre silikon ölçü maddeleri kondansasyon ve ilave tip (polivinilsiloksan) olarak 2'ye ayrılır. Her iki tipin de kullanım alanı benzerdir ve çoğunlukla sabit restorasyonların ölçülerinin alınmasında kullanılırlar (14).

4.2.1.1. Kondansasyon silikon ölçü maddeleri

Kondansasyon silikonlar tek üyeli sabit restorasyon ölçülerinin alınması için kullanılan ideal ölçü maddeleridir. Madde iki ayrı pat veya bir pat ve bir sıvı katalizör şeklinde ve düşük, orta, yüksek ve çok yüksek viskozitelerde bulunabilirler (51)

Yapısında, genellikle baz patın içinde hidroksil grubuyla sonlanan polidimetilsiloksan polimeri ve silika gibi doldurucular bulunur. Polidimetilsiloksan çapraz bağların oluşumunu sağlarken, içeriğindeki doldurucu (silika) kıvam verir, viskoziteyi kontrol eder ve fiziksel özellikleri modifiye eder. Katalizörler ise tetraetilsilikat gibi çapraz bağlayıcı ajan ve dibütil kalay dilaurat gibi bir reaksiyon katalizörü ihtiva ederler (51). Farklı ürünlerde doldurucu olarak bakır karbonat da kullanılmaktadır. Doldurucuların boyutları için 5–10 mikron arasındaki büyüklükler optimum kabul edilmiştir (14).

Sertleşme reaksiyonun temeli, hidroksil sonlu polidimetilsiloksan zincirlerinin, kalay bileşiği bir katalizör yardımıyla ve çapraz bağlayıcı tetraetilsilikat ile birleşmesine dayanır. Çapraz bağlantı oluşumu maddenin elastik özelliklerinin gelişmesini sağlar. Reaksiyon sonucunda yan ürün olarak etil alkol ortaya çıkar. Bu yan ürün sertleşme reaksiyonu sonrasında ortamdan buharlaşarak uzaklaşır ve ölçü maddesinin boyutsal stabilitesini korumasını önler. Ayrıca reaksiyon yaklaşık 1

derecelik bir ısı artışına sebep olur. Ortamın ısısının yüksek oluşu ve nem sertleşme süresini kısaltır (14,51,54).

Kondansasyon silikonlar, iki ayrı renkteki baz ve katalizör patlarının homojen bir renk elde edilinceye kadar karıştırılmasıyla hazırlanır. Bu ölçü maddeleri kullanılırken bireysel kaşık hazırlamaya gerek yoktur. Fabrikasyon kaşıklar bir adeziv kullanılarak yeterli sonuç verirler. Ölçü almak için iki ayrı teknik kullanılabilir. Bunlardan ilki, yüksek doldurucu oranlı ve yüksek viskoziteli bir kondansasyon silikonuyla bir başlangıç ölçüsü almak ve ardından daha detaylı ölçü verebilen düşük viskoziteli aynı tip silikonla da ikinci bir ölçü almak şeklindedir, ikinci ölçüde kullanılan ölçü maddesine yer açmak için ince bir polietilen folyo kullanılabilir ya da ilk ölçü üzerinden kazıma da yapılabilir. İkinci teknik ise düşük ve yüksek viskoziteli maddeleri birlikte hazırlayıp düşük viskoziteli ölçü maddesini restore edilen bölgeye uygulayıp diğerini de kaşığa yerleştirerek ölçüyü aynı anda almaktır. Bu tekniğin sakıncası detaylı tespit edilmesi istenilen bölgelerin düşük viskoziteli ölçü maddesi itilmesi sonucu yüksek viskoziteli ölçü maddesiyle ölçüsünün alınmasıdır. Bu da daha az detay tespiti ve modelin dökümünün zor olması anlamına gelir (54).

Kondansasyon silikonları hidrofobik oldukları için ölçü alınacak yüzeyin mutlaka kuru olması gerekir (14,19,51).

Kondansasyon silikonlarının sertleşme süreleri polisülfitlerden kısadır. Orta viskozitedeki bir silikon kopmadan önce % 300 oranında esneme gösterir. Bu değer polisülfit ölçü maddeleri için % 700 kadardır. Ancak kondansasyon silikonlarındaki bu esneme miktarı büyük oranda geri dönüşümlüdür. Ölçü ağızdan tek bir hareketle ve kısa süreli bir yük uygulaması ile çıkartılmalı böylece oluşacak deformasyon geri dönüşümlü olacaktır (48). Ölçü ağızdan çıkarıldıktan en geç 1 saat içinde dökülmelidir. Çünkü madde süratle boyutsal değişikliğe uğrar. Bunun sebebi yan ürün olarak ortaya çıkan etil alkolün ortamdan uzaklaşması ve devam eden

polimerizasyonun büzülmeye sebep olmasıdır. Ölçü birden fazla model hazırlamak için kullanılmamalıdır (19,54).

Silikon ölçü maddeleri hasta açısından oldukça rahattır. Herhangi bir hassasiyet reaksiyonu gösterilmemiştir. Hasta açısından oluşabilecek tek problem dişeti sulkusunda sıkışıp kalabilecek ölçü maddesinin doku reaksiyonuna sebep olmasıdır. Fakat sıvı katalizörler ölçü maddesini hazırlayan hekim veya yardımcı eleman için iritan olabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır. Bu ölçü maddesinin dezenfeksiyonu için % 10'luk sodyum hipoklorit solüsyonu, gluteraldehitler veya iodofor solüsyonları kullanılabilir (14,30).

4.2.1.2. İlave silikon (polivinilsiloksan) ölçü maddeleri

İlave silikonlar, kondensasyon silikonların özelliklerinin modifiye edilmesi ile ortaya çıkmıştır. Yapılan modifikasyon ile yan ürünlerin oluşmadığı bir reaksiyon sağlanmış ve böylece ölçü maddesinin sertleşmesinden sonrasındaki boyutsal değişikliği elimine edilmiştir (14,37,51). İlave silikonların kondensasyon silikonlarında olduğu gibi düşük, orta, yüksek ve çok yüksek viskoziteli tipleri bulunmaktadır. Kullanım alanı açısından kondansasyon silikonlarıyla aralarında fark bulunmamaktadır (51,54). Polivinilsiloksan ölçü maddelerinin biyolojik irritasyon özelliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda kayda değer bir irritasyon tespit edilmemiştir (63).

Ölçü maddesi, her birinde likit bir silikon prepolimeri ve doldurucu olan, ayrıca sadece birinde de katalizör bulunan iki pat halinde bulunur. Patlardan birinin bazında, metil grupları hidrojenle değiştirilmiş polidimetilsiloksan prepolimeri içerirken diğerinde ise metil grupları bu sefer vinil gruplarıyla değiştirilmiş aynı prepolimeri içerir. Ayrıca patlardan birinde genellikle platin içeren bir katalizör (kloroplatinik asit) bulunur (14). Oldukça fazla hidrofobik özellik göstermeleri dolayısıyla ortaya çıkan problemleri azaltmak daha az hidrofobik olmalarını sağlamak ve temas açısını

azaltmak için bazı ürünlere surfaktanlar ilave edilmektedir (62). İlave silikonların yapısına ilave edilen bir başka madde de paladyumdur. Paladyumun görevi aslında bir reaksiyon yan ürünü olmayan ama karıştırılan patlardaki prepolimerlerin eşit oranda olmamasıyla ortaya çıkan hidrojeni bağlamaktır. Eğer paladyum ilave edilmez ise bu ölçü maddeleri hemen döküldüklerinde model üzerinde hidrojen gazının çıkışına bağlı olarak küçük delikçikler oluşabilir. Bunu paladyum katkısı olmasa bile ölçüyü dökmeden önce bir saat kadar bekleterek engellenilir. Bir saatlik bekleme ilave silikonların boyutlarında herhangi bir değişikliğe sebep olmaz (14,26,51,62)

Sertleşme reaksiyonu vinil sonlu prepolimer içeren pat ile hidrojen sonlu prepolimer içeren patın karıştırılmasıyla ve ortamda ki patlardan birinde bulunan platin esaslı katalizör (kloroplatinik asit) ile ilave tip polimerizasyon meydana gelir. Reaksiyon sonucunda ortaya herhangi bir yan ürün çıkmaması ilave tip silikonların boyutsal olarak oldukça stabil olmalarını sağlar (14,37,54). Reaksiyon sonucunda bazen ortaya çıkan hidrojen gazı çıkışı gerçek bir yan ürün değildir. Ortamın sıcak oluşu çalışma ve sertleşme zamanlarını azaltır (13,58,74).

İlave silikonların her iki patı da benzer içerikte olduğundan genellikle aynı form ve kıvamdadır. Bu da baz ve katalizörün daha kolay karıştırılabilmelerini sağlamaktadır. Ölçü maddesi hazırlanırken lateks eldivenlerle temas edilmemesi hatta ölçünün alınacağı bölgeye bile lateks eldivenlerle dokunulmaması gereklidir. Çünkü lateks eldivenlerin içinde bulunan sülfür polimerizasyonu inhibe eder. Bazı vinil eldivenler de sülfür ihtiva ettikleri için bu tip eldivenlerle de ölçü maddesine dokunulmamalıdır (51,54).

Polivinilsiloksan materyalinin polimerizasyonu üzerine lateks eldivenin içindeki sülfürün ve retraksiyon ipinde bulunan sülfürün etkisi vardır. Sülfürün polyvinilsiloksan materyalinin polimerizasyonunu inhibe ettiğini belirlenmiştir (41). Son araştırmalar polimerizasyonu inhibe ettiği düşünülen kanama durdurucu ajanlar ve retraksiyon solüsyonlarının böyle bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Ölçüde

dişeti sulkusu bölgesindeki düzensizlikler bu bölgelerin fazla nemli bırakılmasından kaynaklanmaktadır (63).

İlave silikonların kullanımlarında genellikle fabrikasyon kaşıklar tercih edilmektedir. Fabrikasyon kaşıklara çeşitli adezivler sürülerek ölçünün kaşığa daha iyi tutulması sağlanabilir. Ancak yüksek viskoziteli ölçü maddeleri için mekanik retansiyon şarttır. İlave silikonların kullanım teknikleri kondensasyon silikonlardan farklı değildir. Fakat polimerizasyon sonrası daha rijit bir hal alır. Bu andırkatlı sahalardan ölçünün çıkarılmasını biraz güçleştirir, ancak deformasyon sonrası geri dönüşü mükemmeldir. İlave silikonların yırtılma dirençleri oldukça yüksek olsa da polisülfit ölçü maddeleri kadar yüksek değildir. Restorasyon sahasından yüksek viskoziteli bir ölçü maddesi ile ve ardından daha fazla detay alınabilen düşük viskoziteli bir ölçü maddesinin ilk ölçü üzerine konulması ile ölçüsünün alınması, ölçünün boyutsal stabilitesini artıracaktır. İlk alınan ölçü üzerine düşük viskoziteli ikinci madde yerleştirildiğinde ağızda fazla bastırılırsa oluşan elastik deformasyon sonucunda oldukça hatalı ölçüler alınabilir. İki aşamalı ölçü tekniğinde ilave silikon ile kondansasyon silikonun birlikte kullanılmaları yanlış olacaktır. Çünkü bu iki ayrı tip silikon birbirine yapışmaz. İlave silikonların kullanımlarında dikkat edilmesi gereken bir nokta da oldukça hidrofobik yapıda olmalarıdır. İlave silikonlar ilk ölçü alınırken ölçü bölgesi iyi kurutulmalıdır. Model elde edilirken de hidrofobik özellik sorun çıkarabilir. Üreticiler bu soruna çare bulabilmek için ölçü maddelerinin içine surfaktanlar ilave etmişlerdir. Bir başka yöntem de hem ölçü alınacak bölgede hem de ağızdan çıkarıldıktan sonra ölçü üzerinde kullanılabilen yüzey gerilimini düşürüp ıslanabilirliliği arttıran spreyler kullanmaktır (51,53,62).

İki tipteki silikonda bütün ölçü materyalleri arasında en iyi elastik özelliklere sahiptir. Gerilmedeki geri dönüşüm hemen hemen anındadır (73).

Polivinilsiloksan ölçü materyalinin ıslanabilirliğini eldiven temasının olmadığı ortamda akrilik asidiyle modifiye edilerek artırılabildiğini belirtilmiştir (23). Ölçünün

dökülmesi esnasında kullanılabilecek sabunlu su da surfaktan görevi yapacaktır İlave silikonlar boyutsal olarak oldukça stabildir. Ölçü alındıktan bir saat sonra da dökülse bir hafta sonra da dökülse aynı uygunluğu göstermektedir. Ayrıca ilave silikonlardan birden fazla model elde etmek de mümkündür (10,19).

4.2.2. Polieter ölçü maddeleri

Polieter dişhekimliğinde ölçü maddesi olarak kullanılmak için geliştirilmiş ilk elastomerdir. Diğer materyaller başka amaçlar için geliştirildikten sonra diş hekimliği kullanımı için modifiye edilmişlerdir (21). Madde normalde iki tüp içerisinde bulunur. Baz patın içinde bir prepolimer ve doldurucular vardır. Katalizör patında ise reaksiyon başlatıcılar, pat formu vermek için yağlar ve doldurucular bulunur. Baz patının içinde bulunduğu tüp katalizör içeren tüpe göre oldukça büyüktür. Bu ölçü maddesi genellikle orta viskoziteli bir pat halinde bulunurken, zamanla farklı viskozitelerde polieter ölçü maddeleri de üretilmiştir. Tek viskozitede bulunan polieter ölçü maddesi pseudoplastik özelliği dolayısıyla hem şırınga edilerek hem de direkt kaşığa yerleştirilerek kullanılabilir (51).

Pseudoplastik davranış (kayma incelmesi) sayesinde üreticiler tek fazlı ölçüler üretebilmektedir. Bu özellik sayesinde hekim distorsiyona daha dirençli vizköz materyaller kullanarak istenilen netlikteki ölçüyü alabilecektir. Pseudoplastik davranış sadece kuvvet uygulandığında oluşur ve materyali kalıcı olarak deformasyona uğratmaz (54).

Baz patın içinde çapraz bağlantı oluşturan imin sonlu prepolimer, kıvam veren ve fiziksel özellikleri arttıran doldurucu olarak silika ve karışmayı kolaylaştıran plastizer olarak fatalat bulunur. Katalizör patın içinde ise çapraz bağlantı oluşumunu başlatan sülfonik asit esteri, silika ile fatalat bulunur. Hacimsel olarak farklı iki tüpten eşit uzunlukta pat alındığında baz-katalizör oranı 8–1 şeklinde olur. Patların renklerinin farklı oluşu uygun karıştırmayı mümkün kılar (54).

Sertleşme reaksiyonunda, baz ve katalizör patları karıştırıldıklarında imin sonlu prepolimer yani etilen-imin grubu, halka açılımı şeklinde bir katyonik polimerizasyon ile daha uzun zincirler oluşturmaya başlar ve madde zincir uzunluklarının artmasıyla elastik özelliklerini kazanmaya başlar (14). Reaksiyon diğer elastomerlerdekilere nazaran daha ekzotermik yapıdadır ve ısı artışı 4 derece kadardır (13). Reaksiyon ilave tipte bir polimerizasyon olduğu için sonucunda herhangi bir yan ürün ortaya çıkmaz. Bu da maddenin boyutsal olarak oldukça stabil olmasını sağlar (14,19,21). Polieterler elastomerlerin en çok sertleşeni olarak kabul edilirler. Bu yüzden fazla andırkatlı yüzeylerden çıkarılmaları oldukça güçtür. Bu özellikleri ile polieterlerin implant ölçülerinin alınmasında tercih edilmektedir (35). Polieterlerin özelliklerini modifiye etmek için üretici firmalar geciktiriciler ve incelticiler üretmiştir. Geciktiriciler, polieterlerin sonuçtaki fiziksel özelliklerini veya boyutsal stabilitelerini etkilemeden çalışma süresini uzatmaktadır. İncelticiler ise polieterlerin kalıcı deformasyon ve akmaya olan dirençlerini değiştirmeden elastik modulüsünü veya sonuç sertliğini azaltmaktadır. Fakat inceltici kullanılması sertleşme sonrası su absorbsiyonunu arttırabilir (51).

Polieter ölçü maddeleri genellikle orta viskoziteli formdadır. Fakat maddenin pseudoplastik özelliği sayesinde madde hem şırıngada kullanılarak daha visköz bir kıvamda ölçüsü alınmak istenen bölgeye taşınabilir, hem de kaşık içine yerleştirilerek daha kıvamlı bir ölçü maddesi görevi yapabilir (6). Ölçü maddesi her iki pattan eşit uzunlukta maddenin kuvvetli ve hızlı bir şekilde karıştırılmasıyla hazırlanır. Polieter ölçü maddelerinin çalışma zamanı kısa olduğundan karıştırma çabuk yapılır. Çalışma zamanı 2,5 dakika ve sertleşme zamanı da 4,5 dakika kadardır. Ayrıca ortamın ısısının yüksek oluşu da çalışma süresini kısaltır (13,14).

Polivinilsiloksan ölçü materyali ile polieter ölçü materyalinin sıcaklığa bağlı boyutsal değişikliklerini değerlendirildiğinde bekletilme ısısının ölçü materyallerinin boyutsal stabilitesini etkilediği görülmüştür (13). Polieter ölçü maddeleriyle ölçü alınırken bireysel veya fabrikasyon kaşık kullanım tercihi hekimindir. Ama her iki

koşulda da kaşık adezivi kullanmak şarttır. Çünkü ölçü maddesi polimerizasyonu sonrasında çok sertleşir ve ölçü maddesinin ağızdan çıkarılırken kaşıktan ayrılmaması için adeziv kullanmak önemlidir. Ölçü maddesinin fazla sertleşmesinden dolayı ölçü döküldükten sonra da model ölçüden çıkarılırken kırılabilir. Bu yüzden modelin ölçüden çıkarılırken acele edilmemeli ve tamamen sertleşmesi beklenmelidir (20,48). Polieter ölçü maddeleri hidrofilik yapıda oldukları için ortamın tamamen kurutulamadığı sahalarda da net ölçü verebilir (14,63). Aynı özellikleri dökülebilirliliklerini de kolaylaştırır (54).

Ölçü maddesi esnek olması ve yırtılmaya karşı dirençli olmaları açısından en az 2–4 mm. kalınlığında olmalıdır. Polieter ölçü maddeleri % 98,5 oranında elastik geri dönüşüm gösterirler. Bu değer vinilpolisiloksanlar ile polisülfidler arasındadır. Polieter ölçü maddeleri polimerizasyonlarından 24 saat sonra gösterdikleri % 0,3 'lük büzülme ile boyutsal stabilite açısından ölçü maddeleri içinde en üst sıralarda, addisyonel silikonların hemen altında bulunmaktadırlar. Ancak polieter ölçü maddeleri hidrofilik yapıda oldukları için su emerler ve bu da boyutsal stabilitelerini bozar. Bu nedenle ölçü kuru ortamda saklanmalıdır. Kuru bir ortamda bekletilen bir polieter ölçü maddesi 1 haftaya kadar boyutsal stabilitesini koruyabilir (14). Polieter ölçü maddelerinde kullanılan sülfonik aside karşı aşırı duyarlılık görülebilmektedir. Duyarlılık, ölçü maddesini hazırlayan yardımcı personelde kontak dermatitisi şeklinde görülebilir. Ayrıca ölçü maddesinin tadı da hastalara acı gelebilmektedir (48). Dezenfeksiyon için ölçü maddesinin 10 dakika kadar sodyum hipoklorit solüsyonuna batırılması yeterlidir. Bu süre zarfında boyutsal değişikliğine sebep olacak bir su emilimi olmaz (43,45).

Polieter ölçü materyalleri ortalama yırtılma direncine ve çok iyi elastik özelliklere sahiptirler. Buna rağmen sertleşince yüksek elastik modül ve sonuç olarak göreceli sertlik ve böylece ölçüyü ağızdan ve modelden çıkarabilmek için uygulanacak yüksek kuvvet gereksinimi oluşur. Bu çok andırkatlı alanlarda kullanılmasını sınırlar (73).

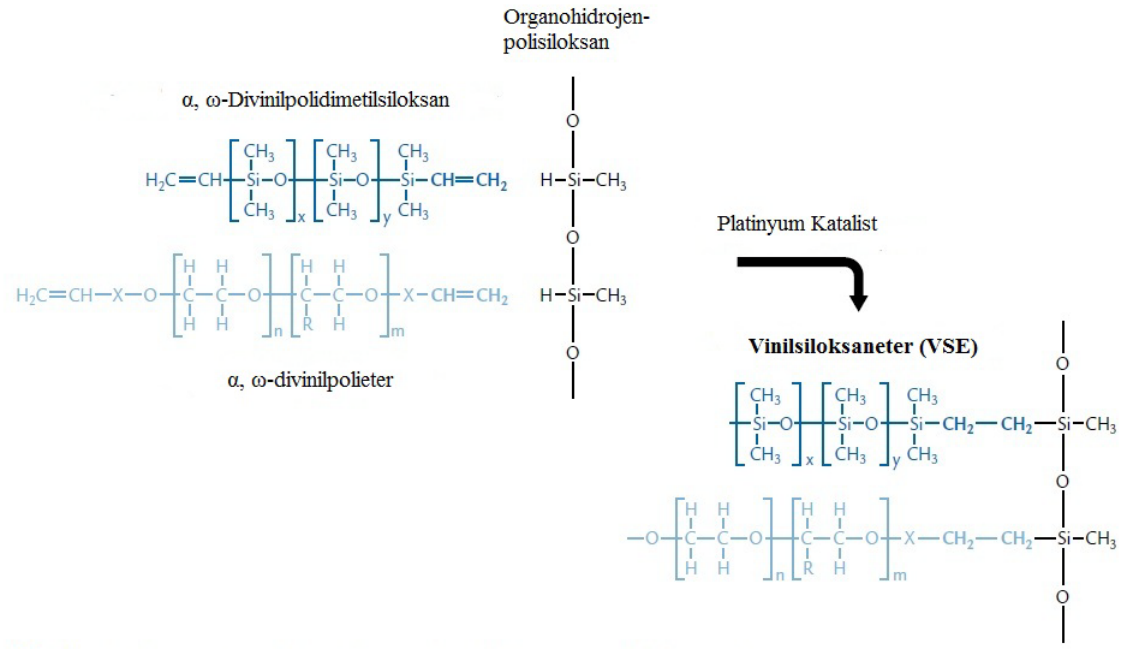
Polieter ölçü maddelerinin polivinilsiloksan ölçü maddelerine göre daha belirgin ve sabit başlangıç hidrofilisitesi gösterdiğini belirtilmiştir. Fakat polivinilsiloksan ölçü materyallerinin yüzey geriliminin kinetiği polieterlere göre çok daha hızlıdır. Bu fark muhtemelen polivinilsiloksan ölçü maddelerinin başlangıç hidrofobisitesinin dezavantajını dengeler (63).

4.2.3. Polivinilsiloksaneter ölçü maddeleri

Üreticiler yeni bir elastomerik ölçü maddesi geliştirmişlerdir. Polivinilsiloksaneter (PVSE) olarak adlandırılan bu yeni materyalin iyi mekanik özellik, akıcılık gösterdiği ve ıslatabilirliğinin ve doğruluğunun da mükemmele yakın olduğu iddia edilmektedir.

Üreticiler surfaktan eklemeye gerek olmadan hidrofilik özellik gösterdiğini belirtmişlerdir. PE ölçü maddesine göre kullanımının daha rahat olduğu bildirilmekteedir. Yüksek yırtılma direnci sayesinde en sıkı yerlerden bile yırtılmadan çıkabileceği iddia edilmektedir. Akıcılığı sayesinde ölçü yüzeyinde kabarcık oluşmasını minimuma indirir ve tat olarak hastayı rahatsız etmez (3,22,69).

Kimyasal yapısında polisiloksan ve divinilpolieter vardır (69) (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Polivilsiloksaneterin kimyasal yapı şeması

Polivinilsiloksaneter ölçü maddesinin polietere iyi bir alternatif olacağını belirmiştir. Çalışmalarında protezler için mükemmel uyum ve çok iyi klinik kullanılım olduğunu belirtmişlerdir (22).

4.3. Model ve Model Materyallerinin Özellikleri

Dental model materyallerinin boyutsal doğruluk, kabul edilebilir detay kopyalama, yüzey sertliği, aşınma dayanımı, transvers dayanım, ölçü materyali ile uyumluluk, toksik olmama ve kullanım kolaylığı özelliklerine sahip olması gerekmektedir (18,52).

Günümüzde Tip IV alçı, Tip V alçı, rezinle güçlendirilmiş Tip IV alçı, epoksi rezin ve poliüretan rezin model materyalleri sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bu materyallerin hiç biri yukarıda sayılan özelliklerin tümünü aynı anda karşılayamamaktadır (14).

Tip IV alçı ve Tip V alçı model materyalleri sırasıyla %0.1 ve %0.3 sertleşme genleşmesi göstermektedir. Bu yüksek genleşme miktarı baz metal alaşımların katılaşma büzülmesinin kompanze edilmesinde önemlidir. Ancak alçı model materyalleri düşük detay kopyalama özelliği göstermektedir (18,20). Materyallerin detay kopyalama yetenekleri yüzeyin formundan ve kullanılan ölçü maddesinin yapısal özelliklerinden etkilenebilir (5,65). Düşük aşınma direnci ve transvers dayanım da alçı bazlı model materyallerinin olumsuz yönleri arasındadır (20). Rezin esaslı model materyalleri ise polimerizasyon büzülmesi gösterirler ve boyutsal doğrulukları alçıdan düşüktür (54). Ancak üstün detay kopyalama, aşınma direnci ve transvers dayanım özelliklerine sahiptir (17,20).

Genel olarak day materyalleri değerlendirildiğinde, düşük aşınma direnci yetersiz gerilme dayanımı ve düşük detay kopyalama özelliklerine sahip olsa da; düşük maliyet, kullanım kolaylığı, genel olarak tüm ölçü maddeleri ile uyumluluğu ve tutarlı sonuçları sebebiyle Tip IV ve Tip V geliştirilmiş sert alçılar en sık kullanılan day materyalleridir (14,54).

4.4. Boyutsal Doğruluk ve Stabilite

Ölçü maddelerinde doğruluk değerlendirmenin iki kısmı vardır. Bunlar ölçünün hemen alınan boyutsal doğruluğu ve zamana bağlı gelişen boyutsal satibilitesidir. American Dental Association (ADA) spesifikasyon no 19'a göre, elastomerik ölçü maddeleri 25 μ veya daha az detay gösterebilecek kadar hassas olmalıdır (1). Piyasadaki mevcut ölçü maddeleri bu spesifikasyonu sağlamaktadır. Bu konuda en iyi PVS iken en kötü materyalde reversible hidrokolloiddir Yüzey detayı kaydındaki farklılıklar alçı maddesinin iyi detay yansıtmasındaki kısıtlılık yüzünden ana klinik faktör değildir. Alçı için bu spesifikasyon 50 μ'dur (58).

Ölçü maddesinin vizkozitesine göre yüzey detayı üretimi değişir. Düşük vizkoziteli ölçü maddeleri daha iyi yüzey detayı kaydederler. Putty ölçü maddeleri 25 µ yerine 75 µ civarı detay gösterirler (8).

Doğruluk konusunda ikinci incelenen kısım boyutsal doğruluktur. Reversible hidrokolloidin elastomere göre çok az da olsa üstün olduğunu gösteren bulgular vardır. Buna rağmen alçıdan oluşabilecek fark, ölçü maddesinin tipinden oluşabilecek farktan çok daha fazladır. Günümüzde çoğu ölçü maddesi doğru kullanıldığında üstün doğruluk göstermektedir (24).

Tüm elastomerik ölçü materyali tipleri, polimerizasyon büzülmesine maruz kalır ve reaksiyon yan ürünü açığa çıkaranlarda (kondensasyon silikon ve polisülfid) ilave büzülme gelişir. Bu nedenle, sertleşme sırasında, en fazla boyutsal değişime uğrayanlar (%-0.4 ile -%0.6 arasında) polisülfid ve kondensasyon silikon materyalleri iken, bu değerler polieter materyali için %-0.2 ve en az polivinil siloksan materyalinde olmak üzere %-0.15 olarak belirtilmiştir (17,19,61,62,66,71,74).

Polivinil siloksan ve polieterin boyutsal stabiliteleri yüksektir ve model dökümü sonrasındaki boyutsal değişimleri de azdır. Polivinil siloksan, polieter ve polisülfid gibi elastomerik materyallerde, boyutsal stabilite zamanla ilişkilidir. Polimerizasyonun hemen sonrasında yüksek olan boyutsal stabilite, ölçünün saklanması ile zamanla azalma sergiler (19,35,62).

İdeal ölçü maddesi zaman içinde boyutsal olarak stabil olmalı ve hekim tarafından güvenle alçıya dökülebilmelidir. Artık kimyasal sertleşme maddesi olmadığı için PVS en iyi boyutsal stabiliteyi gösterir. Polivinilsiloksan ölçüler hemen, saatler veya günler sonra hatta haftalar sonra bile dökülebilir (19,55).

Araştırmalar PVS ölçü maddelerinin 1-2 hafta kadar boyutsal stabilitesini koruduğunu gösterirken PE ölçü maddesinin boyutsal stabilitesini zamanla

koruyamadığı yönündedir (19,74). Hekimler, alçı modelleri hazırlamada seçtikleri ölçü maddesinin boyutsal stabilite süresine uygun davranmalıdırlar (62).

Diğer ölçü maddeleri kullanma kılavuzundaki süreler içinde dökülmelidir. Su içerikli ölçü maddeleri (irreversible ve reversible hidrokolloid) %80 su içerdiği için imbibisyon fenomeni (su abzorbsiyonu) ve sinerezise (su buharlaşması) maruz kalır. Eğer bu iki olaydan biri olursa ölçü bozulur. Bu ölçüler ağızdan çıkarıldıktan 10 dakika sonra dökülmeli ve asla ıslak peçeteye sarılmamalıdır. Ölçü rahatlıkla su emer ve dökülmeden bozulur (44).

Ölçü maddesinin ağızdan çıkarıldıktan sonra havayla temas etmesi sonucu, su kaybetmesinden dolayı yüzeyinin gerilmesi olayına sinerezis denir. Ölçünün dış yüzeyinin büzülmesine ve distorte olmasına neden olur. İmbibisyon fenomeni ise ölçünün suya yerleştirildiği durumlardaki su emme ve genleşme durumudur (54).

Kondansasyon silikonu sertleşme reaksiyonu sonrasında yan ürün olarak etil alkol üretir. Polisülfitin yan ürünü ise sudur. Polimerize olmuş ölçü yüzeyinde buharlaşma olayı olur ve ölçü bozulur. Bu ölçüler ağızdan çıktıktan sonra 30 dakika içinde dökülmelidir (44).

Polieter ölçüler atmosferden su abzorbe edebilirler. Bununla beraber çoğu ölçü maddesi polimerizasyon devamına ve yan ürün kaybına bağlı olarak büzülür ve su emmesi sonucu şişer (44,74). Buna bağlı olarak PE ölçü maddesinin 1 saat içerisinde dökülmesini tavsiye ederler (19).

4.5. Temas Açısı

Bir sıvı damlasının katı bir yüzey ile olan ilişkisi temas açısı olarak tanımlanır. Sıvı damlası katı bir yüzey ile temas ettiğinde denge formuna ulaşır ve damlanın katı yüzey ile temas halinde olduğu bölgede bir açı oluşur. Temas açısı veya kontak açısı (Ø), katı yüzey üzerinde sıvı, katı ve üçüncü bir ortamı oluşturan gazın (hava) birleşim

noktasından, sıvı damlasının yüzeyde oluşturduğu küresel şekle teğet çizilen çizginin, katı yüzeyle oluşturduğu açıdır (7,14).

Açının büyüklüğü, sıvının kendi molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri (kohezyon kuvvetleri) ile sıvı-katı arasındaki çekim kuvvetlerinin (adezyon kuvvetleri) göreceli büyüklüğüne bağlıdır. Kohezyon kuvvetleri, adezyon kuvvetlerinden ne kadar büyük olursa, sıvı- katı arasındaki temas açısı da o kadar büyük olur. Diğer bir ifade ile büyük bir temas açısı sıvı-katı çekim kuvvetlerinin az, küçük bir temas açısı ise bu kuvvetlerin büyük olduğunu gösterir. Ayrıca temas açısının büyüklüğü, katı yüzeyin düzlüğü, temizliği ve sıvının saflık derecesine de bağlıdır (7).

Temas açısı, sıvının katı yüzey üzerinde ilerlemesi veya daha önce ıslanmış yüzeyden uzaklaşmasına göre, ilerleyen veya gerileyen temas açısı olarak ikiye ayrılır. İlerleyen temas açısı, termodinamik olarak stabil bir damlanın merkezinden sıvı çekilmesi veya eklenmesine neden olur. Bu durum, damlanın hacmini ve iç basıncını arttırır ve sıvı-katı temas yüzeyinde (katı, sıvı, hava ara yüzeyi) artan bir stres oluşturur. Damlacığın temas açısının değeri, damlacık yüzeye tam olarak yayıldığı ana kadar maksimum değere ulaşır. Bu durumda ölçülen temas açısına ilerleyen temas açısı adı verilir (Şekil 4.2). Damlanın yayılması, temas çizgisindeki sürtünme kuvvetinin kritik bir değeri aşmasına bağlıdır. Damlanın merkezinden sıvının geri çekilmesi ile temas açısı, kontak çizgisi tekrar oluşuncaya kadar minimum değere iner ve bu durumda ölçülen temas açısına gerileyen temas açısı adı verilir (7). Katı bir yüzey üzerine, yüzey enerjisi bilinen bir sıvı yerleştiğinde oluşan açının bilinmesi, aynı zamanda katı yüzeyin enerjisinin hesaplanabilmesini sağlar. Bu hesaplama Young denklemi ile yapılır.

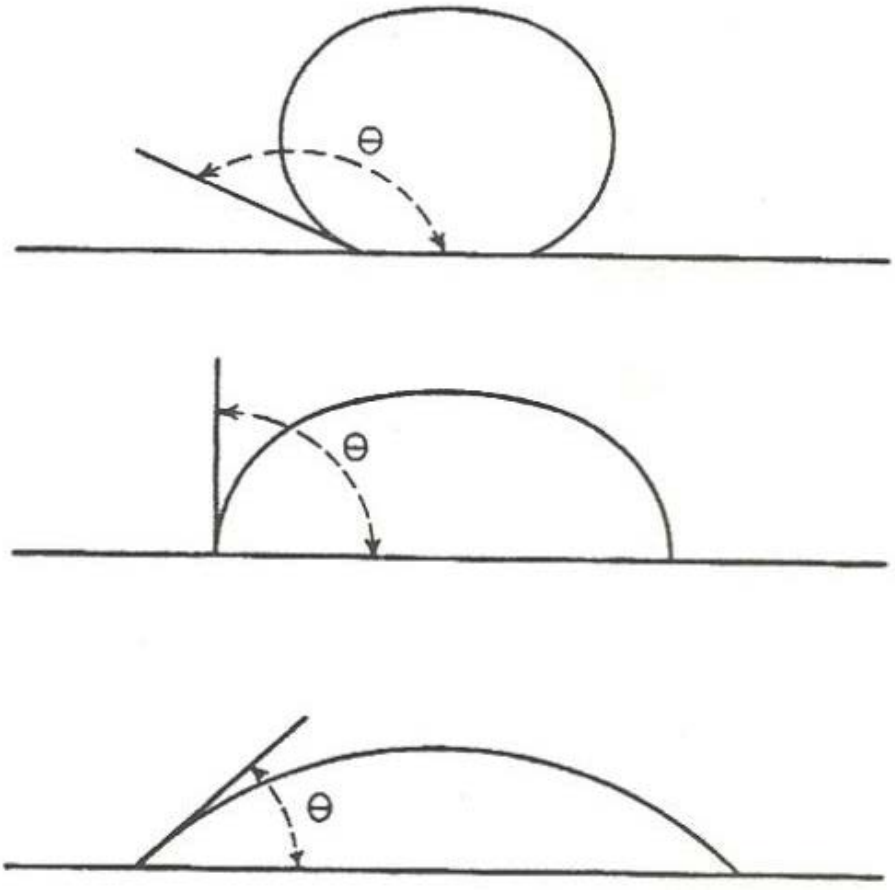
Young Denklemi:

$\gamma S.\cos\emptyset = \gamma K - \gamma KS$

γS= Sıvının yüzey enerjisi

γK= Katının yüzey enerjisi

γKS= Katı-sıvı yüzeyler arası gerilim



Şekil 4.2. Temas açısı

Düşük temas açısına sahip ölçü materyalleri dental alçının daha iyi akmasını ve hava kabarcığından yoksun modeller elde edilmesini sağlarken, yüksek temas açısına sahip materyaller ise döküm esnasında ve doğru çalışma modelinin elde edilmesinde hassasiyet gerektirirler (19,61,66).

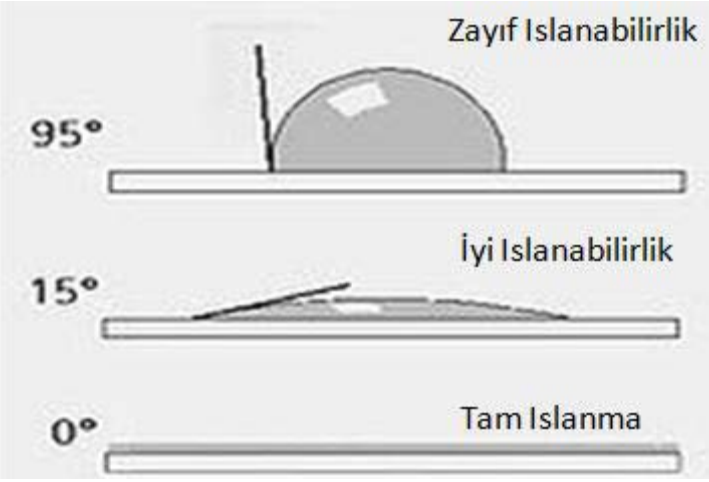
Kondansasyon silikon ve polivinil siloksan oldukça yüksek temas açısına sahip olduğundan, döküm esnasında hava kabarcığı tutabilir ve çalışma modelinin dökülmesinde özen ve tecrübe ister. Polieter ve polisülfid düşük temas açılarına sahip iken, polivinil siloksan döküm öncesinde bazı yüzey ajanlarına ihtiyaç duyabilir. Klinik

araştırmalar sonucunda, minimum hava kabarcığı ve maksimum detay kaydında en önemli özelliğin materyalin viskozitesi olduğu anlaşılmıştır (12,15,17,19,31,62,67).

4.6. Islanabilirlik

Bir sıvı damlasının katı yüzey üzerinde yayılma derecesi, ıslanabilirlik olarak adlandırılır. Sıvı yüzeyinin, sıvı ile katıyı ayıran yüzey ile oluşturduğu açı olarak ifade edilen temas açısı ıslanabilirlik derecesinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. 0° temas açısı tam ıslanmayı ifade ederken, düşük değerler iyi ıslanabilirliği, 90° üzerindeki değerler ise zayıf ıslanabilirliği ifade etmektedir (Şekil 4.3). Hidrofobik materyaller su ile yüksek temas açısı göstermektedir (38,51). Islanabilirlik ölçümlerinde önemli olan diğer faktörler; yüzey şekli, ortam sıcaklığı, yüzey kontaminasyonu, yüzeyin kimyasal ve fiziksel özellikleri, sıvının viskozitesi ve kimyasal uygunluğudur (54).

Materyalin ıslatabilirliği, küçük yüzeylere akarak nüfuz etmesi ile doğru orantılıdır. Yüzeyi iyi ıslatabilen bir materyal, nemi ortamdan uzaklaştırarak, detay kaydını sağlar. Bu nedenle çoğu ölçü materyalleri için akıcı kıvamlı sistemler geliştirilmiştir. Bunlar yoğun kıvamlı ölçü materyali veya özel ölçü kaşıkları ile birlikte uygulanarak, akıcı kıvamlı ölçü materyalinin ince detaylı bölgelere nüfuzunu kolaylaştırır (52,62,67).



Şekil 4.3. Temas açısı ve ıslanabilirlik ilişkisi

4.7. Boyutsal Doğruluk ve Stabilite Değerlendirme Metotları

Boyutsal stabilite ve doğruluk ölçümleri için topometrik ve fotogrametrik ölçümler esastır (60). Topometrik ölçümler bir uç yardımıyla yüzeyin temas ederek taranması ve elde edilen noktaların koordinatlarının belirlenmesi esasına dayanır. Kontakt lazerler olarak da adlandırılır ve Koordinat Ölçme Cihazları (CMM) örnek olarak verilebilir. Fotogrametrik ölçümler de ise taranacak cismin gönderilen ışın ile taranması veya yeniden modelleme esastır. Mikroskop, lazer tarayıcı ve tomografi buna örnektir (36).

Ölçümler hem ölçü yüzeyinden hem de ölçüden elde edilen alçı modelden yapılabilir (26,30). Ölçüden yapılan ölçümler bilimsel olarak daha doğru olsa da alçıyla yapılan ölçümlerin klinik kullanıma daha yakın olması önemlidir. Buna göre araştırmacı, boyutsal değişiklikleri boyutlara (doğruluk, stabilite veya ikisini de değerlendirme) ve deney maddesine göre (sadece ölçü maddesi veya alçıyla beraber) yapmaya karar verir (43).

Ölçü maddelerinin boyutsal değişiklikleriyle ilgili pek çok çalışma olmasına rağmen deneysel yöntemlerin farklılığı nedeniyle karşılaştırma yapmak ve analiz etmek oldukça güç olmaktadır (16). Bu tip çalışmalarda genel olarak kullanılan ölçüm metotu ölçme mikroskopudur (39,53,58,72). Bir diğer ölçüm metodu da optik tarayıcıdır. Optik imaj sensörleri 3 boyutlu koordinat verilerini toplamakta kullanılır (6,47,60). Üç boyutlu konumlandırma düzlemi ise topometrik bir yöntemdir. Bu yöntemde cihazdaki dokunmatik uç ile yüzey haritası ve boyutlandırma bulunur (2).

Non invaziv bir yöntem olan Bilgisayarlı Mikro Tomografi (µBT) boyutsal ölçümlerde kullanılabilecek bir ölçüm cihazıdır (69).

4.7.1.Bilgisayarlı Mikro Tomografi

Dental modeller klinik çalışmada ve araştırmada çok önemlidir (27,32.49). Alçı modeller eğer dijitalize edilebilirse çok daha kullanışlı olacaktır. Diğer yandan özellikle ortodontide modelleri fiziksel olarak saklamak ciddi bir yer problemine neden

olmaktadır. Eğer modelleri dijitalize etme yöntemi geliştirilebilirse özellikle ortodontistler için bir inovasyon olacaktır (69). Lazer tarayıcılarla modelleri ölçme ve klinik uygulamalarda kullanma gerçekleştirilmiştir (33,34,42,68) Fakat dental modellerin andırkatlı kompleks yapısı, birden çok yönde ölçüm yapma zorunluluğu ve lazer ölçümünde ve model sentezinde kör noktalar olması dezavantajlarıdır (68). Diğer yandan en son medikal X-ışını bilgisayarlı tomografi (BT) teknolojisi, objelerin 3 boyutlu şekillerinin oluşturulmasında umut vermektedir. Bu gelişime bağlı olarak 2 boyutlu BT kesitlerinden yeterli çözünürlükte 3 boyutlu bilgisayar grafiği oluşturulabilir (28). 1mm'den daha küçük kesitler alınabildiği için dental modeller için gerekli olan hassasiyet yeteri kadar sağlanabilir (29). Bu cihazları kullanarak dental modellerin taranmış görüntüleri kısa süre içerisinde DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatına döndürülebilir (25). Bu formatta kişisel bilgisayarlarda gerekli yazılımlar kullanılarak rahatça 3D görüntülere çevirilebilir. BT ile görüntüleme ve bunu takip eden 3D rekonstrüksüyonda birden çok yönde elde edilen görüntüler ve bunların sentezleri kör noktaları elemine eder (40).

3D görüntü rekonstrüksüyonu lazer tarayıcılara göre çok daha kısa sürede tamamlanır. Fakat hala medikal BT kullanarak komplike diş kronu şeklinde modellerin hassas ölçümü ile rapor yoktur (69).

μBT ile çalışmanın işlem sırası şu şekildedir:

1. Veri Sağlama (Tarama),
2. Rekonstrüksüyon,
3. Yüzey Detaylandırma,
4. Değerlendirme

Operatör ve kullanıcı için BT metrolojisi iki aşamada işlenebilir:

- Basamak (1) yüzey verisinin oluşturulması. 2D X-ışını projeksiyonlarının 360 derece dönen objeden numerik rekonstrüksüyonla ham verilerinin elde

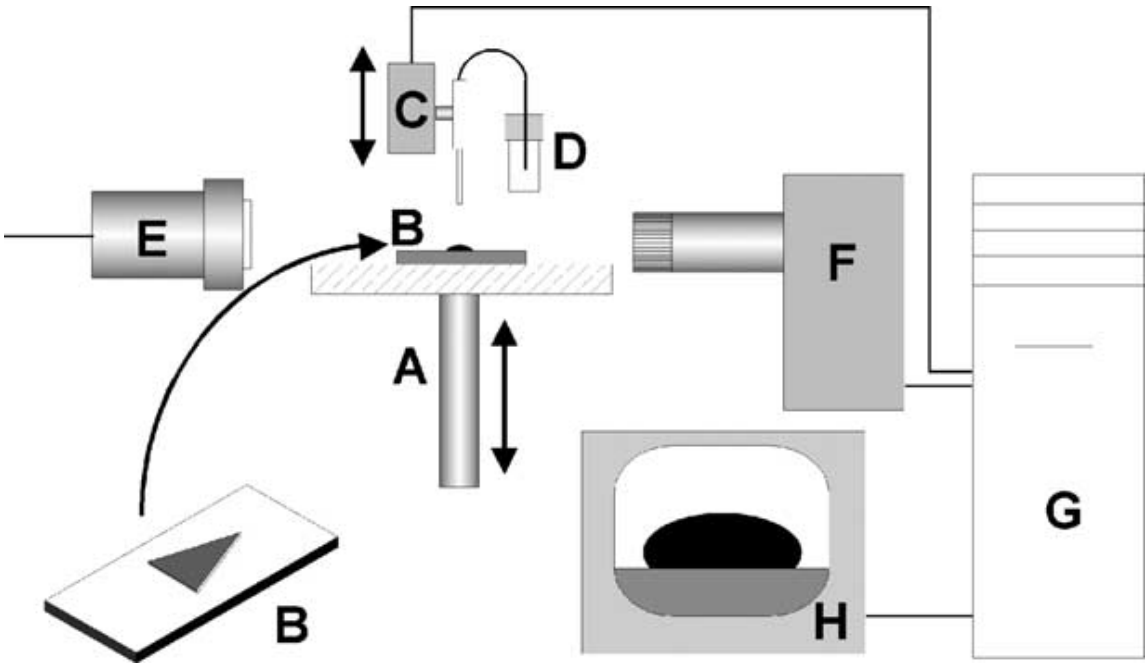
edilmesidir. Hacim, voksellerin üç boyutlu diziliminden oluşturulur. Eğer taranan obje sadece bir materyalden oluşuyorsa gri skalada sadece iki uçlu dağılımı (hava ve materyal) vardır. Maddenin ve X-ışının özelliklerine göre, hacimdeki artefaktları düşürmek ve daha yüksek kaliteli sonuçlar almak için ışın demetinin algoritmasında düzeltme ve saçılan radyasyonda azaltma yapılabilir. Bu hacimden elde edilen verinin yüzeyi şekillendirilebilir ve bu yüzey nokta bulutu veya poligonal bir ağ olarak kaydedilebilir. Datos|x 2.0 platform (Phoenix|x-ray, GE Sensing & Inspection Technologies, Germany), Skyscan CT-Analyser (Skyscan, Kontich Belgium), NRecon Software (Skyscan, Kontich Belgium) gibi taranan yüzeyleri STL (StereoLithography) formatına çevirecek bir yazılımla 3D modelleme yapılabilir.

- Basamak (2) BT sistemi ile yaratılan verinin yüzey analizi yapılması. Taranan objenin tamamlanmış 3D görüntüsünün, 3D Studio Max (Autodesk, USA), (Mimics, Materialise, Belgium) veya firmanın önerdiği üç boyutlu modelleme yapabilecek vektör tabanlı bir 3D yazılım paketine yükelenmesidir (4).

Elde edilen görüntüler TIFF formatında (Tagged Imaged Fıle Format) kesitlerden uygun yazılım programında STL (StereoLithography) veriye dönüştürülür. Hacim ve yüzey ölçümü için üç boyutlu modelleme yapabilen VGStudioMAX 2.1 veya 3D StudioMAX (Autodesk, USA) gibi uygun bir yazılımda incelemeler yapılır (40).

4.8. Temas Açısı ve Islanabilirlik Değerlendirme Metotları

Katıların yüzey enerjisinin ölçümünde sıvılardaki gibi direkt bir yöntem yoktur. Bu yüzden katıların yüzey enerjisi dolaylı olarak ölçülür. Gözenekli katıların temas açısı ölçümünde ise Washburn yöntemi, gözeneksiz katıların temas açısı ölçümünde ise optik teleskop (goniyometre) ve tensiyometre yöntemi kullanılabilir. Sessile drop yöntemi (durağan damla yöntemi) ve yakalanmış kabarcık yöntemleri, optik teleskop yöntemlerinden olup, sıklıkla kullanılmaktadır (57).



Şekil 4.4. Damla analizi cihazının çalışma şeması. (A) Vertikal hareketli uç tablası. (B) Test edilecek katı yüzey. (C) Şırınganın damla kontrolü için yazılım kontrolündeki dozlama sistemi. (D) Sıvı saklama kabı. (E) Işık kaynağı. (F) Yüksek hızlı videokamera. (G) Bilgisayar.(H) Monitor.

4.8.1. Durağan damla yöntemi (Sessile drop yöntemi)

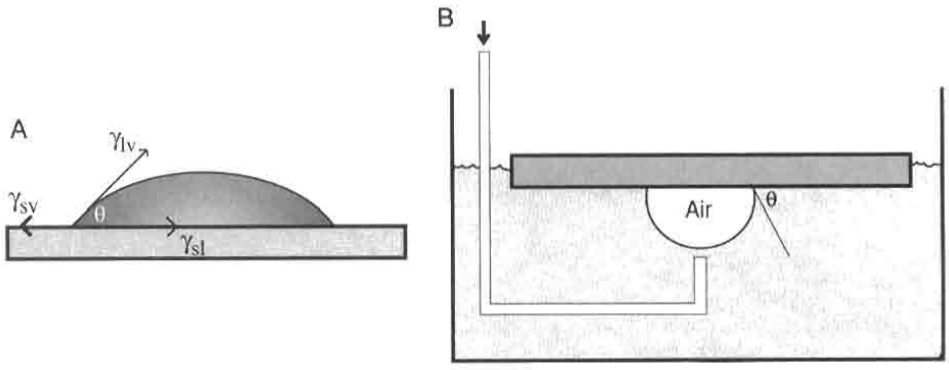
Katılarda yüzey enerjisinin ölçülmesinde kullanılan bir yöntemdir. Uygulaması kolay olmasına rağmen ortam şartlarından kolaylıkla etkilenmektedir. Dental elastomerlerin ıslanabilirlik özelliklerinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (50,57).

Bu yöntemde belirli hacimdeki su damlası katı yüzey üzerine yerleştirilerek, yüzey ile damlacık arasındaki temas açısı ölçülür. Temas açısı (Ɵ), katı yüzey katı ve üçüncü bir ortamı oluşturan gazın (hava) birleşim noktasından sıvının yüzeyde oluşturduğu küresel şekle çizilen teğetin katı yüzeyle oluşturduğu açıdır. 0° temas açısı tam ıslanmayı, düşük değerler iyi ıslanabilirliği, 90° üzerindeki değerler ise zayıf

ıslanabilirliği ifade etmektedir. Hidrofobik materyaller su ile yüksek temas açısı göstermektedir. Bu yöntemle temas açısını değeri direkt olarak oluşan kabarcık ve katı-hava ara yüzeyinden ölçülebileceği gibi, hacmi 1µl'den küçük olan sıvılar için damlacığın yükseklik ve çapı kullanılarak hesaplanabilir (14).

4.8.2.Yakalanmış kabarcık yöntemi (Captive bubble yöntemi)

Yakalanmış kabarcık yöntemi katıların yüzey enerjisinin ölçülmesinde kullanılan diğer bir yöntemdir. Ölçüm boyunca yüzey ıslak kalmalıdır. Sıvı içerisine tüm yüzeyi kaplayacak şekilde daldırılan katı yüzeye, bir pipet yardımı ile hava kabarcığı gönderilir. Hava kabarcığının yüzey ile olan temas açısı ölçülerek yüzeyin ıslanabilirlik derecesi belirlenir. Sessile damlacık yönteminden farklı olarak, hava kabarcığının uzaklaşıp daha belirgin bir hal alması ve dolayısıyla temas açısının artması ıslanabilirlikteki artışın göstergesidir. Bu değişim, yüksek ıslanabilirliğe sahip bir yüzey için, daha hidrofobik yapı gösteren hava fazının su tarafından uzaklaştırılması ile kabarcığın yüzeyden itilip küresel bir şekil alması şeklinde basitçe özetlenebilir (14).



Şekil 4.5. (A) Durağan damla yöntemi, (B) yakalanmış kabarcık yöntemi

5. GEREÇ VE YÖNTEM

5.1. Gereç

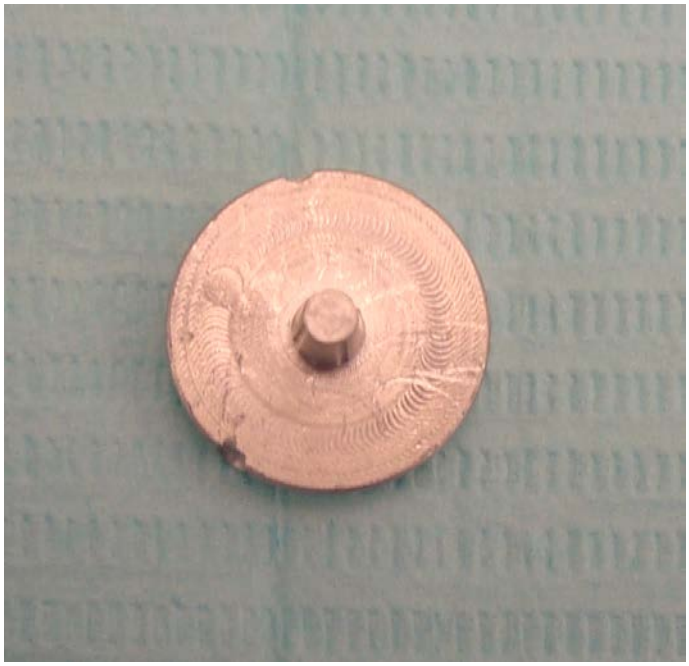
- Polieter ölçü maddesi: Impregum Penta Soft Quick, 3M ESPE, Minnesotta USA
- Polivinilsiloksan ölçü maddesi: Virtual Monophase, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein
- Polivinilsiloksaneter ölçü maddesi: EXA'lence 370, GC America, Chicago USA
- Ölçü karıştırma cihazı: Pentamix 3, 3M ESPE, Minnesotta USA
- Otomiks tabanca: Dispenser Gun, Coltène / Whaledent AG, Altstätten, Switzerland.
- Kaşık Adezivi (Polieter için): Polyether Tray Adhesive, 3M ESPE, Minnesota, USA.
- Ana model materyali (Alüminyum): 7075, Referans Metal, İstanbul, Türkiye.
- Kaşık materyali: Akrilik Plak, UMG Dental, İstanbul, Türkiye
- Vakum cihazı: Essix, Dentsply, RainTree Essix, New York, USA
- Dental Alçı: Tip V sentetik sert alçı, Glaston 3000, Dentsply, York USA.
- Vakum Alçı Mikser: Smart-Mix, AmannGirr-bach GmbH, Pforzheim, Germany.
- Trim Makinesi: Rotoplast, Bego, Bremen, Germany.
- Mikro Tomografi Cihazı: Skyscan 1174, Skyscan, Kontich Belgium.
- Kesit Analiz Yazılımı: Skyscan CT-Analyser, Skyscan, Kontich Belgium
- Kesit Analiz Yazılımı: NRecon Software, Skyscan, Kontich Belgium
- Üç Boyutlu Şekillendirme Yazılımı: Mimics, Materialise, Belgium
- Üç Boyutlu Şekillendirme Yazılımı: 3D Studio Max, USA.
- Damla Analizi Cihazı: KSV CAM 200, KSV Istruments, Espoo, Finland

5.2. Yöntem

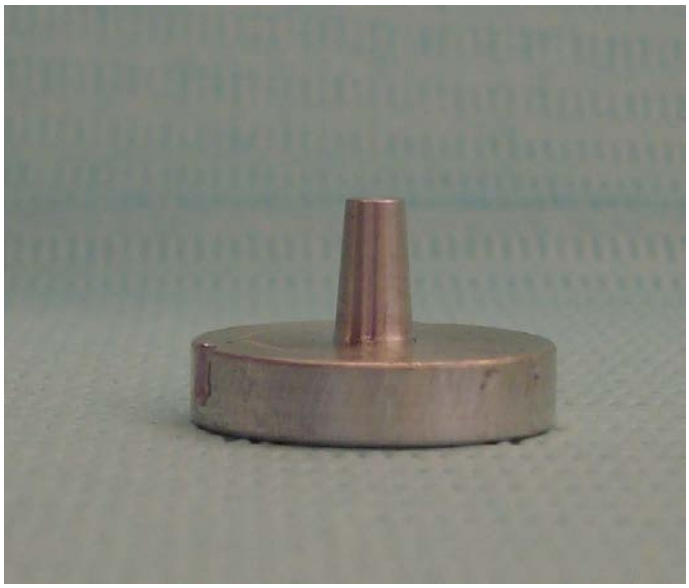
Bu çalışmada, ana model Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya - Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Laboratuvarında, ölçü kaşıkları Özel Optimal Laboratuarlarında hazırlanmıştır. Boyutsal doğruluk ve stabilite ölçümleri Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anabilim Dalı'nda, temas açısı ve ıslanabilirlik testleri ise İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir.

5.2.1. Boyutsal doğruluk ve stabilite ölçümleri

Ana model için mikro tomografi cihazının tarayabileceği bir materyal olan Aliminyum 7075'ten (Referans Metal, İstanbul, Türkiye), taban çapı 3mm, tavan çapı 2 mm ve yüksekliği 7 mm olan, hacmi 18.42 mm^3 olan güdük CNS (bilgisayarlı sayısal kontrol sistemi) tezgahında hazırlanmıştır. Güdüğün tabanında cihazın taramasına uygun olarak 15mm^2 çapında daire plaka yer almaktadır (Resim 5.1.a ve 5.1.b).



Resim 5.1.a Alüminyum 7075'ten hazırlanan ana model



Resim 5.1.b Alüminyum 7075'ten hazırlanan ana model

Ana model üzerinde kenarlarında 4 mm ölçü boşluğu kalacak şekilde akrilik plaktan (UMG Dental, İstanbul, Türkiye) 42 adet kaşık basılmıştır (Essix, Dentsply, RainTree Essix, New York, USA). Bu kaşıklara tepeden 1, kenarlardan da 3er mm boşluklarla 2şer toplam 9 adet 1 mm^2 çapında delik açılmıştır (Resim 5.2).



Resim 5.2. Akrilik kaşık

µBT cihazı (Skyscan 1174, Skyscan, Kontich Belgium) (Resim 5.3) kaynak voltajı (source voltage) 49 kV, kaynak akımı 800 µA, 0,5 derece rotasyonda olacak şekilde ayarlanmıştır. Kesit hassasiyeti 21 µ olarak her bir ölçümde 371 kesit alınmıştır. Kesit konfigirasyonu her klasörün log (kayıt) dosyasına otomatik kaydedilmiştir (Tablo 5.1).



Resim 5.3. Skyscan 1174, Skyscan, Kontich Belgium

Tablo 5.1. Kesit Konfigürasyonu kayıt dosyası

Scanner=Skyscan1174	
Instrument S/N=025	Image Format=TIFF
Software=Version 1. 5 (build 2)	Depth (bits)=16
Home Directory=C:\SkyScan	Screen LUT=0
Source Type=RTW 50/800	Exposure (ms)=4000
Camera=VDS 1.3Mp FW	Rotation Step (deg)=0.500
Camera Pixel Size (um)= 33.45	Use 360 Rotation=NO
CameraXYRatio=1.0000	Scanning position=12.239 mm
[Acquisition]	Flat Field Correction=ON
Data Directory=E:\results\umut\anamodel	Frame Averaging=ON (2)
Filename Prefix=anamodel	Sharpening (%)=40
Number Of Files= 378	Random Movement=ON
Number Of Rows= 1024	Geometrical Correction=ON
Number Of Columns= 1024	Filter=no filter
Optical Axis (line)= 482	Rotation Direction=CC
Object to Source (mm)=181.60	Type of Detector Motion=STEP AND SHOOT
Camera to Source (mm)=225.00	Scanning Trajectory=ROUND
Source Voltage (kV)= 49	Number of connected scans=1
Source Current (uA)= 800	Study Date and Time=Jul 19, 2011 16:26:22
Image Pixel Size (um)=21.00	Scan duration=01:09:35

Polieter ölçü maddesi için Impregum Penta Soft Quick (3M ESPE, Minnesotta USA) (Resim 5.4), polivilsiloksan ölçü maddesi için Virtual Monophase (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) (Resim 5.5), polivilsiloksaneter ölçü maddesi ise EXA'lence 370 (GC America, Chicago USA) (Resim 5.6) tercih edilmiştir.



Resim 5.4. Impregum (3M ESPE)



Resim 5.5. Virtual (Ivoclar Vivadent)



Resim 5.6. EXA'lence (GC)

PE ve PVSE ölçülerin alımında Pentamix cihazı (3M ESPE, USA) (Resim 5.7), PVS ölçü alımında ise otomiks tabanca (Dispenser Gun, Coltène / Whaledent AG, Switzerland) (Resim 5.8) kullanılarak ana modelden 7'şer ölçü alınmıştır. Her ölçünün homojen olmayan ilk 2 cm'lik kısmı kullanılmamıştır (Resim 5.9.a ve 5.9.b). Alınan ölçüler, üreticinin tavsiye ettiği sürede (4 dakika) polimerizasyona bırakılmıştır.



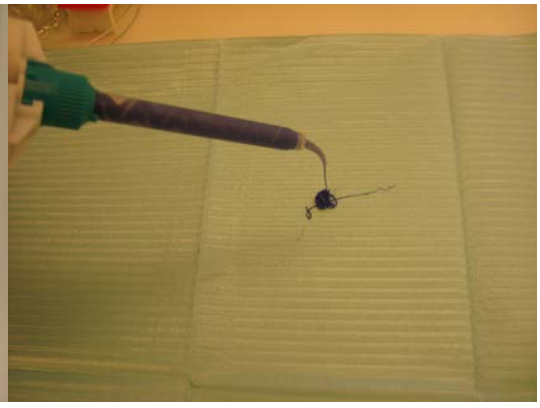
Resim 5.7. Pentamix 2 (3M ESPE, USA)



Resim 5.8. Otomix tabanca



Resim 5.9.a Homojen olmayan ilk ölçü



Resim 5.9.b. Homojen olmayan ilk ölçü

Boyutsal doğruluk için her ölçü çıkarıldıktan hemen sonra mikro tomografi cihazında taranmaya başlanmıştır. Taranacak olan ölçü cihazın pozisyonlandırma tablasına yerleştirilmiştir ve silikon yardımıyla tablaya sabitlenmiştir (Resim 5.10, 5.11.a, 5.11.b, 5.11.c). Yazılımda tarama işlemi başlatılmıştır. (Resim 5.12, 5.13, 5.14).



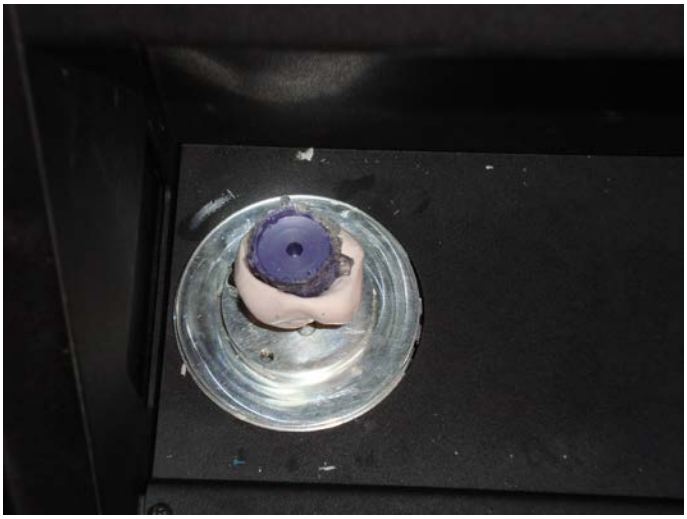
Resim 5.10. Pozisyonlandırma tablası



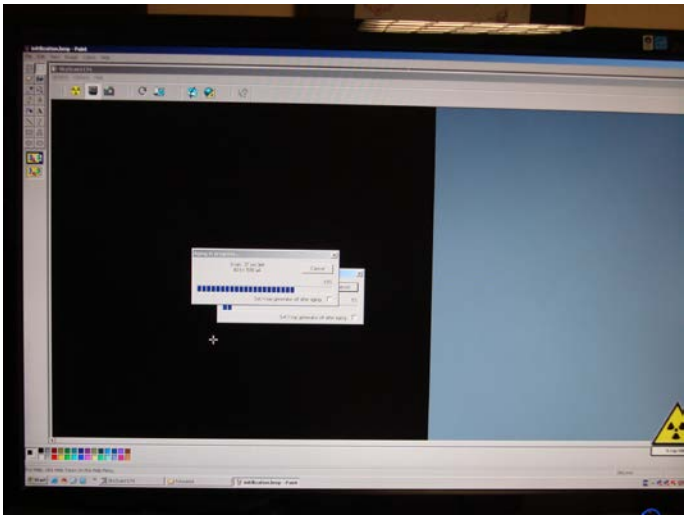
Resim 5.11.a Taranacak ölçünün cihaza yerleştirilmesi



Resim 5.11.b Taranacak ölçünün cihaza yerleştirilmesi



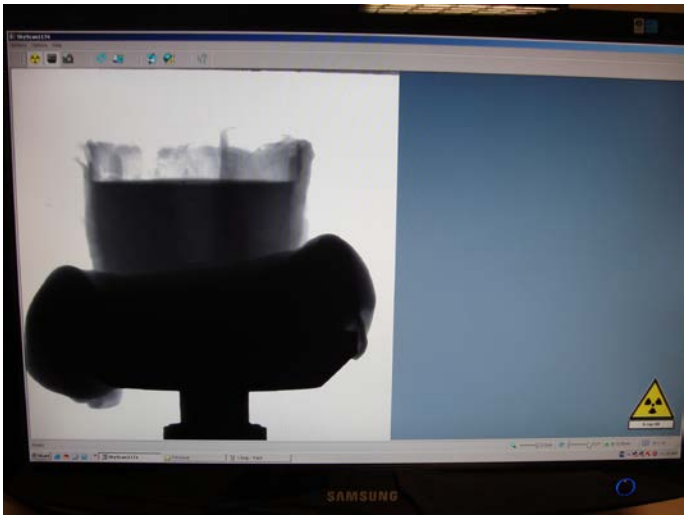
Resim 5.11.c. Taranacak ölçünün cihaza yerleştirilmesi



Resim 5.12. Yazılımda tarama işlemi

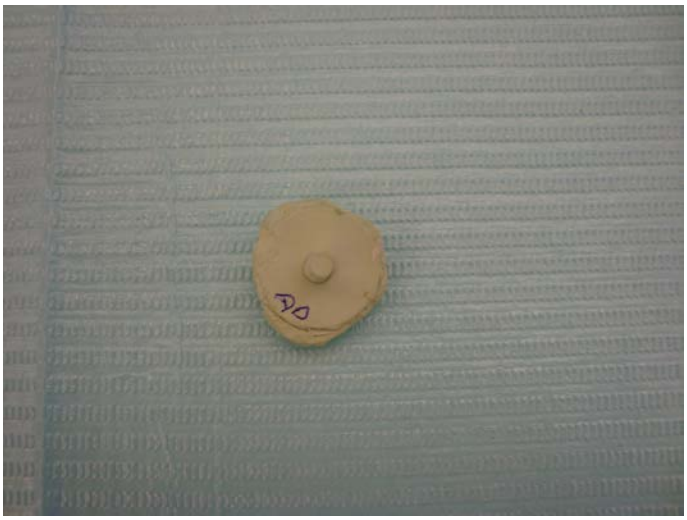


Resim 5.13. Cihazın taramadaki görüntüsü



Resim 5.14. Bilgisayar görüntüsü

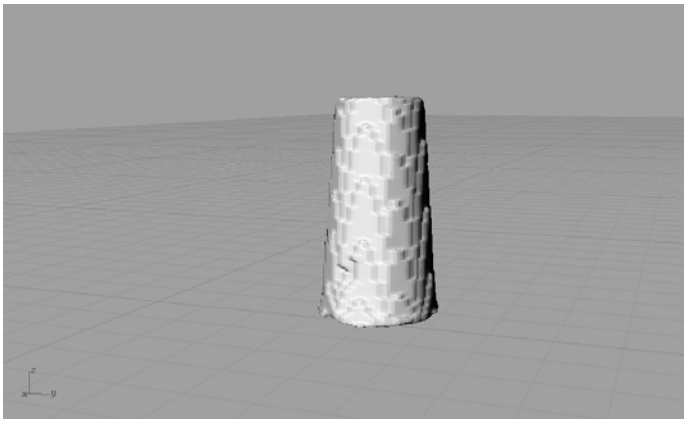
Tarama işlemi tamamlandıktan sonra ölçüler, Tip IV alçı kullanılarak hemen dökülmüştür (Resim 5.15). Üreticinin tavsiye ettiği süre beklendikten sonra, ölçüden çıkartılan alçı model µBT cihazına konmuş ve ölçü işleminde uygulanan prosedüre uyularak taranmıştır.



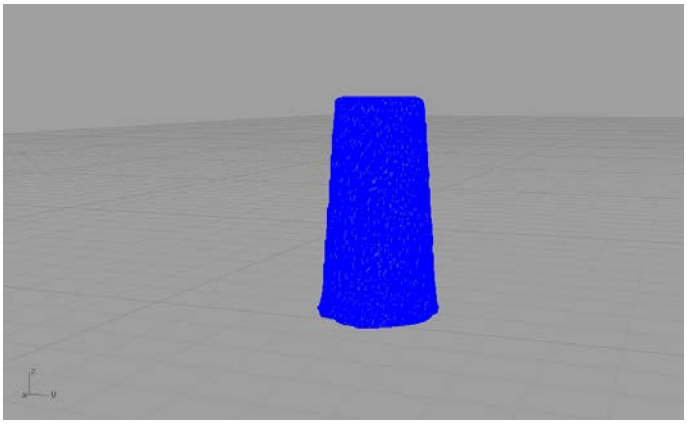
Resim 5.15. Alçı model

Boyutsal doğruluk tarama işlemleri tamamlandıktan sonra boyutsal stabilite ölçümüne geçilmiştir. Her bir ölçü maddesi ile ana modelden 7şer tane ölçü alındıktan sonra boyutsal doğruluk incelemesindeki prosedürler uygulanarak tarama işlemi yapılmıştır. Ölçüler 24 saat sonra ve 1 hafta sonra tekrar taranmıştır. Ölçüler oda sıcaklığında, hava geçirmeyen poşetlerde saklanmıştır.

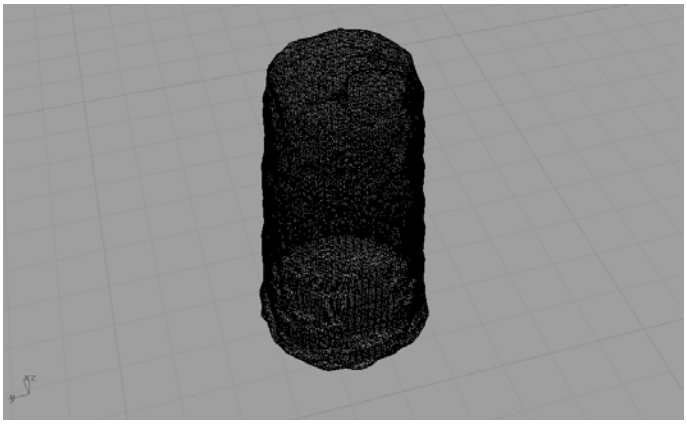
Elde edilen TIFF formatındaki görüntüler yazılım programında 3D olacak şekilde birleştirilmiştir ve STL formatında şekillerle dijital ortamda yaratılmıştır (Resim 5.16.a, Resim 5.16.b, Resim 5.16.c).



Resim 5.16.a. Taranan modelin 3 boyutlu rekonstruksüyonu (nokta bulutu)



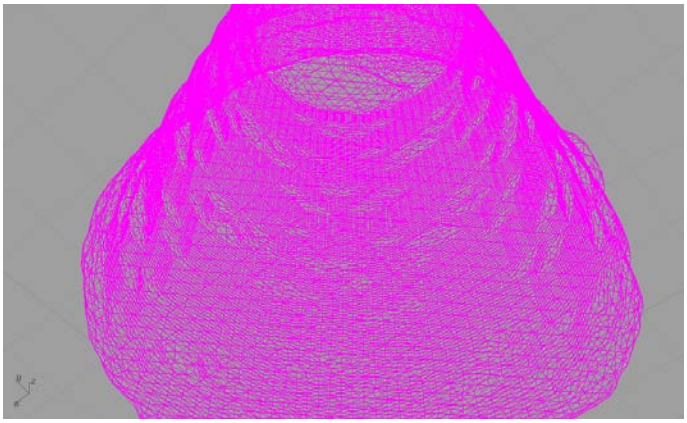
Resim 5.16.b. Taranan modelin 3 boyutlu rekonstruksüyonu (nokta bulutu)



Resim 5.16.c. Taranan modelin 3 boyutlu rekonstruksüyonu (nokta bulutu)

3D studio Max programında yaratılan üç boyutlu görüntülerin hacimleri yazılım tarafından hesaplandı (Resim 5.17).

Boyutsal doğruluk için ana model ile ana modelden alınan ölçüler ve bunlardan oluşturulan alçı modellerin arasındaki hacim farkları belirlendi. Boyutsal stabilite için ana model ile ölçülerin hemen, 1. gün ve 7. gündeki hacim farkları hesaplandı.



Resim 5.17. 3 boyutlu rekonstrüksüyonun poligonal ağ şeklinde çizilmesi

5.2.2. Temas açısı ve ıslanabilirlik ölçümleri

Çalışmamızda incelenen 3 farklı ölçü maddesinden, her birinden 5'er adet olmak üzere toplam 15 adet ölçü örneğin polimerizasyon sırasında temas açısı ölçümleri, KSV CAM 200 (KSV Istruments, Espoo, Finland) temas açısı ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Resim 5.18). Cihaz sessile drop tekniği ile temas açısı ölçümü yapmaktadır.



Resim 5.18. Temas açısı ölçme cihazı - KSV CAM 200 (KSV Istruments, Espoo, Finland)

Her bir örnek hazırlanırken, karışımın homojen olmayan 2 cm'lik ilk kısmı kullanılmamıştır. PE ve PVSE ölçü maddeleri Pentamix 3 (3M ESPE, USA) ile PVS ölçü maddesi ise otomix tabanca (Dispenser Gun, Coltène / Whaledent AG, Altstätten, Switzerland) ile karıştırılmıştır.

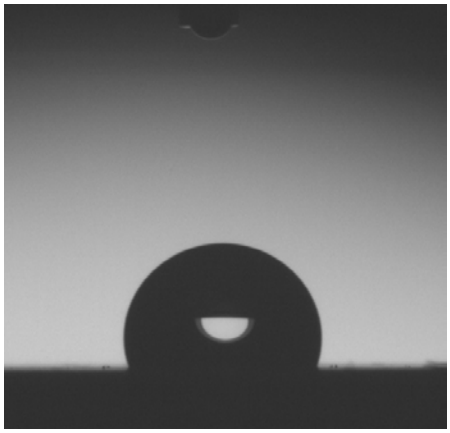
Karıştırılan ölçü maddesi 2×1 cm boyutlarında bir cam levha üzerine yerleştirilmiştir. Cam yüzeyler her bir örnek hazırlanırken önce likit deterjan ile, ardından etil alkol emdirilmiş kağıt peçete ile temizlenmiş ve takiben yine tek kullanımlık kağıt peçete ile kurutulmuştur. Ölçü maddesi üzerine aynı boyutta ikinci bir cam levha yerleştirildikten sonra polimerizasyon boyunca iki camın üzerine 5 kg'lık sabit yük uygulanmıştır. Bu sayede örneklerin standart kalınlıkta hazırlanması amaçlanmıştır (Resim 5.19). Örnekler yüzey kontaminasyonunu önlemek amacıyla temas açısı ölçümlerine kadar alüminyum folyolara sarılarak muhafaza edilmiştir.



Resim 5.19. Ölçü maddesi numunesi

Nem ve sıcaklığın ölçümler üzerinde yapacağı etkileri standardize etmek amacıyla, ortam koşulları %40 nemlilikte ve 20±1ºC sıcaklıkta sabitlenmiştir (61). Ölçü örnek ölçüm tablasına yerleştirildikten sonra, dijital video kamera örnek yüzeyi üzerine odaklanmıştır. Yazılım istenilen miktarda test sıvısının örnek üzerine damlatılmasına olanak sağlamaktadır. Çalışmamızda test sıvısı olarak seçilen distile su, 4µl standart miktarda kullanılmıştır. Temas açısı ölçüm değeri, damlacığın sağ ve sol temas açılarının dijital görüntü üzerinden ayrı ayrı hesaplanıp aritmetik ortalamalarının alınması ile belirlenmektedir.

Çalışmamızda değerlendirilen 3 farklı ölçü maddesinin her birinden 5 adet olmak üzere, toplam 15 adet ölçü yüzeyinin polimerizasyon sonrasında temas açısı ölçümleri yapılmıştır (Resim 5.20).



Resim 5.20. Temas anının görüntüsü

Kullanılan yazılım sayesinde ölçüm, su damlası yüzeye temas etmeden başlatılmıştır. Böylece damlanın yüzeye ilk temas ettiği anki değer, 0. sn değeri olarak ölçülebilmiştir.

Damlanın yüzeye temasını takiben temas açısındaki değişikleri zamana bağlı olarak değerlendirmek amaçlanmaktadır. Ölçüme, 0. sn'de başlanmış 20 sn boyunca devam edilmiştir. Sıfır, 10 ve 20. sn'deki veriler istatistiksel değerlendirmeye alınmıştır.

5.2.3. İstatistiksel değerlendirme

Elde edilen veriler, ana model verileri referans alınması kaydı ile STL formatındaki şekillerin hacimlerindeki fark analiz edildi. Her grup içerisinde ana model olan kontrol modeli ve çalışma modelleri arasındaki farklılığın istatistiksel anlamlılığını belirlemek için Tek-yönlü ANOVA, ve grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar için Univariate ANOVA ve Tukey istatistik testleri yapıldı. Tüm istatistiksel analizlerde $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

6. BULGULAR

Her materyaldeki ortalama yüzde değişimi, tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) ile istatistiksel olarak incelenmistir. Bu yöntem, PE, PVSE ve PVS maddelerindeki değişimin birbirine eşit oldugu hipotezini (H_o) test etmektedir. Varyans analizinin geçerliliği, örnek sayısının normal dağılım gösterdiği ve grup varyanslarının eşit olduğu varsayımlarına dayanır. Bu çalışmada analiz sonuçlarından sonra çoklu karşılaştırma için Tukey HSD testine başvurulmuştur.

6.1. Ölçü Maddelerinin Hacimsel Doğruluğunun Değerlendirilmesi

Ana modelden, direkt ölçü yüzeyinden ve elde edilen alçı modelden taranan ölçümler tablo 6.1'de gösterilmektedir. µBT'den taranan kesitlerin bilgisayarda modellenmesi sonucu elde edilen verilerine göre hacim ölçümleri yapılmıştır. Ana model 18.42 mm^3 hacmi ile standart teşkil etmektedir. Ölçü yüzeyinden elde edilen ölçümlerde 3 elastomerik ölçünün de hacimsel olarak büzüldüğü gözlemlenmiştir. Maksimum değişim PE ölçü grubunda (19.47 ± 0.015 mm^3) ve minimum değişim de PVSE ölçü grubunda (18.63 ± 0.012 mm^3) kaydedilmiştir. Ölçülerden elde edilen alçı modellerde de hacmen küçülme gözlemlenmiştir. En fazla ölçü-alçı değişimi PE ölçü maddesinde (18,37 ± 0.016 mm^3) kaydedilirken, en az değişim PVSE ölçü maddesinde (18,06 ± 0.014 mm^3) görülmüştür. Ana model (18.42 mm^3) ile kıyaslandığında PE alçı grubu (18,37 ± 0.016 mm^3) en yakın hacimde bulunurken, PVSE alçı grubu (18,06 ± 0.014 mm^3) ise diğer ölçü maddelerine göre daha fazla hacim değişimi göstermiştir.

Buna göre boyutsal doğruluğun alçı model üzerinden değerlendirilmesinde PE -%0.27 ile en az büzülmeyi gösterirken, PVS -%1,41 ve PVSE -%1,96 büzülme oranı ile PE'i takip etmiştir.

Tablo 6.1. Ölçü maddelerinin ortalama boyutsal hacmi (Boyutsal doğruluk) (mm^3)

Materyal	Hacim (mm^3) ± Standart Sapma
Ana model	18,42
PVS ölçü	19,17 ± 0,011
PVS alçı model	18,16 ± 0,013
PE ölçü	19,47 ± 0,015
PE alçı model	18,37 ± 0,016
PVSE ölçü	18,63 ± 0,012
PVSE alçı model	18,06 ± 0,014

Ölçüler ile alçı modeller, ana model ile ölçüler ve ana model ile alçı modeller karşılaştırıldığında boyutsal doğruluk açısından tüm gruplarda istatiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p<0.05$) (Tablo 6.2)

Tablo 6.2. Gruplar arası ve grup içi boyutsal doğruluk karşılaştırılması (Tek yön ANOVA)

Varyasyon kaynakları		Kareler toplamı	Serb. Der.	Kareler ort.	F	P
Ölçü-alçı	Gruplar arası	0.0027	2	0.0014	194.530	0.0001
	Grup içi	0.0001	18	0.0000		
	Toplam	0.0029	20	0.0001		
Ana model-ölçü	Gruplar arası	0.0076	2	0.0038	697.010	0.0001
	Grup içi	0.0001	18	0.0000		
	Toplam	0.0077	20			
Ana model-alçı	Gruplar arası	0.0010	2	0.0005	170.700	0.0001
	Grup içi	0.0001	18	0.0000		
	Toplam	0.0011	20			

Grupların birbirleri arasındaki karşılaştırmaya bakıldığında, tüm gruplarda, tüm ölçüm değerleri arasında istatiksel olarak anlamlı farklılık olduğu gözlemlenmiştir. ($p<0.05$) (Tablo 6.3)

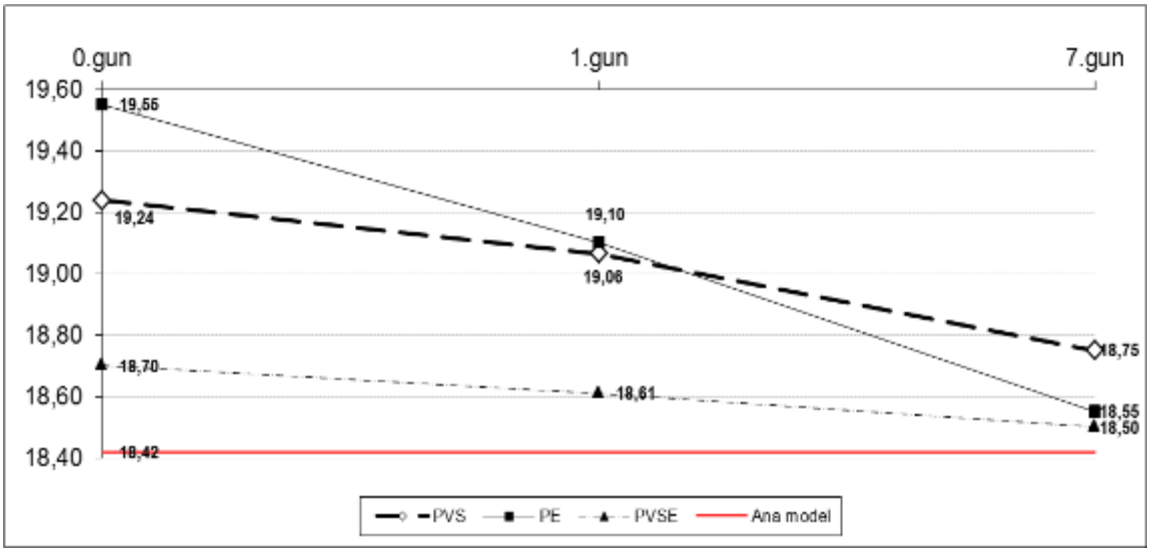
Tablo 6. 3. Ölçü-alçı, ana model-ölçü, ana model-alçı gruplarının çoklu karşılaştırmaları (Tukey HSD test)

Bağımlı değişken	Mat. (I)	Mat. (J)	Ort. fark (I-J)	P
Ölçü-alçı	PVSE	PVS	0.02187*	0.001
	PVSE	PE	-0.02600*	0.001
	PVS	PE	0.00413*	0.024
Ana model-ölçü	PVSE	PVS	-0.02966*	0.001
	PVSE	PE	-0.04593*	0.001
	PVS	PE	-0.01628*	0.001
Ana model-alçı	PVSE	PVS	-0.00599*	0.001
	PVSE	PE	-0.01703*	0.001
	PVS	PE	-0.01106*	0.001

***Ortalama farklar p=0.05 icin anlamlı çıkmıştır**

6.2. Ölçü Maddelerinin Hacimsel Stabilitesinin Değerlendirilmesi

Çalışmada yer alan üç ölçü maddesine ait PE grubu, PVSE grubu ve PVS grubu hacimsel yüzdelerinin ana modele göre zamana bağlı değişimlerinin ortalaması Tablo 6.4'de gösterilmiştir. 0 ve 1. gün arasında PVSE grubu (-%0.09) en az boyutsal değişikliğe uğrarken, PE grubu (-% 0.23) en yüksek boyutsal değişikliğe uğramaktadır. 7. Günde en az boyutsal stabilite kaybı yine PVSE grubundayken (-%0. 1), en fazla değişim yine PE (-%0.52) grubunda kaydedilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. PE, PVSE ve PVS ölçü maddelerinin 0., 1. ve 7. günlerdeki ortalama değişimi

Her üç ölçü materyali için hem 0 ile 1. gün arasında hem de 0 ile 7. gün arasındaki boyutsal değişim istatiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Tüm gruplarda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 6.5).

Tablo 6.4. Ölçü maddesinin zamana bağlı değişimi (yüzde)

Materyal	Gün	N	Ort.	Std. Sapma	Min değ	Maks değ
PVS	0-1	7	-0.009	0.002	-0.009	-0.008
PE	0-1	7	-0.023	0.002	-0.027	-0.020
PVSE	0-1	7	-0.004	0.001	-0.005	-0.003
PVS	0-7	7	-0.025	0.003	-0.030	-0.021
PE	0-7	7	-0.052	0.004	-0.058	-0.046
PVSE	0-7	7	-0.010	0.003	-0.024	-0.006
	Toplam	21				

Tablo 6.5. Boyutsal stabilite ANOVA Sonuçları

Varyasyon Kaynakları		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
1.gün	Gruplar arası	0.0013	2	0.0007	217.410	0.0001
	Grup içi	0.0001	18	0.0000		
	Toplam	0.0014	20			
7.gün	Gruplar arası	0.0060	2	0.0030	319.100	0.0001
	Grup içi	0.0002	18	0.0000		
	Toplam	0.0062	20			

Ölçü maddeleri kendi içlerinde karşılaştırıldığında zaman bağlı boyutsal hacim değişimi için bütün gruplarda istatiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır ($p<0.05$) (Tablo 6.6).

Tablo 6. 6. Boyutsal stabilite 1. gün ve 7. gün çoklu karşılaştırmalar (Tukey HSD test sonucları)

Bağımlı değisken	Mat. (I)	Mat. (J)	Ort. fark (I-J)	P
1. gün	PVSE	PVS	0.00447*	0.0001
Ölçümler	PVSE	PE	0.01865*	0.0001
	PVS	PE	0.01417*	0.0001
7. gün	PVSE	PVS	0.01492*	0.0001
Ölçümler	PVSE	PE	0.04105*	0.0001
	PVS	PE	0.2613*	0.0001
***Ortalama farklar p=0.05 icin anlamlı çıkmıştır**				

6.3 Polimerizasyon Sonrasında Islanabilirlik İncelemelerinde Temas Açısı

PE, PVSE ve PVS ölçü materyallerinin zamana bağlı olarak gösterdikleri ortalama temas açısı değerleri ve standart sapmaları Tablo 6.7'de gösterilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca PE ve PVSE ölçü maddesi zamana bağlı azalan bir temas açısı değişimi gösterse de PVS, diğer hidrofilik ölçü maddelerine göre daha sabit temas açısı değerleri gözlenmektedir. PVSE ölçü maddesi, PVS kadar düşük olmayan ancak PE kadar da yüksek olmayan değerlere sahiptir (Tablo 6.7).

Zamana bağlı temas açıları incelendiğinde, tüm gruplarda 0 ile 10. sn'ler arasında ve 10 ile 20.sn'ler arasında düşüşler gözlenmiştir. Ancak 0. sn'den sonra gözlenen düşüş çok daha keskindir. PE ölçü maddesin temas açısı 0. sn'de 94.846° ± 0.749° iken 10. sn'de 68.867° ± 7.518°'e, 20. sn'de ise 50.589° ± 0.571°'e düşmüştür. PVSE ölçü maddesinin temas açısı PE ölçü maddesine benzer bir şekilde 0. sn'de 89.856° ± 4.546°

iken 10. sn'de 78.781° ± 3.294°'e, 20. sn'de ise 75.412° ± 3.787°'e düşmüştür. PVS ölçü maddesi ise 20 sn içinde daha yüksek ve durağan bir temas açısına sahiptir. PVS ölçü maddesinin temas açısı 0. sn'de 100.704° ± 0.548° iken 10. sn'de 97.848° ± 0.370°'e, 20. sn'de ise 96.352° ± 0.317°'e düşmüştür. Buna göre 20. sn'de en yüksek temas açısı PVS ölçü maddesinde görülürken, en düşük temas açısı PE ölçü maddesinde gözlemlenmiştir (Tablo 6.7).

Tablo 6.7. Polimerizasyon sonrasında ortalama temas açısı değerleri ve standart sapmaları (derece)

		N	Ortalama	Std. Deviasyon	Std. Hata
0. saniye	PVS	5	100.704	0.548	0.316
	PE	5	94.846	0.749	0.529
	PVSE	5	89.856	4.546	2.625
10. saniye	PVS	5	97.848	0.370	0.213
	PE	5	68.867	7.518	5.316
	PVSE	5	78.781	3.294	1.902
20. saniye	PVS	5	96.352	0.317	0.183
	PE	5	50.895	0.571	0.403
	PVSE	5	75.412	3.787	2.186
Ortalama	PVS	5	98.430	0.326	0.188
	PE	5	67.279	9.721	6.874
	PVSE	5	80.106	3.802	2.195

Ölçü maddesi tipi ve temas açısının etkisi, iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. Kullanılan ölçü maddesinin ve zamanın ıslanabilirlik üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 6.8).

Üç ölçü grubu birlikte düşünüldüğünde (grup ayrımı yapmaksızın yorum yapıldığında) zamanlar arasında fark istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir ($p<0.05$). Zaman ayrımı yapılmaksızın yorum yapıldığında gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir ($p<0.05$). Üç grup da birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı

düzeyde farklıdır (Tukey HSD testi, p<0,05). Gruplardaki temas açısı değerlerinin zaman içindeki değişimi birbirlerinden farklıdır (p<0.05).

Tablo 6.8. Polimerizasyon sonrasında temas açısı ölçümlerinden elde edilen değerlere ait ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynakları		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
0.sn	Gruplar arası	176.823	2	88.411	10.404	0.017
	Grup içi	42.491	5	8.498		
	Toplam	219.313	7			
10.sn	Gruplar arası	1112.672	2	556.336	35.436	0.001
	Grup içi	78.499	5	15.700		
	Toplam	1191.171	7			
20.sn	Gruplar arası	2493.845	2	1246.923	213.441	0.000
	Grup içi	29.210	5	5.842		
	Toplam	2523.056	7			
Ortalama	Gruplar arası	1228.895	2	614.448	24.853	0.003
	Grup içi	123.617	5	24.723		
	Toplam	1352.512	7			

***Ortalama farklar p=0.05 icin anlamlı çıkmıştır**

Zamana bağlı olarak her ölçü materyalinin birbiri ile karşılaştırılmasında PVS ile PE arasında 0. saniyede istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05) .Ancak diğer zaman dilimlerinde ikili karşılaştırmalarda tüm gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir (p<0,05) (Tablo 6.9).

PE ile PVSE arasında sadece 20. saniyede istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 6.9). Diğer zaman dilimlerinde ikili karşılaştırmalarda tüm gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir ($p>0,05$) (Tablo 6.9).

Tablo 6.9. Polimerizasyon sonrasında temas açısı ölçümlerinden elde edilen değerlere ait Tukey HSD tablosu

Bagimli degisken	Materyal (I)	Materyal (J)	Ortalama fark (I-J)	P
0.sn				
	PVSE	PVS	-10.849*	0,014
	PVSE	PE	-4,99	0,24
	PVS	PE	5,858	0,164
10.sn				
	PVSE	PVS	-19.068*	0,005
	PVSE	PE	9,914	0,088
	PVS	PE	28.981*	0,001
20.sn				
	PVSE	PVS	-20.940*	0
	PVSE	PE	24.517*	0
	PVS	PE	45.457*	0
Ortalama				
	PVSE	PVS	-18.323*	0,014
	PVSE	PE	12,827	0,08
	PVS	PE	31.151*	0,002

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ölçü maddesinin boyutsal doğruluğu, ölçünün detayları iyi kaydetmesi sebebiyle final protezinin doğru bir şekilde üretilmesini sağlar (2,6,7,19,51). Elastomerik ölçü maddeleri, rijit ölçü maddelerine göre daha iyi detay kaydebilme özelliğine sahiptir (8,14,19,30). Elastomerik ölçü maddeleri arasında boyutsal doğruluk açısından PE ölçü maddesinin PVS ye yakın değer vermekle beraber daha net ölçü detayı kaydettiği bildirilmiştir (2,10,13,21). Yeni geliştirilen PVSE ölçü maddesinin, PE ve PVS'a yakın doğruluk gösterdiği belirtilmiştir (22,70). Çalışmamızda bu üç tip ölçü maddesinin boyutsal doğrulukları ve stabiliteleri arasındaki farkın araştırılması amaçlanmıştır.

Boyutsal stabilite ölçü maddesinin modele transfer edilmeden önce geçen süredeki doğruluğudur (1). Araştırmacılar, alçı dökülmeden önce geçen sürenin elastomerik materyallerin doğruluğunda önemli bir özellik olduğunu belirtmişlerdir (14,19,55). Polivilsiloksanların ilk günden itibaren polieter ölçü maddelerine göre daha iyi bir boyutsal stabilite gösterdiği belirtilmiştir (14,58,62,74). PVSE ile ilgili çok çalışma olmasa da Enkling ve ark (22), PVSE'in boyutsal stabilite konusunda iyi bir alternatif olacağını bildirmişlerdir. Çalışmamızda çok fazla araştırması yapılmayan, ölçü meteryallerinde yeni bir alternatif olarak piyasaya sunulan PVSE ölçü materyali ile PE ve PVS ölçü materyallerinin 1 gün ve 1 haftalık bekleme sürelerindeki boyutsal stabilite farkını araştırmayı amaçlanmıştır.

Ölçü maddelerinin boyutsal değişiklikleriyle ilgili pek çok çalışma olmasına rağmen deneysel yöntemlerin farklılığı nedeniyle karşılaştırma yapmak ve analiz etmek oldukça güç olmaktadır (10,13,16,21,43). Çalışmaların büyük çoğunluğunda linear boyutsal değişikliklere bakılmıştır. (13,39,44). Çok az sayıda çalışma hacimsel boyut değişikliklerini incelemiştir (45,72). Bazı araştırmacılar boyutsal değişiklikleri ölçmek

için linear ölçümler kullanırken bazı araştırıcılar da fotometrik veya topografik yöntemleri tercih etmişlerdir (16,60,72).

Boyutsal stabilite ve doğruluk ölçümleri için topometrik ve fotogrametik ölçümlerin yapılması gereklidir (36,60). Ölçümler hem ölçü yüzeyinden direkt olarak hem de ölçüden elde edilen alçı modelden yapılabilir (26,30). Ölçüden yapılan ölçümler bilimsel olarak daha doğru olsa da alçıyla yapılan ölçümlerin klinik kullanıma daha yakın olması önemlidir (39). Buna göre araştırmacı, boyutsal değişiklikleri boyutlara (doğruluk, stabilite veya ikisini de değerlendirme) ve deney maddesine göre (sadece ölçü maddesi veya alçıyla beraber) yapmaya karar verir (42). Araştırmamızda, hem ölçüden hem de alçı modelden ölçümler yaparak ana modelle ölçü arasındaki, ölçü ile de alçı arasındaki boyutsal doğruluk ve stabilite farkını bularak ölçüden modele aktarım arasındaki değişikliğin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda model olarak alçı bazlı madde kullanımını tercih ettik. Çalışmalarda diğer tercih edilen model materyali ise epoksi rezinlerdir. PVS ölçü maddeleri epoksi rezinler ile saatler sonra bile döküldüğünde kabarcık oluşması nedeniyle model materyali olarak alçı bazlı materyal seçmemizi gerektirmiştir. Ayrıca alçı bazlı model materyalinin diğer tercih edilme sebepleri, pratik uygulamalarda boyutsal doğruluk ve stabilite, kullanım kolaylığı ve düşük maliyet avantajları ile yaygın kullanımının olmasıdır (14,53).

Boyutsal doğruluk ve stabilite çalışmalarında genel olarak kullanılan ölçüm metotu ölçme mikroskopudur (52,57,70). Bir diğer ölçüm metodu da optik tarayıcıdır (6,46,59). Hassas bir yöntem olan üç boyutlu konumlandırma düzlemi ise topogrofik bir yöntemdir (2). Non invaziv bir yöntem olan Mikrotomografi boyutsal ölçümlerde kullanılabilecek bir ölçüm cihazıdır (70). Fotogramatik bir ölçüm yöntemi olmasına rağmen kör nokta olmaması, invaziv olmadığı için tekrarlanabilir olması ve herhangi bir ekstra işlem yapmadan linear ölçüm yerine 3 boyutlu hacimsel ölçüm yapabilmesi en büyük avantajlarıdır (39,69,70). Çalışmamızda hacimsel ölçüm yaparak boyutsal doğruluğu ve

stabiliteyi değerlendirmeyi amaçlanmıştır. Üç boyutlu modellemeyi sağlayabilmek için µBT cihazı kullanılmış ve dijital modellerde çalışma imkânı elde edilmiştir.

Kamegawa ve ark, elastomerik ölçülerin boyutsal doğruluğunu ölçmek için µBT chazı kullanmışlardır. Bu çalışmanın limitleri dâhilinde µBT cihazı silikon ölçülerin üç boyutlu modellemesinde yeterli bulunmuştur (40). Çalışmamızda kesin belirlemeler yapabilmek için ölçülerden ve elde edilen alçı modellerinden ayrı ayrı ölçümler yapılarak, bunlarında kendi aralarında hacimsel doğruluk açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Tüm elastomerik ölçü materyal tipleri, polimerizasyon büzülmesi ve artık madde ortaya çıkması sonucu hacimce azalır. Sertleşme sonrasında polieter materyali için %-0.2 ve polivinil siloksan materyalinde olmak üzere %-0.15 boyutsal değişiklik klinik olarak kabul edilebilir değerler olarak belirtilmiştir (17,19,61,62,66,71,74).

Çalışmamızda kullanılan üç elastomerik ölçü maddesi deney koşullarında, birbirlerine yakın değerlerde çok iyi boyutsal doğruluk göstermişlerdir. PE ölçü maddesi (19,47 ± 0,015 mm^3) polimerizasyon sonrası en yüksek hacimsel değişimi gösterse de alçı dökümünden sonra da en fazla büzülmeye uğrayarak ana modele (18,42 mm^3) en yakın sonuçları (18,37 ± 0,016 mm^3) vermiştir. PE ölçü maddesi kadar olmasa da PVS ölçü maddesi (19,17 ± 0,011 mm^3) de, PVSE ölçü maddesine (18,63 ± 0,012 mm^3) göre daha fazla değişime uğramakadır. Aynı şekilde PVS grubu(18,16 ± 0,013 mm^3), PVSE grubuna (18,06 ± 0,014 mm^3) göre alçı dökülmesi sonrası oluşan büzülmeye bağlı olarak ana modele daha yakın boyutlara ulaşmaktadır.

Buna göre boyutsal doğruluğun alçı model üzerinden değerlendirilmesinde PE -%0.27 ile en az büzülmeyi gösterirken, PVS -%1,41 ve PVSE -%1,96 büzülme oranı ile PE'i takip etmiştir. Diğer çalışmalar ile kıyaslandığında bütün değerler elde edilen linear boyutsal doğruluk değerlerinden fazla çıkmıştır. Fakat hacimsel boyutsal doğruluk ile linear boyutsal doğruluğu birbiri ile kıyaslayan herhangi bir çalışma henüz mevcut

değildir. PVSE ölçü maddesi ile herhangi bir çalışma henüz yapılmamıştır. PVSE ölçü maddesi ile PE ve PVS ölçü maddeleri arasında boyutsal doğruluk açısından birbirine yakın sonuçlar elde ettiğimiz için PVSE ölçü maddesi de klinik olarak uygun hacimsel boyutsal doğruluğu sağladığı iddia edilebilir.

Çalışmamızda elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal doğruluğunu ve stabilitesini değerlendirirken nem, sıcaklık, teknik, dezenfeksiyon ve alçı tipi gibi diğer etkenleri göz önüne almadan ölçümler yapılmıştır. Boyutsal ve doğruluk ölçü maddesi için temel özellikler olduğu için, etkin olabilecek diğer faktörler sabit tutulmuştur. Literatürde, bu faktörlerle ilgili birçok çalışma yer almaktadır (5,6,10,13).

Piwowarczyk ve arkadaşları (55), 8 farklı elastomerik ölçü maddesinin boyutsal doğruluğuna baktıkları çalışmalarında, bizim çalışmamıza paralel sonuçlar elde edilmiştir. 6 farklı marka PVS ve 2 farklı marka PE ölçü maddesinin, ortamdaki diğer şartlar göz önüne alınmadan incelenen boyutsal doğruluğunda, ölçü alımından 15-60 dk ve 90 dk sonrasında yaptıkları ölçümlerde farklı sonuçlara ulaşmışlardır. Ölçülerden elde edilen alçı modellerde 4 farklı mesafeden aldıkları mikroskop ölçümlerinde bazı aralıklarda genleşme görülürken bazı aralıklarda ise büzülme gözlemlenmiştir. Sonuçta 8 ölçü maddesi de ölçümlerin ortalamasında boyutsal olarak klinik doğruluğu sağladığını belirtmişlerdir. İnceledikleri ölçü maddelerinin boyutsal doğruluğunun, baktıkları iki farklı zaman dilimine bağlı olarak herhangi bir fark göstermediğini belirtmişlerdir. Boyutsal doğruluk linear olarak değerlendirilse de çalışmadaki bütün elastomerik ölçü maddeleri ADA spesifikasyon No:19'a uygun bulunmuştur (1). Çalışmamızda 60 dk sonra dökülen ölçülerde hacimsel olarak daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu fark ölçü tekniğinden ziyade linear ölçüm yerine hacimsel ölçüm yapmamızdan kaynaklanıyor olabilir.

Stober ve arkadaşları (70) PVS, PE ve PVSE ölçü materyallerinin boyutsal doğruluğuna baktığı çalışmasında bizim çalışmamızla paralel sonuçlar bulmuştur. Mikroskop ile gerçekleştirdikleri alçı ölçümlerinde, her 3 ölçü maddesi ile elde edilen

alçı modellerde ana modele göre büzülme görmüşlerdir. 3 ölçü maddesinin de boyutsal doğruluğu klinik olarak kabul edilebilir değerlerde çıkmıştır. Çalışmamızda paralel olarak 3 ölçü maddesinin de hem polimerizasyon sonrası ölçülerden elde edilen sonuçlara göre büzüldüğü hem de alçı dökümünden sonra elde edilen alçı modellerdeki ölçümlere göre büzüldüğü bulunmuştur.

Enkling ve arkadaşları (22) in-vivo olarak yaptıkları çalışmada 30 hastada PVSE, PE ve PVS ölçü maddelerini objektif olarak değerlendirmişlerdir. Boyutsal doğruluk açısından, aldıkları implant üstü protez ölçülerinin uyumunu hekim ve teknisyene değerlendirtmişlerdir. İnterokluzal uyumları, iyi (uyumlamaya gerek yok), orta (50 mm'den az aşındırma) ve kötü (50 mm'den fazla aşındırma) olarak değerlendirilmiştir. PVSE ölçü maddesinin, PE ölçü maddesine göre boyutsal olarak daha doğru olduğunu belirtmişlerdir. Objektif değerlendirmelere göre her üç ölçü maddesinin de klinik olarak iyi boyutsal stabiliteye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda çok daha hassas verilerle paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Shah ve ark (66) PE ve PVS ölçü maddelerini kıyasladıkları çalışmalarında PE grubunun istatiksel olarak anlamlı olacak şekilde boyutsal olarak daha doğru olduklarını bulmuşlardır. Fakat bu fark linear olarak 0.025 mm'den daha az olduğu için klinik olarak iki ölçü materyalinin mükemmel doğrulukta olduklarını belirtmişlerdir. Çalışmamızda hacimsel boyutsal doğruluğa bakmamıza rağmen farklar, istatiksel olarak anlamlı olsa bile klinik olarak çok düşüktür. Ana model ile PE alçı model arasında 0.07 ± 0.016 mm^3, ana model ile PVS alçı model arasında 0.26 ± 0.013 mm^3 ve ana model ile PVSE alçı mode arasında ise $0,36\pm0.014$ mm^3 hacimsel fark vardır. Klinik olarak hepsi mükemmel boyutsal doğruluk göstermektedir.

Boyutsal doğruluğun ikinci kısmı zamana karşı boyutsal doğruluktur ve boyutsal stabilite olarak adlandırılır (19).

Bir çok araştırmacı ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesini 24 saat, 1 hafta, iki hafta ve 30 günlük periyotlarda değerlendirmişlerdir (14,47,53,55). Çalışmamızda boyutsal stabilite için 24. saat ve 1. haftada ölçümler yapılmıştır.. Özellikle PVS materyalinin uzun süreli stabilitesini koruması ve PE'in ilk günden itibaren boyutsal distorsiyona uğraması nedeniyle PVSE için de PVS benzeri zamana bağlı değişim değerlendirmesi için 7 günlük sürenin yeterli olduğunu görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda PE ölçü maddeleri 1 ve 7. günlerde en yüksek boyutsal değişikliği gösterirken, PVS ölçü maddeleri en düşük boyutsal değişikliği göstermişlerdir (14,44,74).

Çalışmamızda 1 ve 7 günde üç ölçü maddesinin boyutsal değişikliği değerlendirilmiştir. En iyi boyutsal stabilite hem 1. hem de 7. günde PVSE (-%0.4 ve -%1) ölçü maddesinde gözlemlenmiştir. PVSE ve PVS (-%0.4 ve -%0.9) ölçü materyalleri arasındaki 1. gündeki boyutsal değişim farkı çok azdır. PE ölçü maddesi hem 1. günde hem de 7. günde (-%2.5 ve -%5.2) diğer iki ölçü maddesine göre daha fazla boyutsal değişime uğramaktadır.

Thongthammachat ve ark (71) PVS ölçü maddesinin 720 saate kadar boyutsal stabilitesini koruduğunu, PE ölçü maddesinin ise 1. gün dökülmesi gerektiğini, PVS ölçülerin ise 30 güne kadar dayanabileceklerini belirtmişlerdir. PE materyalinin zamana bağlı olarak bozulduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda paralel olarak PE ölçü materyalinin 1. günden sonra %0.23 hacim kaybı nedeniyle dökülmememisi gerektiğini bulunmuştur.

Endo ve ark (21) PE ölçü maddesinin ilk saat içinde döküldüklerinde maksimum doğruluğu verdiğini belirtmiştir ki çalışmamız da PE ölçü grubu en yüksek boyutsal doğruluğu ilk saatte vermiştir. PE ölçü maddesi hidrofilik yapısı nedeniyle ortamdaki nemden etkileneceği ve su emeceği için zamanla genleştiği ve buna bağlı olarak elde edilecek modellerin de daha küçük hacimde olacağı belirtilmiştir. Çalışmamızda 7.

günde PE ölçü maddesi, PVS ve PVSE ölçü maddelerine göre kabul edilemeyecek boyutta hacimsel boyutsal distorsiyona uğramıştır.

Rodrigez ve ark'nın (61) 7 PVS ve 1 PE ölçü maddelerinin 12 haftaya kadar olan boyutsal stabilitelerine baktıkları çalışmalarında, hepsinin zamana bağlı olarak büzüldüğünü fakat klinik olarak kabul edilebilir değerlerde kaldıklarını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızdakine paralel olarak PE ölçü maddesi, PVS ölçü maddelerine göre daha fazla boyutsal olarak değişime uğramaktadır.

Bu sonuçlar doğrultusunda araştırmamızın 1. hipotezi kısmen desteklenmektedir. PVSE ölçü maddesi boyutsal doğruluk açısından değerlendirildiğinde PE ve PVS ölçü maddelerinden daha iyi değildir. Zamana bağlı boyutsal değişikliğe bakıldığında ise PVSE ölçü maddesi PE ve PVS ölçü maddelerinden üstündür. PE ölçü maddesinin boyutsal stabilitesinin diğerlerine göre kötü olmasının sebebi hidrofilik yapısı nedeniyle atmosferden su emmesidir. Ölçü alımı ile laborotuara gitme sürecinde kapalı bir kapta saklansa bile sürenin 1 günden fazla olduğu durumlarda ölçünün distorsiyonu fazla olacaktır.

Boyutsal doğruluk ve stabilite değerlendirmesinde µBT cihazı teknik hassasiyetine rağmen uygun bir cihazdır. µBt cihazı, ölçü maddelerinin, alçıya dökülmeden incelenebilmesine izin vermesi ölçü-alçı arasındaki ilişkiye ışık tutmaktadır.

Çalışmamızda, boyutsal doğruluk ve stabilite incelenmesinde, ölçü maddelerinin polimer yapısı nedeniyle aldığımız kesit aralığı 21µ'un altına indirilemiştir. 21µ'un altında aldığımız görüntülerde boşluklu sarmal yapılar nedeniyle kompleks bir görüntü elde edilmiştir. Fakat hacimsel ölçüm yapabilme ayrıcalığı kesit aralığından kaynaklanabilecek hassasiyetleri yok etmiştir. Linear ölçümlerde araştırıcılar, modelin dikey ve yatay komponentlerinden aldıkları ölçümlerde tutarlı sonuçlar elde etmemişlerdir. İncelenen materyallerin yatay veya dikey komponentleri orantılı bir şekilde değişim göstermemiştir (55,70,71). Hacimsel ölçüm yapan µBT cihazı kliniğe

daha uygun sonuçlar almamıza yardımcı olmuştur. Çalışmamızda linear ölçümlere göre daha yüksek yüzdelerde değişim bulmamızın sebebi materyalleri 3 boyutlu incelememizdir.

Ölçü maddelerinin temas açısının ve ıslatılabilirliği değerlendirilmesi ağızdaki ve alçı dökümü esnasındaki sıvılarla ilişkinin değerlendirilmesi açısından çok önemlidir. Bir materyal hidrofobik olması ölçü alımında ve alçı dökümünde daha az detaya sahip olmamıza neden olur. Üreticiler ölçü maddesinin hidrofilik olmasının nemli yüzeyleri iyi ıslatabilmesine ve iyi yüzey detayı oluşturmasına izin verdiğini belirtmektedir. Ayrıca alçı tarafından daha kolay ıslatıldığı için alçı modele daha iyi detay aktardığı belirtilmektedir (53,56,65).

Polivinilsiloksan ölçü maddeleri hidrofobiktir. Bu özellik siloksan bağlarının etrafındaki hidrofobik alifatik hidrokarbon gruplarından kaynaklanmaktadır. Bu özellik düşük yüzey enerjisine ve dolayısıyla düşük ıslatabilirlik değerlerine neden olmaktadır (54). Bazı üreticiler, polimerize olmuş materyalin yüzey enerjisini arttırdığı bildirilen sürfaktan moleküllerini formüllerine ekleyerek, PVS ölçü maddelerinin ıslanabilirliğini arttırmayı amaçlamıştır (51). Geleneksel hidrofobik PVS ölçü maddelerine kıyasla, sürfaktan içeren PVS ölçü maddelerinin polimerizasyon sonrasında daha üstün ıslanabilirlik özellikleri gösterdiği bilinmektedir (56). Sürfaktan içeren PVS ölçü maddelerinin polimerizasyon sırasında da iyi ıslanabilirlik özellikleri göstermektedir (62). Polieterler ise kimyasal formüllerinde bulunan fonksiyonel gruplarının [karbonil (C=O) ve eter(C-O-C)] su moleküllerini çekerek etkileşime girmesi sonucu, yapısal olarak hidrofilik karakter gösterirler (53).

Yapılan çalışmalarda polieter ölçü maddeleri, sürfaktan ilaveli birçok PVS ölçü maddelerine göre daha iyi ıslanabilirlik göstermiştir (14,20,56). Ancak son yıllarda tanıtılan bazı yeni tip PVS ölçü maddelerinin polieter ölçü maddesi ile benzer, hatta daha düşük temas açısı değerleri gösterdiği bildirilmektedir (62). Ölçü maddelerinin hidrofilisitesi, hem klinik hem de laboratuvar aşamalarında önem kazanmaktadır. Ölçü

maddesinin polimerizasyon boyunca sergilediği ıslanabilirlik özelliği detay kopyalaması ile ilişkilendirilebilmektedir (46,51,54). Çalışmamızda değerlendirilien PE, PVS ve PVSE ölçü maddelerinin temas açısı ölçümleri yapılarak, polimerizasyon sonrasında sergiledikleri ıslanabilirlik davranışları incelenmiştir. Bu amaçla sessile drop yöntemi kullanılmıştır. Tekniğin en önemli avantajı, kullanılan ölçüm cihazının kolay ulaşılabilir olması ve verilerin son derece doğru ve tekrar edilebilir olmasıdır (23).

Islanabilirlik ölçümü farklı parametrelerden etkilenmektedir (7). Bu parametrelerin en önemlilerinden biri, kullanılan test sıvısıdır. Polimerize elastomerik ölçü maddelerinin ıslanabilirliği incelendiğinde, farklı test sıvılarının kullanıldığı görülmektedir. Sıklıkla tercih edilen test sıvıları, kalsiyum sülfat hemihidratın sudaki doygun çözeltisi (54,57) ve distile sudur (23). Solüsyon tarzında hazırlanan test sıvılarında konsantrasyon farklılıkları oluşabilmekte ve bu farklılıklar ölçüm sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda polimerize olmuş materyalin ıslanabilirlik ölçümlerinde de test sıvısı olarak distile su kullanılmıştır.

Çalışmamızda 3 farklı elastomerik ölçü maddesinin temas açısı ölçümlerini değerlendirdik. Hidrofobik özelliği ile bilinen PVS ölçü maddesinin oluşturduğu temas açısı en yüksek (98,430°±0.548) iken PE ölçü maddesinin temas açısı en düşük çıkmıştır (67.279°±9.721). PVSE ölçü maddesinin hidrofilik özelliği iki ölçü maddesinin arasındadır. 90°'nin altındaki temas açısı değerleri hidrofilik özellik sayıldığı için (51) PE ve PVSE ölçü materyalleri hidrofilik özelliğe sahipken PVS hidrofobiktir.

Kanehira ve arkadaşları (38) polimerize olmuş PVS, PE ve PVSE ölçü maddelerinin temas açılarını değerlendirdikleri çalışmalarında en fazla düşüşün ilk 5 sn gerçekleştiğini ve daha sonra stabil bir temas açısı elde edildiğini göstermişlerdir. PVS ölçü maddesi 10. ve 20. sn'de temas açısında azalma olurken, PVSE ölçü maddesi 10. sn'den itibaren stabil, PE ölçü maddesi ise 3. sn'den itibaren stabil hale geçmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde PVS ölçü maddesinin temas açısı başlangıçta 110° iken, 5. sn'de 80°'e, 30. sn'de ise 60°'e düşmüştür. PE ölçü maddesinin temas açısı başlangıçta 75° iken, 5. sn'de

58°'e, 30. sn'de ise 55°'e düşmüştür. PVSE ölçü maddesinin temas açısı ise başlangıçta 100° iken, 5. sn'de 90'e, 30. sn'de ise 45°'e düşmüştür. Çalışmamızda, PVS ölçü maddesinin temas açısı başlangıçta 101° iken 10. sn'de 98°'e, 20. sn'de ise 96°'e düşerken; PE ölçü maddesinin temas açısı başlangıçta 95° iken 10. sn'de 69°'e, 20. sn'de ise 51°'e, PVSE ölçü maddesinin temas açısı ise başlangıçta 90° iken 10. sn'de 79°'e, 20. sn'de ise 75°'e düşmüştür. Sonuçlar paralel olsa da dereceler arasındaki fark kullanılan ölçü materyallerinin farklı markalar olması sebebiyle olabilir.

Chai ve Yeung (7) yaptıkları pilot çalışmada farklı PVS ve PE ölçü maddelerinin temas açısını incelemişlerdir. 30 sn zaman aralığında temas açısı büyüklüğünün termodinamik dengeye çok yakın olduğunu ve bu zaman diliminde alçı karışımın halen müdahale edilebilir kıvamda olduğunu bildirmektedir. Çalışmamıza paralel olarak PE ölçü maddelerinin PVS ölçü maddesine göre daha iyi hidrofilisite gösterdiğini bulmuşlardır.

Her üç materyalde de 0, 10 ve 20. sn'de elde edilen temas açısı değerleri zaman bağlı olarak düşmektedir. PVS materyali temas boyunca hidrofobikken, PE materyali başlangıçta hidrofobik, sonrasında ise dramatik bir düşüşle hidrofilik duruma geçer. PVSE materyali temas süresince hidrofiliktir.

Pratten ve Craig (56) ölçü maddelerinin temas açısı ölçülerek, modelin yüzey kalitesi hakkında fikir sahibi olunabileceğini söylemektedir. Birçok araştırmada alçı modelin yüzey kalitesinin, temel olarak ölçü materyalinin ıslanabilirliğine bağlı olduğunu bildirilmiş ve düşük temas açısına sahip ölçü maddeleri ile daha az hava kabarcığı gözlenen, başarılı modellerin oluşturulduğunu belirtilmiştir (19,50,56). PE ve hidrofilik PVS ölçü maddeleri ile hazırlanan alçı örneklerin benzer yüzey kalitesi gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda kaliteli bir alçı yüzey oluşturulmasında ölçü maddelerinin ıslanabilirlik özellikleri ön plana çıkmaktadır.

Bu bölümdeki sonuçlar 2. Hipotezimizi desteklemektedir. PVSE ölçü maddesinin temas açısı PVS ve PE ölçü maddelerinden daha düşüktür. 5. sn sonunda PE ölçü maddesinin temas açısı PVSE ölçü maddesinden küçük olsa da önemli olan her iki materya için de hidrofilik özellik sergiliyebiliyor diyebilmemizdir. PVS ölçü maddesi bütün ölçüm zamanlarında hidrofobik özellik sergilemiştir.

PVSE ve PE ölçü maddelerinin 90°'den küçük temas açılarına sahip olmaları nedeniyle hidrofilik, PVS ölçü maddesi de 90°'den büyük temas açısına sahip olması nedeniyle hidrofobik olarak adlandırılmaktadır. 0° temas açısı mutlak ıslanma olarak adlandırılır ve damla yüzeyde bir film tabakası oluşturur (38). Çalışmamızdaki PE ve PVSE ölçü grubu bu özellikleri sayesinde alçı ile dökümleri sonrasında daha net bir ölçü yüzeyi ve daha az hava kabarcığı oluşturma becerisine yani daha iyi dökülebilirliğe sahiptir. Polimerizasyon sırasındaki nemli ortamlara sızma becerisi ise çalışmamızda değerlendirilmemiştir.

Tezimizin birinci hipotezi; PVSE ölçü maddesinin boyutsal doğruluk ve boyutsal stabilite açısından PE ve PVS ölçü maddeleri daha iyi olduğudur. Çalışmamızda PVSE ölçü maddesi sadece ölçü olarak değerlendirildiğinde PE ve PVS ölçü maddelerinden boyutsal olarak daha doğru çıkmıştır. Fakat klinikte sadece ölçü maddesine bağlı bir değerlendirme yapmamız mümkün değildir. Asıl olan protezin yapılacağı alçı modelin ana modele yakın doğrulukta olmasıdır. Bu bağlamda PE ve PVS ölçü maddeleri PVSE ölçü maddesine göre boyutsal doğruluk açısından daha doğrudur.

Boyutsal stabilite açısından değerlendirildiğinde PVSE ölçü maddesi, PE ve PVS ölçü maddesine göre hem 1. günde hem de 7. günde boyutsal olarak daha stabildir.

Bu sonuçlara göre birinci hipotez boyutsal doğruluk açısından kanıtlanamış olsa da boyutsal stabilite açısından doğru olarak kanıtlanmıştır.

İkinci hipotezimiz PVSE ölçü maddesi ıslanabilirlik ve temas açısı boyutundan PE ve PVS ölçü maddeleri daha iyi olduğudur. PVSE ölçü maddesi PVS ölçü maddesinden ıslanabilirlik açısından daha iyi iken PE ölçü maddesi ile aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çalışmamızın limitasyonu aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Hacimsel boyutsal stabilite ile doğrusal boyutsal stabilite arasındaki doğruluk oranı tam olarak bilinmemektedir.
2. Hacimsel boyutsal stabilitenin bir haftadan sonra ne kadar değişeceğine bakılmamıştır.
3. Islanabilirlik ve temas açısı sadece polimerize olmuş ölçü maddelerinde değerlendirilmiştir. Polimerizasyon sırasındaki temas açısı değerleri bilinmemektedir.

Çalışmamızın limitasyonları doğrultusunda elde ettiğimiz sonuçları şu şekilde özetlemek mümkündür:

- µBT cihazı boyutsal doğruluk ve stabilite testlerinde başarı ile kullanılabilir. Klinik olarak çok farkı olmasa da bilimsel ölçümler açısından ölçü yüzeyinden ve üç boyutlu ölçüm yapabilmesi avantajdır.
- Çalışmamızda kullanılan elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal doğruluğuna bakıldığında ana model ile ölçü maddelerinin her grubunda istatiksel anlamlı fark bulunmuştur. PE ölçü maddesi en fazla boyutsal değişikliğe sahip olmasına rağmen, alçı model oluşturulurken bu farkı kompanse ettiği ve ana modele en yakın doğruluğa sahip olduğu gösterilmiştir.
- Çalışmamızda kullanılan 3 ölçü maddesi hem ölçü alımında hem de alçı model elde edildiğinde büzülen bir reaksiyon göstermektedir.
- Alçı modeller, ana modelden hacmen daha küçük boyuttadır.
- Her üç ölçü maddesi de boyutsal doğruluk açısından klinik olarak kabul edilebilir değerdedir.

- Ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesine bakıldığında istatiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. PVSE, PE ve PVSE ölçü maddesine göre hem 1. günde hem de 1. haftada daha az boyutsal değişiklik gösterir. PE ölçü maddesi zamana bağlı boyutsal değişiklikte daha fazla büzüldüğü görülmüştür.
- PVSE ve PVS ölçü maddeleri 1 hafta sonra bile güvenle dökülebileceği bulunmuştur. PE ise 1. günde dökülmelidir.
- PE ve PVSE ölçü maddeleri, PVS ölçü maddesine göre daha iyi ıslanabilirlik ve temas açısı değerlerine sahip olduğu bulunmuştur.
- PE ve PVSE ölçü maddesi hidrofilik iken PVS hidrofobiktir.

8. KAYNAKLAR

1. ADA Professional Product Review (2007) 1 Elastomeric Impression Materials: Laboratory Testing Methods Volume 2: Issue 3
2. Aguilar ML, Elias A, Vizcarrondo CE, Psoter WJ. (2010). Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. *J Prosthet Dent,* 103(4):202-9.
3. Balkenhol M, Eichhorn M, Wostmann B. (2009). Contact angles of contemporary type 3 impression materials. *Int J Prosthodont,* 22(4):396-8.
4. Brunke O, Suppes A. (2010) Precise 3D Dimensional Metrology Using High Resolution X-Ray Computed Tomography (µCT). GE Sensing & Inspection Technologies, phoenix|x-ray, Wunstorf,
5. Butta R, Tredwin CJ, Nesbit M, Moles DR (2005). Type IV gypsum compatibility with five addition-reaction silicone impression materials. *J Prosthet Dent,* 93(6):540-544.
6. Caputi S, Varvara G. (2008). Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophase, one-step and two-step, and a novel two-step putty / light-body impression technique *J Prosthet Dent,* 99(4):274-281.
7. Chai JY, Yeung TC. (1991). Wettability of nonaqueous elastomeric impression materials. *Int J Prosthodont,* 4(6):555-560.
8. Chee WWL, Donovan TE. (1989). Fine detail reproduction of very high viscosity polyvinyl siloxane impression materials. *Int J Prosthodont* 2(4):368-70.
9. Chee WWL, Donovan TE. (1992). Polyvinyl siloxane impression materials: a review of properties and techniques. *J Prosthet Dent,* 68(5):728-732.
10. Chen SY, Liang WM, Chen FN. (2004). Factors affecting the accuracy of elastomeric impression materials. *J Dent,* 32:603-609.
11. Christensen GJ. (2008). Ensuring accuracy and predictability with double-arch impressions. *J Am Dent Assoc,* 139(8):1123-1125.

12. Ciesco JN, Malone WF, Sandrik JL. (1981). Comparison of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent, 45(1):89-94.
13. Corso M, Abonomy A, Di Canzio J, Zurakowski D, Morgano SM. (1998). The effect of temperature changes on the dimensional stability of polyvinyl siloxane and polyether impression materials. *J.Prosthet Dent* 79:626-31.
14. Craig RG, Powers JM. (2002). Restorative Dental Materals, 11th Edition. Mosby Co. Toronto.
15. Çalıkkocaoğlu S. (1998). Tam Protezler. Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneği Yayını. 3. Baskı. İstanbul.
16. Deger Y. (2011). Ölçü Maddelerinin Dezenfeksiyonu: Literatür Derlemesi. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci*, 17(2):177-85.
17. Derrien G, Le Menn G. (1995). Evaluation of detail reproduction for three die materials by using scanning electron microscopy and two-dimensional profilometry. *J Prosthet Dent*, 74(1):1-7.
18. Derrien G, Sturtz G. (1995). Comparison of transverse strength and dimensional variations between die stone, die epoxy resin, and die polyurethane resin. *J Prosthet Dent*, 74(6):569-574.
19. Donovan TE, Winston C. (2004). A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin N Am*,48:445-470.
20. Duke P, Moore BK, Haug SP, Andres CJ. (2000). Study of the physical properties of Type IV gypsum, resin-containing, and epoxy die materials. *J Prosthet Dent*, 83: (4), 466-473.
21. Endo T, Finger WJ. (2006). Dimensional accuracy of a new polyether impression material. *Quintessence Int*, 37(1):47-51.
22. Enkling N, Bayer S, Jöhren P, Mericske-Stern R. (2011). Vinylsiloxanether: A New Impression Material. Clinical Study of Implant Impressions with Vinylsiloxanether versus Polyether Materials. Clin Implant Dent Relat Res. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00240.x
23. Erkut S, Can G. (2005). Effects of glow-discharge and surfactant treatments on the wettability of vinyl polysiloxane impression materials *J.Prosthet Dent.* 93:356-63.

24. Federick DR, Caputo A. (1997). Comparing the accuracy of reversible hydrocolloid and elastomeric impression materials. *J Am Dent Assoc* 128:183–8.
25. Flanders AE, Carrino JA. (2003). Understanding DICOM and IHE. *Semin Roentgenol,* 38:270-281.
26. Fong PG, Walter JD. (1990). Effects of an immersion disinfection regime on rigid impression materials. *Int J Prosthodont,* 3(6):522–527.
27. Foong KW, Sandham A, Ong SH, Wong CW, Wang Y, Kassim A. (1999). Surface laser scanning of the cleft palate deformity-validation of the methods. *Ann Acad Med Singapore,* 28(5): 642-649.
28. Fuchs TO, Kachelriess M, Kalender WA. (2000). System performance of multislice spiral computed tomography. *IEEE Eng Med Biol Mag,* 19:63-70.
29. Fuchs T, Kachelriess M, Kalender WA. (2000). Technical advances in multi-slice spiral CT. *Eur J Radiol,* 36:69-73.
30. Giblin J, Podesta R, White J. (1990). Dimensional stability of impression materials immersed in an iodophor disinfectant. *Int J Prosthodont,* 3(1):72–77.
31. Giordano R. (2000). Impression materials: Basic properties. *Gen Dent,* 48:510-516.
32. Hayashi K, Araki Y, Uechi J, Ohno H, Mizoguchi I. (2002) .A novel method for the three-dimensional (3-D) analysis of orthodontic tooth movement-calculation of rotation about and translation along the finite helical axis. *J Biomech* 35(1):45-51.
33. Hirogaki Y, Sohmura T, Takahashi J, Noro T, Takada K. (1998). Construction of 3-D shape of orthodontic dental casts measured from two directions. *Dent Mater J,* 17:115-124.
34. Hirogaki Y, Sohmura T, Takahashi J, Takada K. (2001) Complete 3-D reconstruction of dental cast shape using perceptual grouping. *IEEE Trans Med Imaging,* 20:1093-1101.
35. Holst S, Blatz MB, Bergler M, Goellner M, Wichmann M. (2007). Influence of impression material and time on the 3 - dimensional accuracy of implant impressions. *Quint Int,* 38:67-73.

36. Ireland A.J, McNamara C, Clover MJ, House K, Wenger N, Barbour ME, Alemzadeh K, Zhang L, Sandy JR. (2008). 3D surface imaging in dentistry – what we are looking at. *Brit Dent J*, 205 (7):387-392.
37. Johnson, GH, Craig, RG. (1986). Accuracy of addition silicones as a function of technique. *J Prosthet Dent,* 55(2):197-203.
38. Kanehira M, Finger WJ, Komatsu M. (2007). Surface detail reproduction with new elastomeric dental impression materials. *Quint Int,* Jun;38(6):479-88.
39. Kang AH, Johnson GH, Lepe X, Wataha JC. (2009). Accuracy of a reformulated fast-set vinyl polysiloxane impression material using dual-arch trays. *J Prosthet Dent,* 101:3323-41.
40. Kamegawa M, Nakamura M, Fukui Y, Tsutsumi S, Hojo M. (2010). Direct 3-D morphological measurements of silicone rubber impression using micro-focus X-ray CT. *Dent Maters J,* 29(1):68-74.
41. Kimoto K, Tanaka K, Toyoda M, Ochiai KT. (2005). Indirect latex glove contamination and its inhibitory effect on vinyl polysiloxane polymerization *J.Prosthet Dent.* 93:433–8.
42. Kojima T, Sohmura T, Wakabayashi K, Nagao M, Nakamura T, Takashima F, Takahashi J, Maruyama T. (1999). Development of a new high-speed measuring system to analyze the dental cast form. *Dent Mater J,* 18:354-365.
43. Kotsiomiti E, Tzialla A, Hatjivasiliou K. (2008). Accuracy and stability of impression materials subjected to chemical disinfection - a literature review. *J Oral Rehab,* 35(4):291-9.
44. Lacy AM, Bellman T, Fukui H, Jendresen MD. (1981). Time-dependent accuracy of elastomeric impression materials: part II: Polyether, polysulfides, and polyvinyl siloxane. *J Prosthet Dent,* 45(3):329-33.
45. Lepe X, Johnson G. (1997). Accuracy of polyether and addition silicone after long-term immersion disinfection. *J Prosthet Dent,* 78(3):245-249.
46. Lin CC, Ziebert GJ Donegan SJ, Dhuru VB. (1988). Accuracy of impression materials for complete-arch fixed partial dentures. *J Prosthet Dent,* 59(3):288-291.

47. Luthardt RG, Ku P. (2003). A new method for the computer-aided evaluation of three-dimensional changes in gypsum materials. *Dent Mater*, 19(1):19-24.
48. McCabe JF, Walls AG. (1998). Applied Dental Materials Blackwell Publishing Co, Oxford.
49. Motonishi N, Kuroda TA. (1999). 3D computer-aided design system applied to diagnosis and treatment planning in orthodontics and orthognathic surgery. *Eur J Orthod* 21(3):263-274.
50. Norling BK, Reisbick MH. (1979). The effect of nonionic surfactants on bubble entrapment in elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*, 42(3):342-347.
51. O'Brien WJ. (2002). Dental Materials and Their Selection. Quintessence Publishing Co, Chicago.
52. Panichuttra R, Jones RM, Goodacre C. (1991). Hydrophobic poly (vinyl siloxane) impression materials: Dimensional accuracy, wettability and effect on gypsum hardness. *Int J Prosthodont,* 4(3):240-248.
53. Petrie ACS, Walker MP, O'Mahony AM, Spencer P. (2003). Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions. *J Prosthet Dent* 90(4):365-72.
54. Philips RW, Anusavice KJ. (2007). Philips' Science of Dental Materials, 11th Ed, Saunders Company, Philedelphia.
55. Piwowarczyk A, Ottl P, Büchler A, Lauer HC, Hoffmann A. (2002). In vitro study on the dimensional accuracy of selected materials for monophase elastic impression making. *Int J Prosthodont*,; 15:168-74.
56. Pratten DH, Craig RG. (1989). Wettability of a hydrophilic addition silicone impression material. *J Prosthet Dent*, 61(2):197-202.
57. Pratten DH, Covey DA, Sheats RD. (1990). Effect of disinfectant solutions on the wettability of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent,* 63(2):223-227.
58. Purk JH, Willes MG, Tira DE, Eick JD, Hung SH. (1998). The effects of different storage conditions on polyether and polyvinylsiloxane impressions. *J Am Dent Assoc*, 129(7):1014-21.

59. Ragain JC, Grosko ML, Raj M, Ryan TN, Johnston WM. (2000). Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *Int J Prosthodont* 13(3):214-20.
60. Rignon-Bret C, Dupuis R, Gaudy JF. (2002). Application of a 3-dimensional measurement system to complete denture impressions. *J Prosthet Dent,* 87(6):603-12.
61. Rodriguez JM, Bartlett DW. (2010). The dimensional stability of impression materials and its effect on in vitro tooth wear studies. *Dent Mater*, 27(3):253–258.
62. Rubel B. (2007). Impression materials: A comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. *Dent Clin N Am*, 51:629-642.
63. Rupp F, Axmann D, Geis-Gerstorfer J. (2008). Effect of relative humidity on the hydrophilicity of unset elastomeric impression materials. *Int J Prosthodont*, 21(1) 69-71.
64. Schaffer H, Dumfahrt H, Gausch K. (1989). Distance alterations of dies in sagittal direction in dependence of the die material. *J Prosthet Dent,* 61(6): 684-688.
65. Schelb E, Cavazos, EJR, Troendle KB, Prihoda TJ. (1991). Surface detail reproduction of Type IV dental stones with selected polyvinyl siloxane impression materials. *Quintessence Int,* 22(1):51-55.
66. Shah S, Sundaram G, Bartlett D, Sherriff M. (2004). The use of a 3D laser scanner using superimpositional software to assess the accuracy of impression techniques. *J Dent,* 32:653-8.
67. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. (1997). Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 281-309. Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, Illinois, USA, 281-309.
68. Sohmura T, Kojima T, Wakabayashi K, Takahashi J. (2000). Use of an ultra-high speed laser scanner for constructing three-dimensional shapes of dentition and occlusion. *J Prosthet Dent,* 84(3):345-352.

69. Sohmura T, Wakabayashi K, Lowmunkong R, Hojo H, Kusumoto N, Okuda H, Kojima T, Nakamura T, Yatani H, Takahashi J. (2004). 3D Shape Measurement of Dental Casts Using Medical X-ray CT. *Dent Mater J,* 23(2):121-128.
70. Stober T, Johnson GH, Schmitter M. (2010). Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material. *J Prosthet Dent,* 103(4):228-39.
71. Thongthammachat S, Moore BK, Barco MT, Hovijitra S, Brown DT, Andres CJ. (2002). Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time. *J Prosthodont,* 11:98–108
72. Thielke S, Serrano G, Lepe X. (1998). A method for true coordinate three-dimensional measurement of casts using a measuring microscope. *Prosthet Dent,* 80(4):506-10.
73. Wassell RW, Barker D, Walls AW. (2002). Crowns and other extra-coronal restorations: Impression materials and technique *Br Dent J* 192:679–690.
74. Williams PT, Jackson GD, Bergman W. (1984). An evaluation of the time - dependent dimensional stability of eleven elastomeric materials. *J Prosthet Dent,* 52:120-125.

EK 1
ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Yılmaz Umut	**Soyadı**	Aslan
Doğum Yeri	Çanakkale	**Doğum Tarihi**	09/03/1982
Uyruğu	T .C.	**Tel**	0 542 3216543
E-mail	umutaslan@dentrio.com.tr		

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mezuniyet Yılı**
Doktora/Uzmanlık	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi ABD.	-
Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2005
Lise	Çanakkale Milli Piyango Anadolu Lisesi	2000

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

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

Yabancı Dilleri	**Okuduğunu Anlama***	**Konuşma***	**Yazma***
İngilizce	çok iyi	çok iyi	çok iyi
Almanca	Orta	zayıf	zayıf

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

Yabancı Dil Sınav Notu #

KPDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	71.250							

[#] Başarılmış birden fazla sınav varsa, tüm sonuçlar yazılmalıdır

[#] KPDS: Kamu Personeli Yabancı Dil Sınavı; ÜDS: Üniversitelerarası Kurul Yabancı Dil Sınavı; IELTS: International English Language Testing System; TOEFL IBT: Test of English as a Foreign Language-Internet-Based Test TOEFL PBT: Test of English as a Foreign Language-Paper-Based Test; TOEFL CBT: Test of English as a Foreign Language-Computer-Based Test; FCE: First Certificate in English; CAE: Certificate in Advanced English; CPE: Certificate of Proficiency in English

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
LES Puanı	80.204	78.844	76.844
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	**Kullanma becerisi**
Microsoft Office	İyi

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