

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**ÜÇ FARKLI ÖLÇÜ MADDESİNİN ZAMANA BAĞLI BOYUTSAL
STABİLİTELERİNİN VE ISLANABİLİRLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Gülhan KARAASLAN

**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ
ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN

Doç.Dr. Meral ARSLAN MALKOÇ

Yrd.Doç.Dr. Güler YILDIRIM

MALATYA-2017

UZMANLIK TEZİ TUTANAĞI

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalımız uzmanlık öğrencisi araştırma görevlisi Gülhan KARAASLAN'ın "Üç farklı ölçü maddesinin zamana bağlı boyutsal stabilitelerinin ve ıslanabilirliklerinin karşılaştırılması" isimli tezi 24.02.2017 tarihinde aşağıda isimleri yer alan jürimiz tarafından incelenerek başarılı bulunmuş ve kendisinin sınava alınmasına karar verilmiştir.

Üye (Jüri başkanı) : Prof. Dr. N. Tülin POLAT (İnönü Üni. Diş Hek. Fak.)
Üye (Tez Danışmanı) : Yrd. Doç. Dr. Güler YILDIRIM (İnönü Üni. Diş Hek. Fak.)
Üye : Doç. Dr. Derya ÖZDEMİR DOĞAN (Cumhuriyet Üni. Diş Hek. Fak.)

Onay

Bu çalışma yukardaki jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selami Çağatay ÖNAL

İnönü Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekan Vekili

Uzmanlık Tezi

MALATYA 2017

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2. 1. Ölçü.....	3
2.1.1. Elastomerik Ölçü Maddeleri.....	5
2.1.1.1. Polisülfidler.....	5
2.1.1.2. Kondensasyon Silikonlar	6
2.1.1.3. İlave Polimerizasyonlu Silikonlar (VPS).....	7
2.1.1.4. Polieter (PE).....	8
2.1.1.5. Vinil Polieter Silikon (VPES).....	9
2.1.2. Dijital Ölçü Sistemleri	10
2.2. Boyutsal Stabilite	12
2.3. Yüzey Enerjisi.....	13
2.3.1. Temas Açısı	14
2.3.1.1. Islanabilirlik	15
2.3.2. Yüzey Enerjisi Ölçümü.....	16
2.3.2.1. Sıvılarda Yüzey Enerjisinin Ölçülmesi.....	16
2.3.2.2. Katılarda Yüzey Enerjisi ve Temas Açısının Ölçülmesi	17
2.4. Mikro-BT	17
2.4.1. Mikro-BT'nin Temel Prensipleri.....	18
3.GEREÇ VE YÖNTEM	21
3.1. Ölçü Maddeleri	21
3.2. Örneklerin Hazırlanması	22
3.3. Mikro – BT taraması.....	24
3.2. Islanabilirlik	27

3.2.1. Polimerizasyon Boyunca Islanabilirlik Ölçümleri.....	27
3.2.1.1. Polimerizasyon Boyunca Temas Açısı Ölçümleri	29
3.2.1.2. Polimerizasyon Sonrası Temas Açısı Ölçümleri	30
3.3. İstatistiksel Analiz.....	30
4. BULGULAR.....	31
4.1. Ölçü Maddelerindeki Boyutsal Değişimin Değerlendirilmesi.....	31
4.2. Ölçü Maddelerinin Temas Açılarının Değerlendirilmesi	38
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇLAR.....	59
REFERANSLAR	60
EKLER.....	67

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca yardımlarını esirgemeyen ve bana her zaman yol gösteren, her türlü desteğini, bilgisini esirgemeyen danışman hocam Doç.Dr. Meral ARSLAN MALKOÇ' a,

Her zaman yanımda olan sabrını ve desteğini esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Güler YILDIRIM' a,

Her zaman yanımda olan bilgisini ve desteğini esirgemeyen Prof.Dr. N. Tülin POLAT ve Doç.Dr. E. Başak GÜL AYGÜN hocalarıma,

Bu uzun süreçte desteklerini ve sabırlarını esirgemeyen, Mikro-BT çalışmamamda yardımcı olan Prof.Dr. Sıddık MALKOÇ'a,

Her zaman yanımda olan ve desteğini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma,

Çalışmaları gerçekleştirmedeki yardım ve desteklerinden dolayı Canan YALÇIN' a,

Sonsuz sevgilerini ve desteklerini hep hissettiğim, canım annem, babam, eşim ve kızıma

sonsuz teşekkür ederim...

ÖZET

Üç Farklı Ölçü Maddesinin Zamana Bağlı Boyutsal Stabilitelerinin ve İslanabilirliklerinin Karşılaştırılması

Amaç: Bu çalışmanın amacı; üç farklı elastomerik ölçü maddesi olan vinil polieter siloksan (VPES), polivinil siloksan (VPS) ve polieter (PE)'in zamana bağlı boyutsal değişiminin Mikro-BT yöntemi ile değerlendirilmesi ve bu ölçü maddelerinin polimerizasyon boyunca ve polimerizasyon sonrasında ıslanabilirliklerinin temas açısı ölçümü yapılarak karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve yöntem: ADA/ANSI sınıflaması no: 19'a göre 3 mm yüksekliğinde 30 mm çapında teflon kalıp kullanılarak toplam 30 örnek hazırlandı (n=10). Boyutsal ölçümler; 1. saat, 1. gün, 7. gün ve 14. günlerde Mikro- BT cihazıyla yapıldı. Ayrıca aynı elastomerik ölçü maddelerinin durağan damlatma yöntemi (OCA 30, Data Physics Instruments GmbH, Filderstadt, Almanya) ile 0.,2.,5.,20.,60.,120. ve 240. sn'lerde polimerizasyon boyunca ve polimerizasyon sonrası temas açısı ölçümleri yapıldı. Bu ölçümler, 50 µm derinliğinde 62mm x 20mm x 3mm boyutunda paslanmaz çelik kalıp kullanılarak, standart boyutlarda hazırlanan örneklerde yapıldı (n=10).

Bulgular: VPES, VPS ve PE ölçü maddelerinin boyutsal değişim hacimleri değerlendirildiğinde; gruplar arasında T1 (1 saat), T2 (1. gün), T3 (7. gün) ve T4 (14. gün) zamanları hacim verileri ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). VPES, VPS ve PE maddelerinin polimerizasyon boyunca ve polimerizasyondan sonra temas açıları değerlendirilerek ıslanabilirlikleri karşılaştırıldığında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun temas açısı ortalamaları, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0.01$).

Sonuçlar: VPS (Monopren transfer) ölçü maddesi boyutsal stabilite ve ıslanabilirlik açısından en iyi ölçü maddesi olarak bulundu.

Anahtar Kelimeler: Elastomerik ölçü maddeleri, boyutsal stabilite, Mikro- BT, temas açısı

ABSTRACT

Three Different Impression Materials Compared to Time-Dependent Dimensional Stability and Wettability

Objective: This study aims to explore the time-dependent dimensional stability of three different elastomeric impression materials (vinyl polyether siloxane (VPES), polyvinyl siloxane (VPS), and polyether (PE)) via micro-CT imaging and to compare the wettability of these impression materials during and after polymerization with contact angle measurements.

Material and method: A total of 30 specimens were prepared using 3 mm high 30 mm diameter Teflon mold according to ADA/ANSI classification no: 19. (N=10). Evaluation of the dimensional stability of the impression materials (1st hour, 1st day, 7th day and 14th day) was done via micro-CT imaging. Also, contact angle measurements of these elastomeric impression materials were collected using the sessile drop method (OCA 30, Data Physics Instruments GmbH, Filderstadt, Germany) during and after polymerization at 0., 2., 5., 20., 60., 120., and 240. second. These measurements were made on specimens (n = 10) prepared in standard sizes using a 50 mm deep stainless steel die with dimensions of 62 mm x 20 mm x 3 mm.

Results: There were no significant differences between the assessment of dimensional changes among VPES, VPS and PE impression material volumes when diameter measurements of the elastomeric impression materials were evaluated on the 1st hour, 1st day, 7th day and 14th day ($p > 0.05$). As a result of binary comparisons, the evaluation of contact angle measurements of VPES, VPS and PE materials during and after polymerization were compared. The average contact angle measurements of the VPS group were statistically significantly lower than the averages of the VPES and PE groups ($p < 0.01$).

Conclusion: The VPS (Monopren transfer) impression materials was found to be the best materials of dimensional stability and wettability.

Keywords: Elastomeric impression materials, dimensional stability, Micro-CT, contact angle

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
<	: Küçük
>	: Büyük
°	: Derece
⁰ C	: Santigrat derece
BMP	: Bit Map Picture
CAD/CAM	: Bilgisayar destekli üretim
CGS	: Santrimetre, Gram, Saniye
DICOM	: Digital Imaging and Commumation in Medicine (Tıpta Görüntüleme ve iletişim)
dk	: Dakika
ISO	: International Standardization Organization (Uluslararası Standart Organizyonu)
mm	: Milimetre
mm ³	: Milimetreküp
sn	: Saniye
PE	: Polieter
VPS	: Vinil Polisiloksan
VPES	: Vinil Polieter Siloksan
µm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. VPS ölçü maddesi.....	22
Şekil 3.2. VPS ölçü örneklerinin hazırlanışı.....	22
Şekil 3.3. VPES ölçü maddesi	23
Şekil 3.4. VPES ölçü örneklerinin hazırlanışı	23
Şekil 3.5. PE ölçü maddesi	24
Şekil 3.6. PE ölçü örneklerinin hazırlanışı.....	24
Şekil 3.7. SkyScan 1172 Mikro-BT cihazı ve verilerin kaydedildiği bilgisayar	25
Şekil 3.8. Ölçü maddesinin kesit görüntüsü.....	25
Şekil 3.9. Ölçü maddesinin CTAn (SkyScan, Contich, Belgium)'da 3 boyutlu görüntüsü	26
Şekil 3.10. Ölçü maddesinin hacim ölçümü	27
Şekil 3.11. Temas açısı ölçüm cihazı.....	28
Şekil 3.12. Ölçü yüzeyinin düz hale getirilmesi	29
Şekil 3.13. Suyun damlatılması	29
Şekil 3.14. Su damlasının bilgisayardaki görüntüsü.....	29
Şekil 4.1. Ölçü maddelerine ait hacim değişim ortalamalarının grafiksel görüntüsü....	32
Şekil 4.2. Ölçü maddelerine ait çap ortalama değerlerinin grafiksel görünümü.....	34
Şekil 4.3. Ölçü maddelerine ait yükseklik ortalama değerlerinin grafiksel görünümü...37	
Şekil 4.4. Ölçü maddelerinin polimerizasyon boyunca göstermiş oldukları temas açısı değişimi.....	41
Şekil 4.5. Ölçü maddelerinin polimerizasyon sonrası göstermiş oldukları temas açısı değişimi.....	47

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan ölçü maddeleri ve markaları	21
Tablo 4.1. Hacim ölçümlerine ait ortalama değerler, standart sapmalar.....	31
Tablo 4.2. Grup içi ve gruplar arasında çap ölçümlerinin değerlendirilmesi	33
Tablo 4.3. Grup içi ve gruplar arasında yükseklik ölçümlerinin değerlendirilmesi	36
Tablo 4.4. Grup içi ve gruplar arasında polimerizasyon boyunca temas açısı değerlerinin değerlendirilmesi	39
Tablo 4.5. Grup içi ve gruplar arasında temas açısı 24 saat sonraki değerlerin değerlendirilmesi	44



1. GİRİŞ

Ölçü işlemi; çeşitli maddeler ve uygulamalarla preparasyon sahasının veya ağız içinin ya da herhangi bir bölgenin tam negatifinin elde edilmesi anlamına gelmektedir (1). Farklı klinik koşullar, farklı ölçü maddelerinin kullanımını gerektirir. Mevcut koşullara uygun ölçü maddelerinin seçimi restorasyonun başarısını etkileyen kritik bir öneme sahiptir. Seçimin doğru yapılabilmesi için materyallerin özellikleri kesin olarak bilinmelidir. Yıllardır ölçü maddelerindeki değişim ve gelişmeler daha uyumlu restorasyonların elde edilebilmesi için yapılmaktadır. İyi bir ölçü bitmiş restorasyonun uyumunu en üst seviyeye çıkartmaktadır.

Günümüzde ideal özelliklere sahip bir ölçü maddesi mevcut değildir. Ancak gelişen nanoteknoloji sayesinde mümkün olabilecek en ideal ölçü maddelerinin üretimi için çalışmalar yapılmaktadır.

VPS ve PE oldukça üstün özellikler gösterse de, hala ideal ölçü maddesinin özelliklerine sahip değildir. Ancak VPS ve PE ölçü maddelerindeki gelişmeler, elastomerik ölçü maddelerinin klinik kullanımında ve özelliklerinde başarıyı artırmaktadır. Son yıllarda firmalar tarafından bu iki ölçü maddesinin en üstün özelliklerinin bünyesinde toplanıp, zayıf özelliklerinin elimine edildiği söylenen yeni hibrit ölçü maddesi üretilmeye başlanmıştır. Bu ölçü maddeleri, VPES (Exa'lence, GC, America) veya vinilsiloksanoeter (Identium, Kettenbach, USA) gibi isimlerle piyasaya sürülmüş olup, VPS'nin üstün yırtılma direnci ve boyutsal stabilitesine, PE'nin de hidrofilik özelliği ve ıslanabilirliğine sahip olduğu belirtilmektedir (2).

Ölçü alımından modelin elde edilmesi kadar geçen süre içinde, ölçünün hassasiyetinde meydana gelen değişime boyutsal stabilite denir. İdeal bir ölçü maddesinde boyutsal değişim olmamalıdır. Ölçü maddesinin sertleşme reaksiyonu esnasında oluşan alkolün buharlaşması, boyutsal değişime neden olur. Bunun sonucunda ağırlık kaybı ve büzülme meydana gelir (3,4)

Ölçü maddelerinin boyutsal değişimini değerlendirmek için farklı metotlar kullanılmıştır. Son yıllarda teknolojik gelişmelerle beraber üç boyutlu görüntüleme teknikleri diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. Yeni bir metot olan Mikro-

BT üç boyutlu ölçümleri materyallere zarar vermeden yapan bir tekniktir. Örneklerin iç yapısı, herhangi bir fiziksel işlem yapılmadan (kesit alma) ya da toksik kimyasal ajanlar kullanılmadan çok detaylı bir şekilde incelenebilir. Örneklerin Mikro-BT ile taranıp üç boyutlu model analizi ve üç boyutlu görüntülerinin elde edilmesi daha doğru veriler elde etmemizi sağlar (5).

Bir sıvı damlasının katı yüzey üzerinde yayılma derecesi ıslanabilirlik olarak tanımlanır. Sıvı yüzeyinin, sıvı ile katıyı ayıran yüzey ile oluşturduğu açı olarak ifade edilen temas açısı, ıslanabilirlik derecesinin ölçümünde kullanılmaktadır. 0 derece temas açısı tam ıslanmayı ifade ederken, düşük değerler iyi ıslanabilirliği, 90 dereceden büyük değerler zayıf ıslanabilirliği ifade eder (4).

Bu çalışmada üç farklı ölçü maddesi olan VPES, VPS ve PE'in zamana bağlı boyutsal değişimlerinin Mikro-BT yöntemi ile değerlendirilip, bu ölçü maddelerinin polimerizasyon boyunca ve polimerizasyon sonrası temas açısı ölçümleri yapılarak ıslanabilirliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Ölçü

Protetik restorasyonlar geleneksel yöntemlerde, modeller üzerinde planlanıp üretilmektedir. Bu nedenle elde edilen model, yumuşak ve sert dokuları mümkün olan en doğru şekilde yansıtmalıdır. Doğru bir model oluşturmanın ön koşulu ise, ayrıntılı ve net bir ölçü alabilmektir.

Protetik Terimler Sözlüğü'nde, "ölçü" diş ve çevre dokuların negatif bir kopyasının elde edilmesi işlemi, "ölçü maddesi" ise ölçü alınması amacıyla kullanılan madde veya maddelerin birleşimi olarak tanımlanmıştır (The Glossary of Prosthodontic Terms, 2005). Prepare edilmiş veya edilmemiş dişlerden, dental implantlardan, dişsiz ağızlardan veya ağız içi defektlerden doğru ve eksiksiz ölçü elde etme işlemi, sabit veya hareketli protezlerin yapım aşamalarındaki önemli aşamalardan birini oluşturur (6). Ölçü işlemi; çeşitli maddeler ve uygulamalarla preparasyon sahasının veya ağız içinin ya da herhangi bir bölgenin tam negatifinin elde edilmesi anlamına gelmektedir (1).

Sabit protezlerde ölçü işleminin doğruluğu restorasyon ile dayanak diş arasındaki uyum ile değerlendirilir. Ölçü ne kadar doğru alınırsa, restorasyonun uyumu o oranda artacaktır. Marjinal ve internal uyum, hazırlanacak restorasyonun kalitesini ve doğruluğunu belirleyen en önemli özelliklerdendir. Marjinal uyumsuzluklar; periodontal problemlere, çürük oluşumuna, plak tutulumuna, yapıştırıcı simanın çözünmesine veya renk değişikliği gibi başarısızlıklara neden olmaktadır (7).

Farklı klinik koşullar, farklı ölçü maddelerinin kullanımını gerektirir. Mevcut koşullara uygun ölçü maddesinin seçimi önemli bir husustur. Seçimin doğru yapılabilmesi için materyallerin özellikleri iyi bilinmelidir. Yıllardır ölçü maddelerindeki değişim ve gelişmeler daha uyumlu restorasyonların elde edilebilmesi için yapılmaktadır. Dental ölçü maddelerinin dinamik karakterizasyonu, klinik uygulamalar için uygun malzemelerin seçilmesi, tasarımı ve doğru kullanım protokollerinin geliştirilmesi açısından önemlidir (8, 9).

İdeal bir ölçü maddesinin sahip olması gereken özellikler şunlardır:

- Hazırlanışı ve kullanımı kolay olmalıdır.

- Akıcı olmalı ve akıcılık derecesi kontrol edilebilmelidir.
- Dokuları ayrıntılı biçimde kaydedebilmelidir.
- Ağız dokularına ve hastanın genel sağlığına zarar vermemelidir.
- Tadı ve kokusu rahatsız edici olmamalıdır.
- Tiraj yapmamalıdır, yani ağızdan çıkarılırken plastik deformasyona uğramamalıdır.
- Ölçü alındıktan sonra boyutsal değişikliğe uğramamalıdır.
- Gerektiğinde eklemeler yapıp ağza yeniden uygulanabilmelidir.
- Ekonomik olmalıdır.
- Steril edilebilmelidir.
- Ağız ısısında veya ona yakın bir ısıda sertleşebilmelidir.
- Ölçü içerisine model malzemesi döküldüğünde iki madde arasında kimyasal bir etkileşim olmamalıdır (10).

Günümüz diş hekimliğinde uygulanan protetik tedaviler için değişik amaçlara yönelik farklı kimyasal yapı ve özelliklerde ölçü maddeleri üretilmiştir.

Yapısal özelliklerine göre ölçü maddeleri;

a) Elastik olmayan ölçü maddeleri

1. Ölçü alçısı
2. Çinko Oksit Öjenol
3. Stenç

b) Elastik ölçü maddeleri

1. Hidrokolloid Ölçü Maddeleri
 - 1.1. Agar
 - 1.2. Aljinat
2. Elastomerik Ölçü Maddeleri
 - 2.1. Polisüfitler
 - 2.2. Kondensasyon Silikonlar
 - 2.3. İlave Polimerizasyonlu Silikonlar
 - 2.4. Polieterler
 - 2.5. Vinil Polieter Silikon şeklinde sınıflandırılmaktadır (3, 11)

2.1.1. Elastomerik Ölçü Maddeleri

Elastomerik ölçü maddeleri kimyasal olarak sertleşen dönüşümsüz elastik ölçü maddeleridir. Sentetik lastik olarak da sınıflandırılan bu maddeler ADA'nın "susuz elastomerik dental ölçü maddeleri" başlığı altındaki 19 nolu spesifikasyonunda tanımlanmıştır (American Dental Association, 1977) (1). Elastomerler belirli bir kuvvet altında kolaylıkla sıkışır, fakat kuvvet ortadan kaldırıldığında hızla eski boyutlarına döner (3). Yapı olarak elastomerik ölçü maddeleri, belirli noktalardan birbirine bağlanarak 3 boyutlu bir zincir yapısı oluşturan ve aralarında zayıf etkileşimler olan büyük moleküllerden oluşmuşlardır. Çekilme durumunda, gerilme kuvvetleri altında bu zincirler birbiri üzerinden kayarak aralanır, gerilme ortadan kaldırıldığında tekrar eski formlarına dönerler. Elastomerlerde polimerizasyon çapraz bağlanma, kondensasyon veya ilave reaksiyon ile oluşmaktadır (1, 3, 11, 12).

Elastomerik ölçü maddeleri, dental alanda kullanıma girmelerinden itibaren, doğru ve güvenilir ölçülerin elde edilmesinde en çok tercih edilen ölçü maddesi haline gelmişlerdir (13). Günümüzde klinik özelliklerinin iyi olması ve boyutsal değişimin minimum olması nedeniyle VPS ve PE en çok tercih edilen elastomerik ölçü maddeleridir (14).

Dental ölçü maddesi olarak, beş adet sentetik elastomer mevcuttur. Bunlar, polisülfidler, kondensasyon silikonlar, ilave reaksiyonlu silikonlar (VPS), polieter (PE) ve vinil polieter siloksan'lardır (12).

2.1.1.1. Polisülfidler

Polisülfidler 1950'lerde dental alanda ilk olarak kullanılan sentetik elastomerik ölçü maddeleridir. Bugün dünyada yoğun olarak diğer 3 tip ölçü maddesi kullanılmaktadır. Kondensasyon silikonlar 1955'de, polieter 1965'de ve ilave reaksiyonlu silikonlar ise 1975'de diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur (3, 15).

Polisülfid merkaptan, tiokol ya da basitçe plastik esaslı olduğu bilinen elastomerik bir ölçü materyalidir. Polisülfidin katı halini sağlayan matriksi ve oksiti vardır. Ölçü maddesi biri baz biri de aktivatör olmak üzere iki tüp halinde bulunur. Baz, inert (kimyasal etkileşime girmeyen) bir sıvı polisülfid polimeri içerir. Aktivatör, sıklıkla kurşun dioksit bir doldurucu ile az miktarda sülfür ve yağdan oluşur. Polimer

üzerinde, terminal “thiol” gruplarının oksidasyonu başlatıcı rol oynar, bu da zincir uzaması ve çapraz bağların oluşmasına yol açar (1, 16).

Polisülfidler genellikle düşükten orta dereceye kadar hidrofilik özellik gösterir, dolayısıyla nemli ortamlar da dahil olmak üzere iyi netlikte ölçüler verir. Rijit olmadıkları için polieter ve polivinil siloksana göre ağızdan çıkarılmaları kolaydır ve elastik geri dönüş özellikleri iyidir (17-20).

Yüksek doğrulukları ve düşük maliyetleri sebebiyle polisülfidler sabit protetik tedavilerde kullanılmaktadır. Çoklu ölçülerde, özellikle uzun bir çalışma zamanı gerektiğinde kullanılması önerilir. Uzun çalışma zamanı, yüksek yırtılma dayanımı, yüzey detayının iyi kopyalanması ve yüksek esneme özellikleri vardır. Ancak düşük viskoziteleri nedeniyle kullanımları zordur. Yüksek distorsiyon olasılığı nedeniyle hazır kaşıklar yerine kişisel kaşıkların kullanılması önerilmektedir. Boyutsal stabiliteyi çok iyi değildir. Polisülfid ölçüler 1 saat içerisinde dökülmelidir. Ayrıca, hoş olmayan kokusu hasta açısından rahatsızlık yaratabilmektedir (21).

2.1.1.2. Kondensasyon Silikonlar

Çapraz bağlanma, üç veya dört fonksiyonlu alkil silikatlarının genellikle tetra etil orto silikat kalay oktoat mevcudiyetinde polimerin uç grupları ile reaksiyona girmesi sonucu, üç boyutlu bir örgü yapısı oluşturacak şekilde bir çapraz bağlama yolu ile oluşur. Bu reaksiyonlar oda sıcaklığında meydana gelir ve bu maddelere teknik literatürde oda sıcaklığı vulkanizasyonu (OSV) silikonları adı verilir (4).

Kondensasyon reaksiyonu sonucu artık ürün olarak etil ve metil alkol açığa çıkar. Yarısı ilk bir saatte olmak üzere, 24 saat içerisinde % 0.2-1.0 oranları arasında büzülme gözlenmektedir ki bunun nedeni polimerizasyon reaksiyonu ve alkolün buharlaşmasıdır. Polimerizasyon büzülmesi nedeniyle kondensasyon silikonlarda boyutsal değişim meydana gelir (1). Boyutsal stabilitenin zayıf olmasına neden olan bu özellik nedeniyle kondensasyon silikonlar ağızdan çıkarıldıktan hemen sonra dökülmelidir. Çift aşamalı ölçü tekniği ile büzülme miktarı azaltılıp doğruluk artırılırken, kişisel kaşık kullanma ihtiyacı da ortadan kaldırılmaktadır (22).

Bu ölçü maddeleri temel olarak sabit protez ölçülerinde ve tek ünite inleylerde kullanılmaktadır. Kondensasyon silikonların düşük, orta, yüksek ve çok yüksek

viskoziteli (putty) formları vardır. İki ayrı pat ya da pat-likit katalizör sistemi halinde bulunmaktadır. Baz kısmı yüksek moleküler ağırlıklı dimetilsiloksan polimeri, çapraz bağlayıcılar ve inorganik doldurucular; katalizör kısmı ise organik metal esterleri ve incelticiler içermektedir. Katalizör oranı düzenlenerek çalışma zamanı ayarlanabilir (23).

Kondensasyon silikonlar hidrofobiktir. Bu özellik, ölçü alımı sırasında preparasyon yüzeyinin kuru olmasını gerektirir ve alçı dökümünü zorlaştırmaktadır. Bu olumsuz özelliklerinin yanında materyalin elastik geri dönüşümü yüksektir (% 99). Hasta açısından ve uygulamada rahatsızlık vermeyen materyallerdir (12).

2.1.1.3. İlave Polimerizasyonlu Silikonlar (VPS)

1990'ların başından beri kullanılan elastomerik ölçü maddesidir. Maliyetleri yüksek olsa da, mükemmel fiziksel özellikleri, üstün boyutsal stabilitesi ve kullanım kolaylığı bu ölçü maddesini popüler hale getirmiştir.

VPS baz maddesi terminal silan hidrojen grupları ve inert doldurucu içeren düşük molekül ağırlıklı polimer olan polimetil hidrosiloksandır. Aktivatör maddesi ise terminal vinil grupları, kloroplatinik asit ve doldurucu içeren dimetilsiloksan polimeridir. Bu ikisinin karıştırılmasıyla kondensasyon silikonlarından farklı olarak vinil çift bağın aksine silan hidrojen gruplarına bir ek oluşur (3, 11, 12).

İki pat halinde bulunan bu ölçü maddesinin düşük, orta, yüksek ve çok yüksek viskoziteli (putty) formları bulunmaktadır. Baz ve katalizörün reaksiyonu sonucu hidrojen gazı açığa çıkmaktadır. H gazı alçı yüzeyinde pöröziteye neden olur. Üreticiler bu sorunu elimine etmek için formüllerine hidrojen absorbe ediciler (palladium) ilave etmişlerdir. Eğer ürün hidrojen absorbe edici içermiyorsa alçı dökümü öncesi 1 saat bekletilmesi tavsiye edilmektedir (12).

İlave polimerizasyonlu silikonlar polimerizasyon sonrası yüksek doğruluğa ve yüksek boyutsal stabiliteye sahiptir (11, 12, 24). Diğer elastomeriklerle karşılaştırıldığında gösterdikleri bu üstün boyutsal stabilitenin nedeni polimerizasyon reaksiyonu sonucu artık ürün oluşmamasıdır (3, 15, 25, 26). Materyal ölçü alımından 1 hafta sonra dökülebilir ve birden çok model elde edilebilir (12). Materyalin elastik geri dönüş özelliği çok iyidir ve kondensasyon silikonlarda olduğu gibi kullanımı hasta

açısından rahatsızlık yaratmamaktadır (12, 24). Ancak tüm bu olumlu özelliklerinin yanı sıra, VPS ölçü maddesinin en belirgin dezavantajı hidrofobik oluşudur. Bu özellik, siloksan bağlarının etrafındaki hidrofobik alifatik hidrokarbon gruplarından kaynaklanır (3). Hidrofobik yapısı nemli oral dokularla ve alçı bazlı day materyallerinin su ihtiva eden solüsyonlarıyla ıslanabilirliğini azaltmaktadır (27).

VPS ölçü maddelerinin ıslanabilirliğinin artırılması amacıyla formüllerine aniyonik sürfaktanlar ilave edilmiştir. Bu moleküllerin polimerize olmuş materyalin yüzey enerjisini arttırdığı bildirilmiştir (28). Sürfaktan ilave edilen bu tür ölçü maddeleri hidrofilik VPS olarak adlandırılır (29). Bu ölçü maddeleri geleneksel hidrofobik VPS ölçü maddelerine kıyasla daha üstün ıslanabilirlik gösterir (21, 30, 31). Artan hidrofilisite sayesinde klinik uygulamalarda daha iyi detay kopyalama sağlanabilir (32).

VPS'in çalışma ve polimerizasyon süresinin kısa olması bir diğer olumsuz özelliğidir. Ayrıca diğer silikonlara göre polimerizasyon sonrası daha rijit olmaları nedeniyle andırkatlardan uzaklaştırılırken deformasyonlar meydana gelebilir. Yırtılma dayanımları kondensasyon silikonlar ile benzerdir, ancak polisüfitlerden düşüktür (12).

VPS (Monopren transfer) ölçü maddesi hidrofilik özelliktedir. Sabit ve hareketli restorasyonlar için iyi bir fiksasyon sağlar. Nemli ortamlarda detay kopyalama özelliği iyi olduğundan immediate protez yapımında kullanılabilceği vurgulanır. Ayrıca basınç altında akışkandır (thixotropiktir) ve sertlik derecesi skor A'dır.

2.1.1.4. Polieter (PE)

PE ölçü materyalleri 1960'ların sonunda piyasaya sürülmüştür. Baz maddesi reaktif terminal gruplar ile oksijen atomları ve metilen grupları içeren uzun zincirli PE kopolimerinden oluşur. Aktivatörü ise çapraz bağlayıcı ajan olarak aromatik sülfonat katalizörü içerir (4). Elastomer reaktif terminal halkaların açılması ile meydana gelen katyonik polimerizasyonun sonucunda oluşur (11, 17). Bu katılma tipi bir reaksiyondur ve hiçbir yan ürün açığa çıkmaz. Polieter maddenin "snap-set" özelliği, çalışma sürecinden sertleşmiş hale hızlı bir geçiş anlamına gelir. Bunun avantajı materyalin çalışma zamanı bitmeden sertleşmemesi ve sertleşme gerçekleştiğinde ise bunun çok hızlı olmasıdır (1, 16)

PE, ilave polimerizasyonlu silikonlarla benzer özellikler gösterir. 24 saat içinde

% 0.3 oranında büzülme göstermeleri polieterleri boyutsal stabilite açısından üstün kılarken, bu değer bazı ilave polimerizasyonlu silikonların gerisinde kalmaktadır. Islanabilirliği oldukça yüksektir, hidrofilik yapısından ötürü netliği, diğer elastomerlerden biraz daha üstündür. Esneyebilme kabiliyeti düşük olduğu için özellikle andırkatlı bölgelerden çıkarken ölçü maddesinde deformasyonlar meydana gelebilir. Bu durumlarda, daha esnek bir ölçü maddesinin kullanılması veya andırkatların bloke edilmesi dşnlmelidir. Bu sebeple, yeni nesil daha “yumuşak” PE’ler piyasaya sürülmüştür. Bu amaçla konvansiyonel polieterden daha düşük viskoziteli, daha akışkan ve sertleştikten sonra daha esnek olduğu belirtilen bir PE tipi (Soft monophase, 3M ESPE) kullanıma sunulmuştur. Bunların ağızdan ayrılmaları daha kolay ancak yine de VPS göre daha rijittir. Yeni nesil polieter ölçü maddeleri, yırtılma dirençleri yksekk olan, subgingival detayları daha iyi kopyalayan maddelerdir (1, 3, 12, 15-17). PE l maddesinin çeşitli formları vardır. Bunlar;

- Putty form
- Heavy Body/Light Body
- Quick Step Heavy Body/Light Body
- Soft Medium Body
- Quick Step Medium Body

PE l maddesi olan impregum penta soft (3M, ESPE) ile; kuron-köprü protezlerinin, inley-onley kuronların, sabit protezlerin, fonksiyonel protezlerin, impant üstü yapının ve parsiyel protezlerin ölçüsü alınabilir.

İmpregum penta soft ölçü maddelerinin zellikleri;

- Polimerizasyon boyunca ve polimerizasyondan sonra hidrofiliktir,
- Thixotropiktir (basınç altında akışkandır),
- Eşsiz "snap-set" davranışı sayesinde daha az stres,
- Distorsiyona uğramadan ölçü maddesi esneyebilir,
- Otomatik karıştırıcılarla homojen ölçüler elde edilebilir.

2.1.1.5. Vinil Polieter Silikon (VPES)

Son yıllarda firmalar tarafından VPS ve PE l maddelerinin en üstün özelliklerini birleştiren, zayıf özelliklerinin elimine edildiği yeni hibrit ölçü maddeleri

kullanıma sunulmuştur (33). Bu ölçü maddeleri, VPES (Exa'lence, GC America), veya vinilsiloksanoeter (Identium, Kettenbach, USA) gibi isimlerle piyasaya sürülmüş olup, VPS'nin üstün yırtılma direnci ve boyutsal stabilitesine, PE'nin de hidrofilik özelliği ve ıslanabilirliğine sahip oldukları belirtilmiştir (22). VPES ölçü maddesinin büyük bir kısmı, vinildimetilpolisiloksan (% 10 ile % 50), metil hidrojen dimetilpolisiloksan (% 3 ile % 10), ve silikon dioksit (% 65 ile % 30) 'in kombinasyonundan oluşur (23).

VPES ölçü maddesi olan Exa'lence 370 (GC, America)' in özellikleri;

- Hidrofiliktir,
- Polieter kadar detayı yansıtabilir,
- Esnektir, yırtılma direnci fazladır,
- Subgingival bölgeyi kopyalama özelliği vardır,
- Hafif naneli tadı vardır.

Diş hekimliğinin her alanında olduğu gibi, ölçü maddelerindeki yeniliklerin takip edilmesi ve bu maddelerin özelliklerinin bilinmesi, klinikte meydana gelen farklı durumların maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan etkisinin göz önünde bulundurulması, kullanılacak madde seçimini kolaylaştırmakta ve başarıyı arttırmaktadır (22).

Ölçü maddelerindeki değişim ve gelişmeler daha uyumlu restorasyonların elde edilebilmesi için yapılmaktadır. Klinisyenin beceri ve bilgisinin etkili olduğu konvansiyonel ölçü sistemlerinde birçok başarısızlık oluşabileceği gibi, klinisyenden bağımsız olarak ölçü maddelerinin distorsiyonu, kaşıktan ayrılması veya kopması, saklanma koşulları, ölçü alınan yüzeydeki kan ve tükürük gibi birçok olasılık, hazırlanan restorasyonlarda başarısızlığa neden olur (34).

Yeni geliştirilen bilgisayar destekli sistemlerle hastalar ve hekimler için ölçü işleminin daha basit hale getirilmesi ve ölçü sırasında oluşabilecek hataların minimuma indirgenmesi hedeflenmektedir.

2.1.2. Dijital Ölçü Sistemleri

Bilgisayar destekli üretim ve tasarım (Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturer; CAD/CAM) prosedürlerinin protetik diş tedavisi alanına girmesi

ile birlikte dijital iş akışı terimi gündeme gelmiştir (35). Dental restorasyonların üretim ve dizaynının yapıldığı CAD/CAM teknolojisi; verilerin toplanarak kaydedilmesi, geleneksel kurallara uygun olarak seçilen restorasyonun tasarımının bilgisayar yardımı ile hazırlanması (CAD) ve restorasyonun üretilmesi (CAM) olmak üzere üç fonksiyonel bölümden meydana gelmektedir (34, 36).

Verilerin toplama işlemi her sisteme göre farklılıklar göstermektedir. Bazı sistemlerin kendine ait ağız içi kameraları mevcut iken, genellikle veriler mekanik ve optik sayısallaştırıcılar kullanılarak model üzerinden oluşturulur (36, 37).

Dijital ölçü sistemlerinin avantajları (38, 39):

- Daha iyi restorasyonların daha kısa sürede elde edilmesi,
- Çapraz kontaminasyonun en aza indirilmesi,
- Tek seansta uygulanabildiği için hem hekim hem de hasta açısından zaman kaybının engellenmesi,
- Geçici kron hazırlama, dişlerde hassasiyet oluşması gibi faktörlerin eliminasyonu,
- Üretimin geleneksel yöntemlerden daha kolay ve hızlı olması nedeniyle teknisyenlerin iş yükünün azalmasıdır.

Dijital ölçü sistemlerinin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da mevcuttur (38):

- Pahalı olması,
- Sublingual bölgede dijital ölçü alınırken zorluklar yaşanması,
- İnternal ve eksternal marjinal kenar uyumunun yeteri kadar iyi olmamasıdır.

Ölçünün amacı boyutsal olarak stabil, detayların net bir şekilde kopyalandığı bir negatif elde etmektir. Elde edilen restorasyonların başarısı kullanılan ölçü maddesine ve uygulanan tekniğe bağlıdır. Dijital ölçü sistemlerinin dezavantajlarından dolayı günümüzde geleneksel ölçü yöntemlerinin kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir.

2.2. Boyutsal Stabilite

Elastomerik ölçü maddelerindeki büzülme hızı ağızdan çıkarıldıktan sonraki 24 saat içinde değişkenlik gösterir. Büzülmenin yaklaşık % 50'si ağızdan çıkarıldıktan sonraki ilk bir saat içinde gerçekleşir (11, 15). Ölçü alınından modelin dökümüne kadar geçen süre içinde, ölçünün hassasiyetinde meydana gelen değişime boyutsal stabilite denir. İdeal bir ölçü maddesinde boyutsal değişim olmamalıdır.

Ölçü maddelerinde boyutsal değişime neden olan etkenler;

- Elastomerlerin çapraz bağlanmadan kaynaklanan hacimsel azalmalardan dolayı büzülmesi,
- Kondansasyon reaksiyonu esnasında su veya alkol gibi bir yan ürün oluşması,
- Oral sıcaklıktan oda sıcaklığına geçerken ısısal büzülme meydana gelmesi,
- Suya, dezenfektan maddeye veya uzun süre nemli ortama maruz kalınması sonucu imbibisyon görülmesi,
- Viskoelastik davranış nedeniyle deformasyonun geri dönüşünün tamamlanmaması olarak belirtilmiştir (3, 4).

Elastik ölçü maddelerinin lineer termal genişleme katsayıları 150×10^{-6} ile 220×10^{-6} arasındadır. Kondansasyon silikon ve polisülfidlerin çalışma ve sertleşme süreleri arasında çok fark yoktur. Bu maddeler model elde edilmeden bekletilirse hidrokolloidlerden çok daha yüksek boyutsal stabilite gösterirler. Ancak bütün maddelerin zamanla boyutsal değişim gösterdiği de gerçektir. Bu boyutsal değişim kondansasyon silikon ölçü maddeleri ve polisülfid polimerlerinde, polieter ve ilave polimerizasyonlu silikon elastomerlerine nazaran daha fazladır (4).

Ölçü kaşığı içindeki maddenin film kalınlığı inceldikçe, ölçünün hassasiyeti o oranda artar. Bu ölçü maddelerinde kütlenin az olmasının yanısıra ölçü kaşığı içinde maddenin kalınlığının homojen olarak dağılması boyutsal stabilite açısından da son derece önemlidir. Bu kalınlık ortalama 2-4 mm arasında olmalıdır (23).

Bütün elastomerik ölçü maddeleri polimerizasyon büzülmesine uğrar ve reaksiyon sırasında yan ürün açığa çıkaranlar ilave bir büzülmeye de uğrar. Polisülfidler ve kondansasyon silikonlar sertleşme esnasında % -0.4 ile % -0.6 arasında boyutsal olarak değişmektedir ki bunun nedeni polimerizasyon reaksiyonu veya artık ürün olan

alkol buharlaşmasının farklılık göstermesidir. Polisüflitler yüksek boyutsal değişim göstermektedir. İlave polimerizasyonlu silikonlar % -0.15 ile en az boyutsal değişim gösterirken, polieterde bu değişim % -0.2 dir. VPS ve PE ölçü maddelerinde yan ürün az açığa çıktığından dolayı bu ölçü materyallerinde boyutsal değişim daha azdır (3, 11, 12).

2.3. Yüzey Enerjisi

Katılarda maddenin iç kısmındaki bir atom, komşu atomlar tarafından her yönden eşit bir kuvvetle çekilir. Böylece iç kısımdaki bir atoma etki eden bütün kuvvetler dengede olur ve atomlar arası mesafe aynı kalır (23). Bu sebepten dolayı katı yapılarda genellikle dengesiz ve düzensiz şekilsel farklılıklar görülür. Bu düzensizlikler yüzey boyunca farklı enerji değişimine neden olur. Ayrıca yüzey enerjisindeki bu değişimler diğer fazların bu yüzeyler ile ilişkisini de etkiler.

Sıvı yüzeyindeki moleküller birbirlerinden ayrı dururlar ve buharlaşma yolu ile uzaklaşırlar. Moleküller veya atomlar arası mesafedeki bu artış, moleküller veya atomlar arasındaki mesafenin artması, atomların veya moleküllerin birbirine daha güçlü çekim uygulamalarına ve sonuçta çekim enerjisinin artmasına neden olur. Bu olay yüzeyde bir çekim kuvveti oluşturarak, sıvının damlalar halinde yayılmasını sağlar. Bir sıvı damlası, küresel yapıda olması ile yüzey alanı azalarak, mümkün olan en düşük enerjiye sahip olur (4). Ancak bu durum maddenin yüzeyinde değişir. Yüzeydeki bir atoma içerideki atomlar tarafından uygulanan çekme kuvveti, yüzey üzerindeki gaz ortamın atomları tarafından dengelenemez. Bunun sonucunda yüzeydeki atomlarla içerideki komşu atomlar arasındaki mesafe azalır ve dengelenmemiş kuvvetlerden doğan bir enerji fazlalığı ortaya çıkar. Diğer bir ifadeyle atomlar etrafındaki doymamış bağlar yüzey enerjisine neden olurlar. Dolayısıyla katı ve sıvıların yüzeyindeki atomlar iç kısımdaki atomlardan daha fazla enerjiye (yüzey enerjisi) sahiptir. Yüzey atomlarının sahip olduğu bu enerji fazlalığı yüzey gerilimi denilen bir olayı meydana getirir ve bu gerilme, dengelenmemiş kuvvetlerin bileşkesine eşittir (1, 3, 12).

Doğadaki tüm maddelerin düşük enerjiye ulaşma eğilimi vardır. Madde uygun koşulu bulduğunda enerjisini azaltır. Yüzey enerjisini azaltmak için hareketli olan moleküller veya atomlar yüksek enerjili yüzeylerde konsantre olurlar. Bir katının yüzey enerjisini azaltmak için çeşitli sıvılar veya gazlar ile oluşturduğu temas, sıvı veya gazın,

katı ile olan temasının şekline göre değişik şekillerde ortaya çıkar. Katı, sıvı veya gaz etkileşimlerinde de bu olay gözlenebilir (4).

Yüzey gerilimi ile ilgili değerler CGS (santimetre, gram, saniye) sisteminde dyn/cm ya da erg/cm² cinsindedir. Yüzey gerilimi terimi, bir gaz ve likit yüzeyi arasında oluşan gerilimi belirtmek amacı ile kullanılır. Yüzeyler arası gerilim ise katı/sıvı sınırı boyunca oluşan güçlerle belirlenir (40).

Sıvı yüzeyindeki herhangi bir moleküle etkiyen kuvvetlerin bileşkesi içeri doğrudur. Yüzeydeki moleküllerin bu şekilde içeriye doğru uygulanan bir kuvvete maruz kalmasıyla sıvının yüzeyi mümkün olduğunca küçülür. Yüzey- hacim oranının en küçük olduğu şekil küre olduğu için sıvı tanecikleri küre şeklinde olmaya eğilimlidir (41). Yüzey enerjisi ne kadar yüksekse, adezyon kapasitesi o kadar fazladır.

2.3.1. Temas Açısı

Katı yüzeyin, bir sıvı damlası 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 (θ), katı yüzey üzerinde sıvı, katı ve üçüncü bir ortamı oluşturan gazın (hava) birleşim noktasından, sıvı damlasının katı yüzeyde oluşturduğu küresel şekle teğet çizilen çizginin, katı yüzeyle oluşturduğu açı olarak tanımlanır (21, 42).

Açının büyüklüğü, sıvının kendi molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri (kohezyon kuvvetleri) ile sıvı-katı arasındaki çekim kuvvetlerinin (adezyon kuvvetleri) 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 (23). Temas açısı küçüldükçe adezivin, aderentin yüzeyi üzerindeki bozuklukları doldurma yeteneğinin de artacağı anlaşılır. Ayrıca adezivin viskozitesi ile yüzey gerilimi de yüzeydeki boşlukları doldurma eğilimindedir.

Temas açısının büyüklüğü, katı yüzeyin düzlüğü, temizliği ve sıvının saflık derecesine de bağlıdır. Damlacığın temas açısının değeri, damlacık yüzeye tam olarak yayıldığı ana kadar maksimum değere ulaşır. Bu durumda ölçülen temas açısına ilerleyen temas açısı adı verilir. 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 (4).

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:

$$\gamma_S \cdot \cos \vartheta = \gamma_K - \gamma_{KS}$$

γ_S = Sıvının yüzey enerjisi

γ_K = Katının yüzey enerjisi

γ_{KS} = Katı-sıvı yüzeyler arası gerilim

2.3.1.1. Islanabilirlik

Bir sıvı damlasının katı yüzey üzerinde yayılma derecesi, ıslanabilirlik olarak tanımlanır. İki katı yüzeyin adezyonu çok zordur. Yüzeyleri ne kadar düzgün ve pürüzsüz görünse de atomik veya moleküler boyutlar göz önüne alındığında yine de düzensiz bir yapı söz konusudur. Dolayısıyla bunlar yan yana getirildiğinde yalnızca tepeler veya yüksek noktalar temas eder. Bu sahalar toplam yüzeyin çok ufak bir kısmını oluşturduğu için önemli bir adezyon meydana gelmez.

Oysa ki katı yüzeyler arasında daha büyük temas alanı oluşturabilecek sıvıların kullanılması ile daha kuvvetli adezyon meydana getirilebilir. Çok iyi cilalanmış iki cam yüzeyi birbirleri ile temas ettirildiğinde adezyon meydana gelmez, ancak araya ince bir su tabakası konulduğunda bunları birbirinden ayırmak zordur (4). Bu şekilde bir adezyon yaratabilmek için sıvının tüm yüzeyde kolayca yayılması gerekir. Sıvının bu özelliğine ıslatma, yüzeyde ortaya çıkan bu duruma ise ıslanma adı verilir (1).

Sıvı yüzeyinin, sıvı ile katıyı ayıran yüzey ile oluşturduğu açı olarak ifade edilen temas açısı ıslanabilirlik derecesinin ölçümünde kullanılmaktadır. 0° (derece) temas açısı tam ıslanmayı ifade ederken, düşük değerler iyi ıslanabilirliği, 90° (derece)'den büyük değerler zayıf ıslanabilirliği ifade eder. Hidrofobik materyaller su ile yüksek

temas açısı göstermektedir. Bir adezivın ıslatabilme miktarı genellikle adeziv ile adherent arasındaki temas açısı ile belirlenir. Eğer adeziv molekülleri, adherentin molekülleri tarafından, kendi moleküllerinden daha fazla çekilirse sıvı adezive tüm yüzeyde uygulanan kuvvet adeziv moleküllerini bir arada tutan kohezyon kuvvetlerinden daha büyük olur (4). Yüksek temas açısı, bir ölçü materyali ile alçı arasında daha fazla ve daha büyük hava kabarcıklarının kalmasına neden olur. Bu durum özellikle dişeti cebinin ölçüsü alınırken önemlidir. Bu bölgedeki cep sıvıları ve olası bir kanama ölçününün net olmamasına neden olur (23).

Islanabilirlik ölçümlerinde önemli olan diğer faktörler; yüzey şekli, ortam sıcaklığı, yüzey kontaminasyonu, yüzeyin kimyasal ve fiziksel özellikleri, sıvının viskozitesi ve kimyasal uygunluğudur.

2.3.2. Yüzey Enerjisi Ölçümü

Yüzey gerilimi veya enerjisinin sayısal olarak belirlenebilmesi için yüzeyin tanımlanabilmesi önemlidir. Bu gerilimi ölçme yöntemleri, sıvı ve katılarda farklılık göstermektedir. Sıvıların yüzey enerjisinin ölçümü, katıların yüzey enerjilerinin ölçümünde bize yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, katı maddelerin yüzey enerjisinin belirlenebilmesi için önce sıvı maddelerin yüzey enerjisinin incelenmesi gerekmektedir (23).

2.3.2.1. Sıvılarda Yüzey Enerjisinin Ölçülmesi

Sıvılarda yüzey enerjisi, statik ve dinamik durumlarına göre iki farklı şekilde ortaya çıkar. Bir sıvının yüzey enerjisi, sıvı-hava ara yüzeyindeki moleküllerin enerjileri ile belirlenir. Sıvılarda statik veya dinamik olarak yüzey enerjisi ya tek başına duran bir sıvının yüzeyinde ya da temas halindeki iki sıvı yüzeyinde bir gerilim yaratılarak ölçülür. Gerilim yaratmak için uygulanan maksimum basınç direk olarak yüzey enerjisi ile ilişkilidir. Maksimum basınç değerinin bulunması ve sıvının yüzey enerjisi çeşitli hesaplamalar ile belirlenir. Statik durumdaki sıvılarda yüzeyler veya ara yüzeylerde denge vardır ve bu durum sıvının yapısına bağlıdır. Genelde saf sıvılar çok çabuk dengeye ulaşırken, solüsyonlar için bu süre bazen dakikaları bulacak kadar uzun olabilir. Statik ölçümler dengede olan yüzey veya ara yüzeyler için geçerlidir (23).

2.3.2.2. Katılarda Yüzey Enerjisi ve Temas Açısının Ölçülmesi

Ölçü maddelerinin yüzey özellikleri, ağız içi dokuların net ve doğru kaydedilmesini büyük oranda etkiler. Elastomerik ölçü maddelerin yüzey gerilimi ve yüzey enerjisi bu maddelerin ağız içindeki davranışlarını etkileyen önemli özelliklerdir (21, 26, 43). 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 kullanılır. Durağan damla yöntemi (Sessile drop yöntemi) ve yakalanmış kabarcık yöntemleri, optik teleskop yöntemlerinden olup, sıklıkla kullanılmaktadır.

Durağan Damla Sistemi

Katılarda yüzey enerjisinin ölçülmesinde kullanılan bir yöntemdir (21). Bu yöntemde belirli hacimdeki su damlası katı yüzey üzerine yerleştirilerek, yüzey ile damlacık arasındaki temas açısı ölçülür. Temas açısının değeri direkt olarak oluşan kabarcık ve katı-hava ara yüzeyinden ölçülebileceği gibi, hacmi 1 μ l'den küçük olan sıvılar için damlacığın yükseklik ve çapı kullanılarak da hesaplanabilir.

Temas açısı ölçüm cihazı ile 0,05 ml distile su damlatılarak ölçü maddelerinin temas açısı ölçülebilir. ISO 4823:2000'e göre ölçü maddesinin karıştırılıp uygulanmasına kadar olan süreyi 25 sn olarak belirlemiştir (23, 44).

2.4. Mikro-BT

1970'lerin başında bilgisayarlı tomografinin geliştirilmesinden sonra diagnostik görüntüleme teknolojilerinde ilerlemeler görülmüştür. Materyallerin ve dokuların yoğunluklarının uzaysal dağılım haritaları çıkarılarak farklı açılardan elde edilen görüntüler birleştirilip üç boyutlu görüntüler elde edilmiştir. Mikrotomografi sistemi ilk kez 1980'lerin başında Jim Elliott tarafından geliştirilmiş ve 5-50 μ m kalınlıkta kesitler alınarak küçük tropik bir yılan incelenmiştir (45). 1999 yılında Rhodes mikrotomografıyı deneysel endodonti örneklerinde kesit almada kullanmıştır.

Deneysel araştırmalar bilimin, eğitimin, klinik uygulamaların gelişiminde çok önemli yer tutmaktadır. Günümüzde bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte

deneysel araştırmalarda dijital teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Mikrotomografi yöntemi diş hekimliği araştırmalarında birçok alanda kullanılmaktadır. Bilgisayarlı tomografi, X-ışınının bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinin ürünüdür ve vücudu kesitler şeklinde görüntüler. Bilgisayarlı tomografi tarayıcıları ile 1-2 mm kalınlıkta kesit alınabilir. Örnekten alınan kesit sayısının çokluğu, ve kesit kalınlığının ince olması örnekten daha fazla bilgi alınmasını sağlayarak elde edilen görüntünün çözünürlüğünü artırır (45). Çözünürlüğün artırılmasını sağlamak için kesitsel kalınlığı mikrometre cinsinden ifade edilen mikrotomografi cihazları geliştirilmiştir. Mikrotomografi tarayıcılar 5-50 µm kalınlıkta kesit alarak yüksek çözünürlüklü taramaları olanaklı kılmaktadır (46). Mikro-BT, yüksek çözünürlük ve magnifikasyon ile mineralize dokuları üç boyutlu görüntüleyebilir. Mikro-BT genel yapı olarak bilgisayarlı tomografiye benzemektedir. Mikrotomografi cihazının ana parçaları X-ışını tüpü, üzerine sabitlenen örneği belli aralıklar ile çeviren bilgisayar kontrollü bir adım motoru, ortamdaki X-ışınının kamera sensörü üzerine yoğunlaştıran görüntü yoğunlaştırıcı, üzerine düşen X-ışınlarını görüntü verisine çeviren bir CCD kamera, görüntü toplayıcısı ve tüm bunları kontrol eden bir bilgisayardan oluşmaktadır (46).

2.4.1. Mikro-BT'nin Temel Prensipleri

Mikro-BT ve bilgisayarlı X ışınlı tomografide temel prensipler aynıdır. X ışınlı tomografi sistemi, numune preparasyonu ya da kimyasal fiksasyon gerektirmeden üç boyutlu görüntüleme ve ölçüme izin verir (5).

Bir röntgen gölge görüntüsü, üç boyutlu bir nesnenin iki boyutlu bir projeksiyonunu temsil eder. Yani röntgen ışınması bu gölge görüntüye paralel olarak tanımlanabilir. Oluşan gölge görüntüsünün üzerindeki her nokta ilgili kısmı röntgen ışınının yolu boyunca nesne tarafından radyasyonun emilme bilgisinin birleşimini içerir. Mikro BT'nin temel çalışma prensibi de tek boyutlu gölge çizgilerden iki boyutlu nesne dilimlerinin seri halde yeniden üretiminden iki boyutlu projeksiyonların üretilmesi ve iki boyutlu projeksiyonlardan da üç boyutlu projeksiyonların üretilmesine dayanır (47).

X ışını görüntülemesi için, x ışınları nesnenin içinden geçirildiğinde ışınlar saçılır ya da absorbe edilir. Bir BT kesitindeki grilik derecesi x ışını zayıflama katsayısına karşılık gelir ve her bir vokselden geçerken saçılan veya soğurulan x ışını oranını yansıtır. Birçok yönden kesit düzleminde gönderilen x ışınının yoğunluğundaki

azalma ölçülerek BT görüntüsü oluşturulur. Bu kesit düzeninde x ışını dağılımının düzenlenmesi için özel bir algoritma kullanılmaktadır. Ardışık BT görüntüleri kullanılarak bütün hacmi tanımlayan bir bilgi elde edilir.

Mikro-BT taraması esnasında nesne sabit bir dönme hareketi ile 180 veya 360 derece döner. Her açısal konumda bir gölge görüntüsü veya iletim görüntüsü elde edilir. Bilgi edinme programı bütün bu projeksiyon görüntülerini diske kaydeder. Taramadan sonra veri seti bir set normal transmisyon röntgen görüntüsü içerir. Elde etme sona erdiğinde, yeniden yapılandırma başlayacaktır. Elde edilen gölgesel açı projeksiyonları nesnenin içinden sanal dilimlerin yeniden yapılandırılması için kullanılacaktır. Yeniden yapılandırmanın tamamlanmasıyla 3 boyutlu modeller oluşturulmuş olur. Görüntüler üzerinden analiz yapılabilmesi için dosyalar oldukça büyük olduğundan terabayt büyüklükte harici belleklerin kullanılarak verilerin transfer edilmesi önerilmektedir. Görüntü analiz yazılımları kopyalanarak yüksek hafıza kapasiteli bilgisayarlara yüklenerek çalışılabilir (47).

Mikro-BT ile kemik ve diş gibi mineralize dokular, biyomateryaller, polimerler, seramikler gibi çok çeşitli materyaller incelenebilir. Çevre dokulardan daha yoğun bir kontrast madde serpilerek yumuşak dokular da incelenebilir. Bu sistemin gelişmesiyle yeni nesil cihazlarla canlı küçük hayvanlarda in vivo görüntüleme yapılabilir (48). Diş hekimliğinde diş dokuları ile ilgili ölçümlerde, kök kanal morfolojisinin incelenmesi ve preparasyonun değerlendirilmesinde, kemik gelişimi ve tamirinin değerlendirilmesinde, doku mühendisliğinde, mineral konsantrasyonunun ölçülmesinde, implantolojide ve implant çevresindeki kemiğin değerlendirilmesinde kullanılabilir (49).

Mikro-BT ile elde edilen verilerden çeşitli bilgisayar programları aracılığıyla ilgilenilen yapıları daha iyi gösteren üç boyutlu görüntüler oluşturulabilir. Bu işlem yeniden yapılandırma anlamına gelen '3D rekonstrüksiyon' olarak adlandırılır. Mikro-BT, numune preparasyonu ya da kimyasal fiksasyon gerektirmeden üç boyutlu görüntüleme ve ölçüme izin verir. Mikro-BT örnek hazırlama veya kimyasal sabitleme olmadan görselleştirme ve tam 3D nesne yapılarının ölçümünü sağlar (5). Mikrotomografi sistemlerinin geliştirilmesiyle daha yüksek çözünürlükte görüntülerin elde edilmesi sağlanacaktır ve mikrotomografi in vivo ve in vitro çalışmalar açısından önemli bir araştırma aracı haline gelecektir (46).

Bu çalışmanın H0, a hipotezi, 14 gün boyunca VPES, VPS ve PE' nin boyutsal stabiliteleri arasında fark olmadığıdır. H0, b hipotezi kullanılan ölçü maddelerinin temas açıları arasında fark olmadığıdır. H1, a hipotezi kullanılan ölçü maddeleri arasında 14 gün boyunca boyutsal stabilitede fark olduğudur. H1, b hipotezi kullanılan ölçü maddelerinin temas açıları arasında fark olduğudur.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Merkezi (İÜBAM) ve Bilkent Üniversitesi Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi'nde (UNAM) gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada; üç farklı ölçü maddesi olan VPES, VPS ve PE' nin zamana bağlı boyutsal değişiminin Mikro-BT yöntemi ile değerlendirilmesi ve bu ölçü maddelerinin polimerizasyon boyunca ve polimerizasyon sonrasındaki temas açısı ölçümü yapılarak ıslanabilirliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

3.1. Ölçü Maddeleri

Deneyle süresince, standardizasyonu sağlamak amacıyla, otomatik karıştırma sistemleri olan ölçü maddeleri ve tek aşamalı (monofaz) ölçü maddeleri kullanılmıştır. Bu ölçü maddeleri Tablo 3. 1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan ölçü maddeleri ve markaları

ÜRÜN ADI	ÖLÇÜ MADDELERİNİN TİPİ	ÜRETİCİ FİRMA	OTOMATİK KARIŞTIRICILAR	OTOMATİK KARIŞTIRICI FİRMALARI
EXA'lence Monophase	370 Regular set VPES	GC America Inc Alsip, Ill	Modulmix	Zhermack, DS-50, Rovigo, Italy),
Monopren transfer	VPS	Kettenbach, USA	Dispencer D2	Zhermack, DS-50, Rovigo, Italy),
Impregum Penta Soft	Medium body PE	3M ESPE AG Seefeld, Germany	Pentamix II	3M ESPE, Seefeld, Germany

İki pat halinde bulunan ölçü maddelerinin homojen karışımını oluşturabilmek için otomatik karıştırıcılar kullanılmıştır.

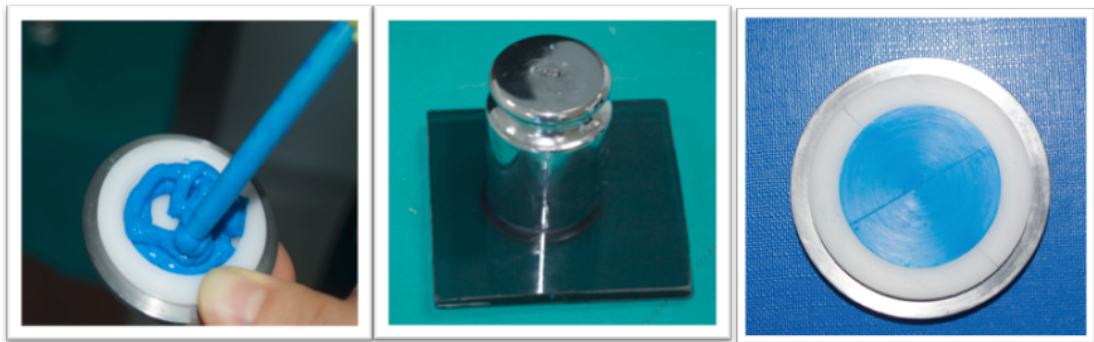
3.2. Örneklerin Hazırlanması

ADA/ANSI sınıflaması no: 19'a göre 3 mm yüksekliğinde 30 mm çapında teflon kalıp ile örnekler tek bir kişi tarafından standart olarak hazırlandı.

Her bir örnek hazırlanırken, karışımın homojen olmayan 2 cm'lik ilk kısmı kullanılmadı. Kullanılacak ölçü materyalleri kalıpların içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirildi. İlk olarak VPS ölçü maddesi teflon kalıba yerleştirildi (Şekil 3.1). Ölçü maddelerinin her birinden 10 adet örnek hazırlandı (n=10).



Şekil 3.1. VPS ölçü maddesi



Şekil 3.2. VPS ölçü örneklerinin hazırlanışı

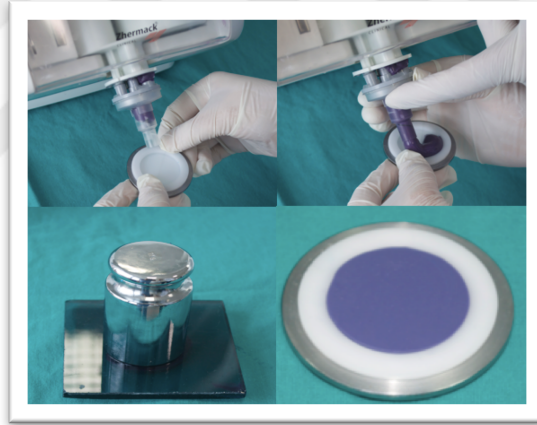
Kalıp içine yerleştirilen ölçü maddesinin polimerizasyonu tamamlanana kadar üzerine cam bir tabla ve 1 kg ağırlığında yük konulmuştur. Böylece standart kalınlıkta örnekler hazırlanmıştır. Polimerizasyonu tamamlanan her örnek % 2'lik gluteraldehit

solüsyonunda 10 dk bekletildi. Daha sonra örnekler 15 sn distile suda yıkayıp havası alınmış saklama poşetlerinde saklandı. % 2'lik gluteraldehit solüsyonu İnönü Üniversitesi Kimya Bölümünde hazırlandı.

Aynı işlemler VPES ve PE ölçü maddesi içinde uygulandı (Şekil 3.4 ve Şekil 3.6)



Şekil 3.3. VPES ölçü maddesi



Şekil 3.4. VPES ölçü örneklerinin hazırlanışı



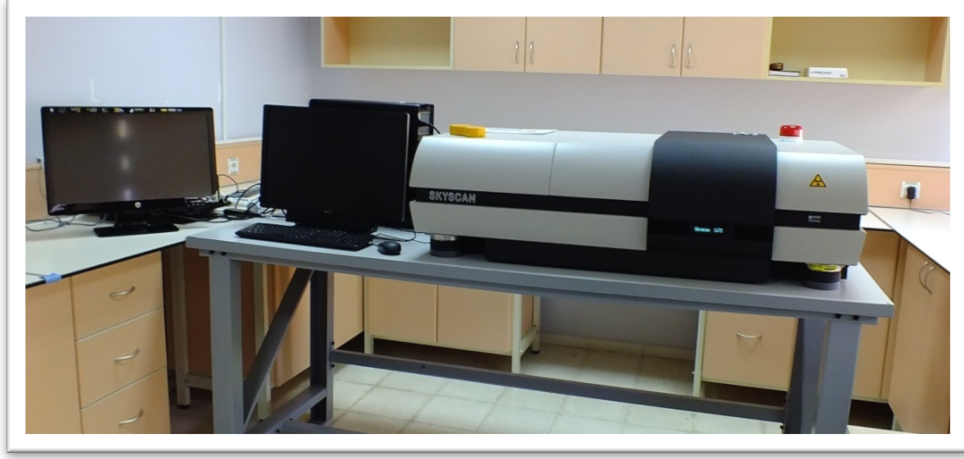
Şekil 3.5. PE ölçü maddesi



Şekil 3.6. PE ölçü örneklerinin hazırlanışı

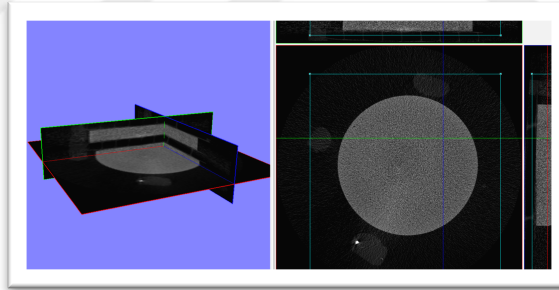
3.3. Mikro – BT taraması

Elastomerik ölçü maddelerinden hazırlanan tüm örnekler, İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkez’inde bulunan Mikro-BT cihazı (Sky Scan 1172) ile tarandı. Örneklerin ilk taraması örnekler polimerize edildikten sonra yapıldı (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. SkyScan 1172 Mikro-BT cihazı ve verilerin kaydedildiği bilgisayar

Her bir örnek tomografi cihazının döner platformuna sabitlendi. Daha sonra tarama işlemine geçildi. Örnekler SkyScan1172 Compact 11 Mega Piksel kamera yardımıyla tarandı. Her bir örnekten 13.6 mikron boyutunda toplam 200-220 kesit alındı (Şekil 3.8). Kesitlerden alınan DICOM (Digital Imaging and Commumation in Medicine) uyumlu görüntüler BMP (Bit Map Picture) formatına dönüştürüldü.

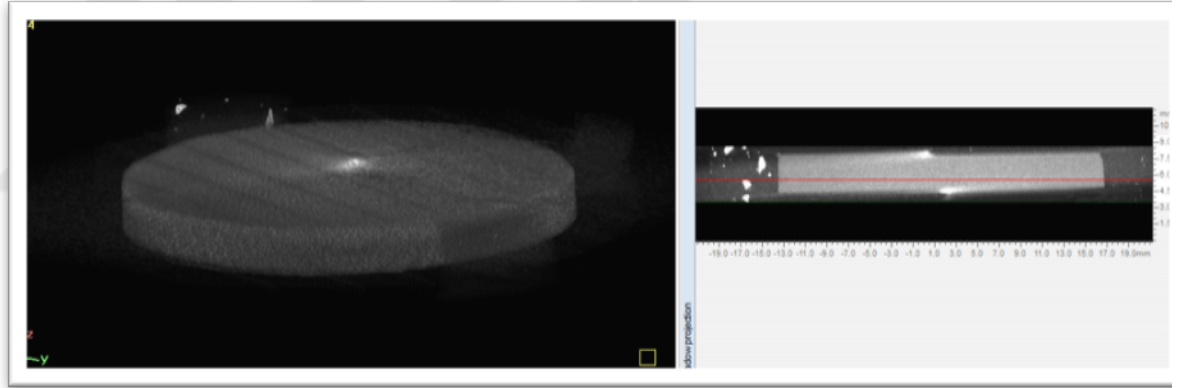


Şekil 3.8. Ölçü maddesinin kesit görüntüsü

Kayıt verisinin CTAn (SkyScan, Contich, Belgium) yazılımında işlenmesi ve modellenmesi şu şekilde yapıldı;

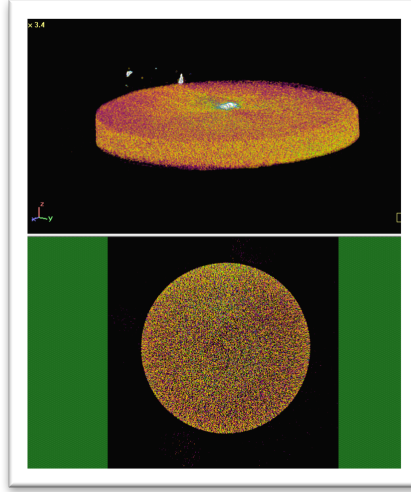
- Verinin yazılıma aktarılması (Import): BMP formatındaki veri CTAn temel modülünde yer alan import fonksiyonu yardımıyla yazılım içerisine taşındı.
- Ayrıştırma (Segmentation): Ayrıştırma işlemi yapıldı. İstenilen bölgenin diğer yapılardan ayrıştırılarak farklı renklerde gösterildiği formatta bir 3 boyutlu model oluşturuldu (Şekil 3.9).

- Profil Line (Profil çizgisi): Aksiyel kesitler üzerinde ayrıştırılacak bölgenin Hounsfield Unit (HU) değerleri ile yoğunluk profilinin belirlenmesi ve çalışma aralığının tesbiti yapıldı.
 - Thresholding (Çalışma aralığının tesbiti): Değerlendirmeye alınacak maksimum ve minimum yoğunluk değerleri belirlendikten sonra, üç boyutlu modelde yer alması istenen bölgenin bu değerler kapsamında olmasına dikkat edildi.
 - Region Growing (Bölge Geliştirme): Bu fonksiyonun amacı istenmeyen görüntü kirliliklerinin temizlenmesidir. Görüntü artefaktları elimine edilerek üç boyutlu modele dahil olması düşünülmeyen yapılar değerlendirme alanından çıkarıldı.
- c) Model kontrolü ve ölçümü: Elde edilen üç boyutlu model simülatif müdahalelerle teyit edildi ve istenilen bölgenin ölçümlerle tanısal değerlendirmesi yapıldı. Bu basamakta yazılımın “CTVox” modülünden yararlanıldı.



Şekil 3.9. Ölçü maddesinin CTAn (SkyScan, Contich, Belgium)’da 3 boyutlu görüntüsü

Taranan her örnek havası alınmış saklama poşetlerinde $23\pm 1^{\circ}$ C’de bekletildi. Tüm örneklerin 1. saat, 1., 7. ve 14. günlerde Mikro- BT taraması yapıldı. Bu şekilde 3 farklı ölçü materyalinin 1 saat, 1 gün, 7 gün ve 14 gün bekledikten sonra üç boyutlu modellemesi ve hacimsel ölçümü yapılarak boyutsal değişimi hesaplandı (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Ölçü maddesinin hacim ölçümü

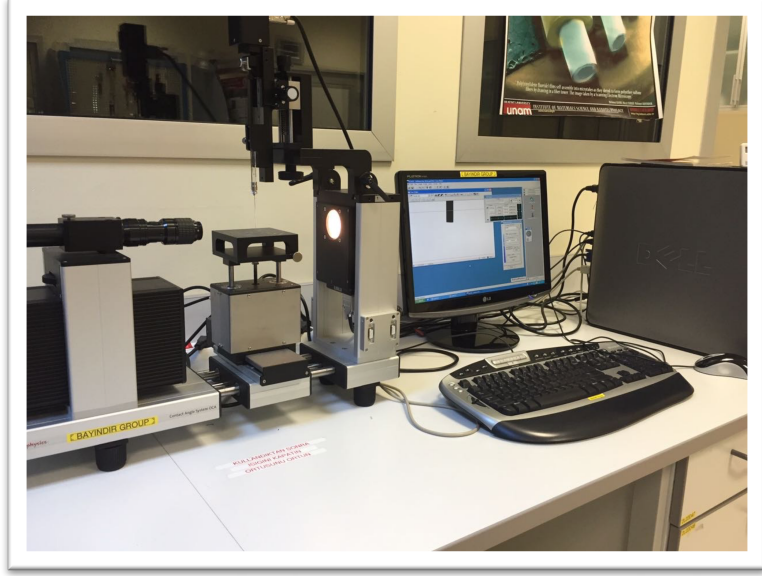
Hacimsel ölçümleri yapılan her ölçü maddesinin 3 farklı noktadan çapları ve yükseklikleri ölçülerek 2 boyutlu olarak da analizleri yapıldı.

3.2. Islanabilirlik Ölçümleri

Çalışmamızda ayrıca VPES, VPS ve PE ölçü maddelerinin durağan damlatma yöntemi ile polimerizasyon boyunca ve polimerizasyon sonrası temas açısı ölçümleri yapıldı.

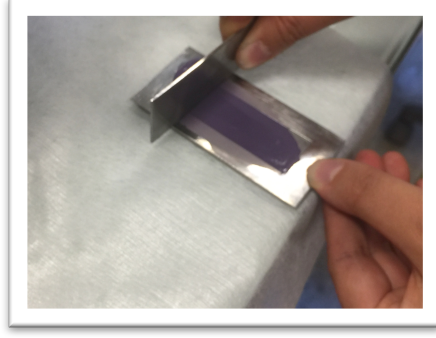
3.2.1. Polimerizasyon Boyunca Islanabilirlik Ölçümleri

50 µm derinliğinde 62mm x 20mm x 3mm boyutunda paslanmaz çelik kalıp ile örnekler standart olarak bir kişi tarafından hazırlandı (23). Değerlendirilecek 3 ölçü maddesinin her birinden 10 adet olmak üzere, toplam 30 adet örnek hazırlandı (n=10). Her bir ölçü maddesi üretici firmanın önerileri doğrultusunda ve otomatik karıştırma tabancası ya da karıştırma cihazı kullanılarak paslanmaz çelik kalıplara yerleştirildi. Örnekler hazırlanırken, karışımın homojen olmayan 2 cm'lik ilk kısmı kullanılmadı. Örnekler kalıba yerleştirildikten sonra yüzey düz hale getirildi. Nem ve sıcaklığın ölçümler üzerinde yapacağı etkileri standardize etmek amacıyla, ortam koşulları %40 nemlilik ve $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlandı.

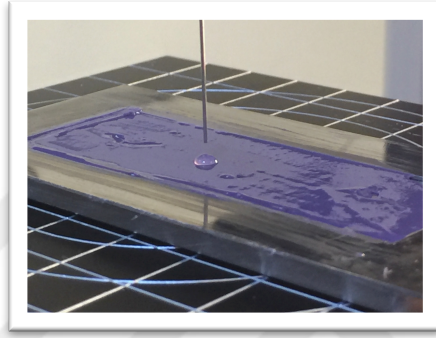


Şekil 3.11. Temas açısı ölçüm cihazı

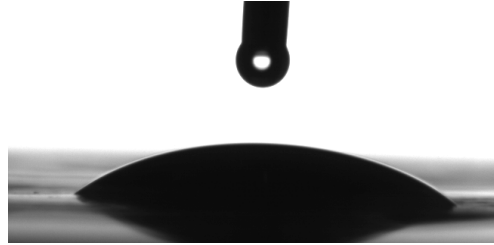
Hazırlanan örneklerin temas açısı ölçümleri OCA 30 (Data Physics Instruments GmbH, Filderstadt, Almanya) cihazıyla yapıldı (Şekil 3.11). Her örnek ölçüm tablasına yerleştirildikten sonra, dijital video kamera örnek yüzeyi üzerine odaklanıp, yazılımdan istenilen miktarda test sıvısı örnek üzerine damlatıldı. Çalışmada test sıvısı olarak distile su kullanıldı. 0,05 ml distile su 2,5 mm uzaklıkta sabitlenerek ölçü materyalinin üzerine damlatıldı (Şekil 3.12.). Temas açısı ölçüm değeri, damlacığın sağ ve sol temas açılarının dijital görüntü üzerinden ayrı ayrı hesaplanıp aritmetik ortalamalarının alınması ile belirlendi (Şekil 3. 13).



Şekil 3.12. Ölçü yüzeyinin düz hale getirilmesi



Şekil 3.13. Suyun damlatılması



Şekil 3.14. Su damlasının bilgisayardaki görüntüsü

3.2.1.1. Polimerizasyon Boyunca Temas Açısı Ölçümleri

ISO 4823:2000 standartları polimerizasyon boyunca temas açısının ilk ölçüm zamanını 25. sn olarak belirlemiştir (44). Bu çalışmada Menees ve ark. (44) yaptığına benzer şekilde ilk 25. sn'deki temas açısı 0. sn olacak şekilde 0, 5, 10, 20, 60, 120 ve 240. sn'lerde 7 farklı zaman diliminde ölçü maddelerinin temas açısı ölçümü yapılarak ıslanabilirlikleri kıyaslandı.

3.2.1.2. Polimerizasyon Sonrası Temas Açısı Ölçümleri

Polimerizasyon sonrasında ıslanabilirlik ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazı, testlerin yapıldığı ortam şartları, kullanılan test sıvısı ve miktarı, değerlendirme yapılan zaman dilimleri, polimerizasyon boyunca ıslanabilirlik ölçümleri ile aynıdır.

Aynı koşullar altında 3 ölçü maddesinin her birinden 10 adet olmak üzere, toplam 30 adet örnek hazırlandı. (n=10) Kalıp içine yerleştirilen ölçü malzemesinin polimerizasyonu tamamlanana kadar üzerine cam bir tabla ve 1 kg ağırlık uygulandı. Böylece standart kalınlıkta örnekler hazırlanmıştır. Örnekler yüzey kontaminasyonunu önlemek amacıyla temas açısı ölçümleri yapılana kadar alüminyum folyolara sarılarak 24 saat bekletildi. Hazırlanan örneklerin 24 saat sonra polimerizasyon sonrası temas açısı ölçümleri yapıldı. Polimerizasyon sonrası temas açısı ölçümü, polimerizasyon boyunca yapılan işlemlerdeki gibi yapıldı.

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirildi ve parametrelerin normal dağılım göstermediği saptandı. Parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi kullanıldı. Gruplar arasında fark tespit edildiğinde post hoc test olarak Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U test kullanıldı ve anlamlılık düzeyi $p<0.01$ olarak alındı. Grup içi karşılaştırmalarında Friedman testi, farklılığa neden olan zamanın tespitinde ise Wilcoxon Sign Rank testi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda, 3 farklı elastomerik ölçü maddesi olan VPES, VPS ve PE'nin zamana bağlı boyutsal değişimi Mikro-BT yöntemi ile değerlendirildi ve bu ölçü maddelerinin polimerizasyon boyunca ve polimerizasyon sonrası temas açısı ölçümü yapılarak ıslanabilirlikleri karşılaştırıldı.

4.1. Ölçü Maddelerindeki Boyutsal Değişimin Değerlendirilmesi

Kullanılan elastomerik ölçü maddeleri arasında boyutsal değişim açısından istatistiksel olarak farklılık görülmemektedir ($p < 0.05$). Hacim ölçümlerine ait ortalama değerler, standart sapmalar Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterildi.

Tablo 4.1. Hacim ölçümlerine ait ortalama değerler, standart sapmalar

Hacim verileri	VPES	VPS	PE	¹ p
	Ort±SS(mm ³)	Ort±SS(mm ³)	Ort±SS(mm ³)	
1 saat (T1)	2248,88±73,99	2232,89±51,75	2249±126,71	0,842
1 gün (T2)	2231,11±46,28	2235,78±52,09	2235,7±117,4	0,475
7 gün (T3)	2217,05±47,23	2221,78±42,38	2242,5±117,96	0,705
14 gün (T4)	2208,12±62,8	2218,63±62,94	2235,51±123,53	0,991
² p	0,004*	0,753	0,392	
T1-T2 ³p	0,074	0,721	0,241	
T1-T3 ³p	0,017*	0,139	0,386	
T1-T4 ³p	0,017*	0,285	0,241	
T2-T3 ³p	0,028*	0,203	0,721	
T2-T4 ³p	0,047*	0,386	0,508	
T3-T4 ³p	0,285	0,799	0,646	

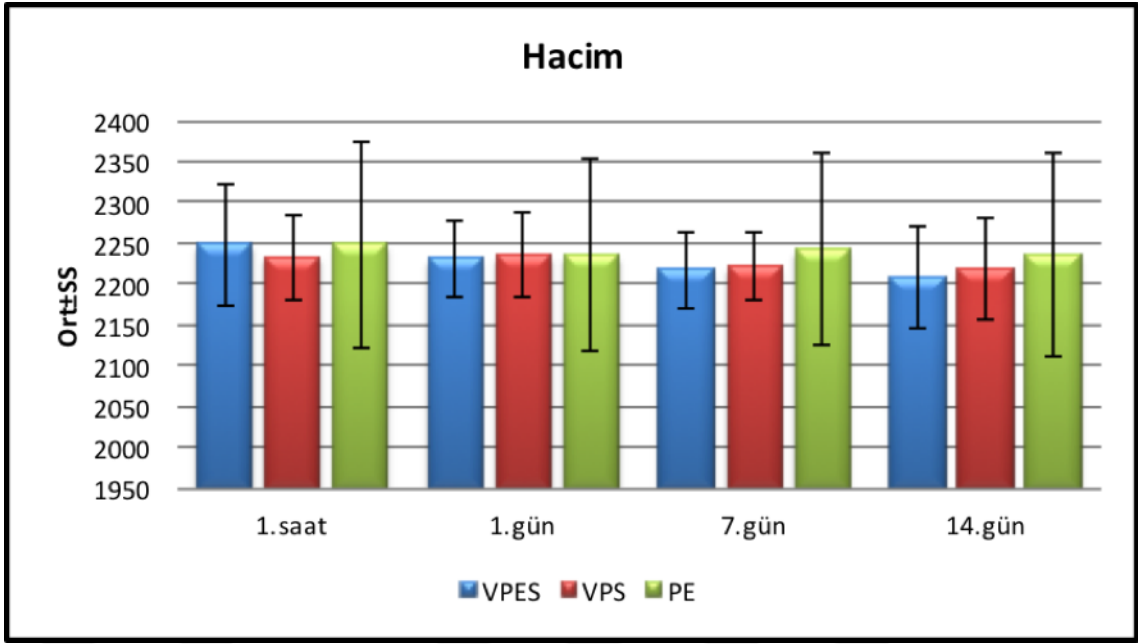
¹Kruskal Wallis test

²Friedman test

³Wilcoxon işaret testi

* $p < 0.05$

Gruplar arasında T1, T2, T3 ve T4 zamanları hacim verileri ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).



Şekil 4.1. Ölçü maddelerine ait hacim değişim ortalamalarının grafiksel görüntüsü

VPES grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları hacim ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.004$; $p<0.05$). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanı hacim ortalamalarına göre T2 zamanında anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), T3 ve T4 zamanları hacim ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T2 hacim ortalamalarındaki düşüş, T3 ve T4 hacim ortalamalarındaki düşüşlere göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T3'e göre T4 zamanında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

VPS grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları hacim ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

PE grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları hacim ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Çap ölçümlerine ait ortalama değerler, standart sapmalar Tablo 4.2 ve Şekil 4.2’de gösterildi.

Tablo 4.2. Grup içi ve gruplar arasında çap ölçümlerinin değerlendirilmesi

ap ölçümü	VPES	VPS	PE	¹ p
	Ort±SS(mm)	Ort±SS(mm)	Ort±SS(mm)	
1 saat (T1)	30,2±0,08	30,21±0,13	30,13±0,09	0,026*
1 gün (T2)	30,17±0,08	30,21±0,07	30,16±0,04	0,294
7 gün (T3)	30,16±0,07	30,15±0,06	30,07±0,06	0,011*
14 gün (T4)	30,15±0,05	30,12±0,07	29,98±0,08	0,001*
² p	0,045*	0,033*	0,001*	
T1-T2 ³ p	0,646	0,508	0,415	
T1-T3 ³ p	0,017*	0,114	0,047*	
T1-T4 ³ p	0,028*	0,037*	0,005*	
T2-T3 ³ p	0,386	0,022*	0,005*	
T2-T4 ³ p	0,285	0,053	0,241	
T3-T4 ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	

¹Kruskal Wallis test ²Friedman test ³Wilcoxon işaret testi *p<0.05

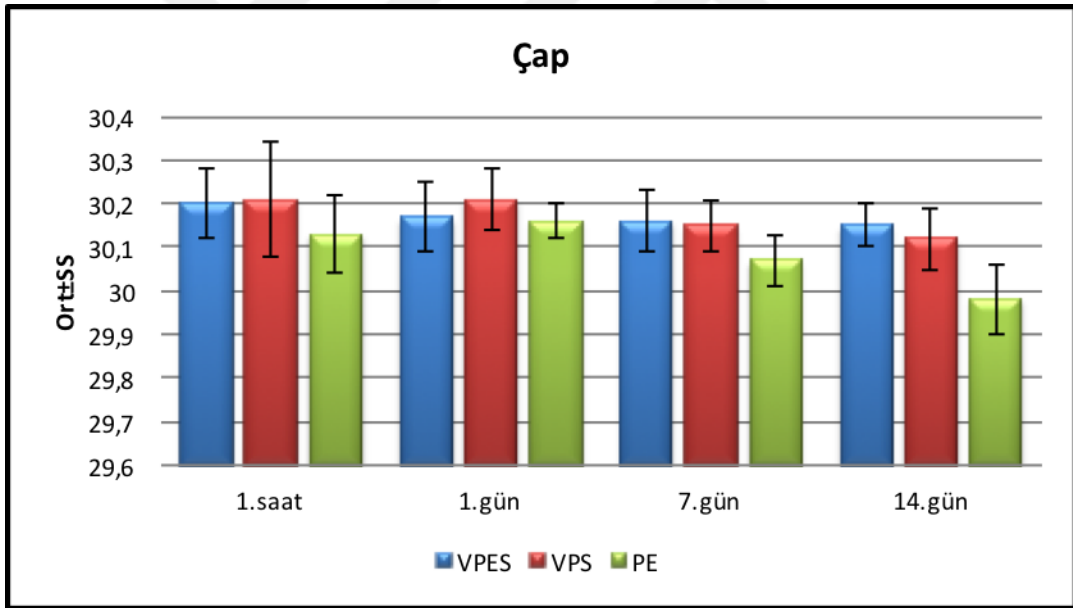
Gruplar arasında T1 zamanı çap ölçümü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.026; p<0.05). Farklılığın tespiti için Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U test uygulanmış ve anlamlılık düzeyi p<0.017 olarak saptanmıştır. Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun T1 zamanı çap ölçümü ortalamaları, PE grubunun ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu (p:0.008; p<0.017). Diğer gruplar arasında T1 zamanı çap ölçümü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.017).

Gruplar arasında T2 zamanı çap ölçümü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Gruplar arasında T3 zamanı çap ölçümü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.011; p<0.05). Anlamlılığın tespiti için

yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; PE grubunun T3 zamanı çap ölçümü ortalamaları, VPES (p:0.005) ve VPS (p:0.015) gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p<0.017). VPES ve VPS grupları arasında T3 zamanı çap ölçümü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0.017).

Gruplar arasında T4 zamanı çap ölçümü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.001; p<0.05). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; PE grubunun T4 zamanı çap ölçümü ortalamaları, VPES ve VPS gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.001; p<0.017). VPES ve VPS grupları arasında T4 zamanı çap ölçümü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.017).



Şekil 4.2. Ölçü maddelerine ait çap ortalama değerlerinin grafiksel görünümü

VPES grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları çap ölçümü ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.045; p<0.05). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T2 zamanında anlamlı bir değişim görülmezken (p>0.05), T3 ve T4 zamanları çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05). T2 zamanına göre T3 ve T4 zamanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir

değişim görülmemiştir ($p>0.05$). T3 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T4 zamanı çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

VPS grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları çap ölçümü ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.033$; $p<0.05$). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T2 ve T3 zamanlarında anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), T4 zamanı çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T2 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T3 zamanı çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), T4 zamanında görülen düşüş anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T3 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T4 zamanı çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

PE grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları çap ölçümü ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T2 zamanında anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), T3 ve T4 zamanları çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T2 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T3 zamanı çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$); T4 zamanında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T3 zamanı çap ölçümü ortalamalarına göre T4 zamanı çap ölçümü ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Yükseklik ölçümlerine ait ortalama değerler, standart sapmalar Tablo 4.3 ve Şekil 4.3' de gösterildi.

Tablo 4.3. Grup içi ve gruplar arasında yükseklik ölçümlerinin değerlendirilmesi

Yükseklik verileri	VPES	VPS	PE	¹ p
	Ort±SS(mm)	Ort±SS(mm)	Ort±SS(mm)	
1 saat (T1)	3,11±0,04	3,16±0,16	3,25±0,17	0,096
1 gün (T2)	3,09±0,04	3,13±0,09	3,19±0,13	0,044*
7 gün (T3)	3,08±0,04	3,07±0,08	3,21±0,15	0,017*
14 gün (T4)	3,06±0,04	3,01±0,07	3,19±0,15	0,001*
² p	0,011*	0,001*	0,043*	
T1-T2 ³ p	0,021*	0,327	0,047*	
T1-T3 ³ p	0,008*	0,017*	0,114	
T1-T4 ³ p	0,012*	0,009*	0,017*	
T2-T3 ³ p	0,138	0,009*	0,386	
T2-T4 ³ p	0,037*	0,009*	0,799	
T3-T4 ³ p	0,037*	0,037*	0,386	

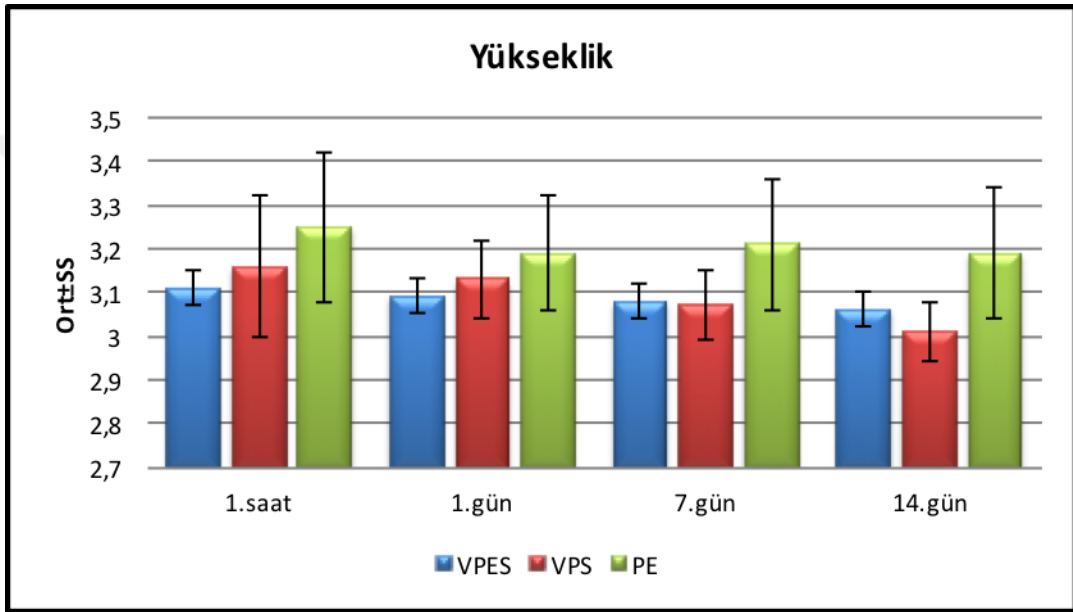
¹Kruskal Wallis test ²Friedman test ³Wilcoxon işaret testi *p<0.05

Gruplar arasında T1 zamanı yükseklik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Gruplar arasında T2 zamanı yükseklik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.044; p<0.05). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPES grubunun T2 zamanı yükseklik ortalamaları, PE grubunun ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.009; p<0.017). Diğer gruplar arasında T2 zamanı yükseklik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.017).

Gruplar arasında T3 zamanı yükseklik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.017; p<0.05). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; PE grubunun T3 zamanı yükseklik ortalamaları, VPES (p:0.010) ve VPS (p:0.013) gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu (p<0.017). VPES ve VPS grupları arasında T3 zamanı yükseklik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.017).

Gruplar arasında T4 zamanı yükseklik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; PE grubunun T4 zamanı yükseklik ortalamaları, VPES ($p:0.005$) ve VPS ($p:0.001$) gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0.017$). VPES ve VPS grupları arasında T4 zamanı yükseklik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.017$).



Şekil 4.3. Ölçü maddelerine ait yükseklik ortalama değerlerinin grafiksel görünümü

VPES grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları yükseklik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.011$; $p<0.05$). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T2, T3 ve T4 zamanları yükseklik ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T2 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T3 zamanında anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), T4 zamanı yükseklik ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T3 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T4 zamanı yükseklik ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

VPS grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları yükseklik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Anlamlılığın tespiti

için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T2 zamanında anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), T3 ve T4 zamanları yükseklik ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T2 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T3 ve T4 zamanları yükseklik ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T3 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T4 zamanı yükseklik ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

PE grubunda; T1, T2, T3 ve T4 zamanları yükseklik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.043$; $p<0.05$). Anlamlılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T3 zamanında anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), T2 ve T4 zamanları yükseklik ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). T2 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T3 ve T4 zamanları yükseklik ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). T3 zamanı yükseklik ortalamalarına göre T4 zamanı yükseklik ortalamalarında anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$).

4.2. Ölçü Maddelerinin Temas Açılarının Değerlendirilmesi

Ölçü maddelerinin polimerizasyon boyunca ortalama temas açısı değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.4 ve Şekil 4.4' de gösterildi.

Tablo 4.4. Grup içi ve gruplar arasında polimerizasyon boyunca temas açısı değerlerinin değerlendirilmesi

Temas açısı değerleri	VPES	VPS	PE	¹ p
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
0.sn	102,49±7,92	49,94 ±19,91	80,88±5,16	0,001*
2.sn	90,15±6,72	43 ±17,77	70,79±4,7	0,001*
5.sn	83,75±5,82	40,45 ±20,18	67,91±4,71	0,001*
20.sn	72,28±6,21	23,03 ±24,34	62,87±4,12	0,001*
60.sn	65,98±4,44	9,37 ±20,07	57,79±3,41	0,001*
120.sn	61,51±4,23	0 ±0	53,11±4,12	0,001*
240.sn	52,58±6,39	0 ±0	44,77±5,14	0,001*
² p	0,001*	0,001*	0,001*	
0.sn-2.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,008*	
0.sn-5.sn ³ p	0,005*	0,007*	0,005*	
0.sn-20.sn ³ p	0,008*	0,005*	0,005*	
0.sn-60.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
0.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
0.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
2.sn-5.sn ³ p	0,007*	0,012*	0,008*	
2.sn-20.sn ³ p	0,008*	0,005*	0,008*	
2.sn-60.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,008*	
2.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,008*	
2.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,008*	
5.sn-20.sn ³ p	0,008*	0,005*	0,005*	
5.sn-60.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
5.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
5.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
20.sn-60.sn ³ p	0,008*	0,005*	0,005*	
20.sn-120.sn ³ p	0,008*	0,005*	0,005*	
20.sn-240.sn ³ p	0,008*	0,005*	0,005*	
60.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,043*	0,005*	
60.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,043*	0,005*	
120.sn-240.sn ³ p	0,005*	1,000	0,005*	

¹Kruskal Wallis Test

²Friedman Test

³Wilcoxon İşaret Testi

*p<0.05

Gruplar arasında 0. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.001; p<0.05). Farklılığın tespiti için Bonferroni

düzeltilmeli Mann Whitney U test uygulanmış ve anlamlılık düzeyi $p < 0.017$ olarak saptandı. Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 0. sn temas açısı ortalamaları, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$). PE grubunun 0. sn temas açısı ortalaması, VPES grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$).

Gruplar arasında 2. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p < 0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 2. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$). PE grubunun 2. sn temas açısı ortalaması, VPES grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$).

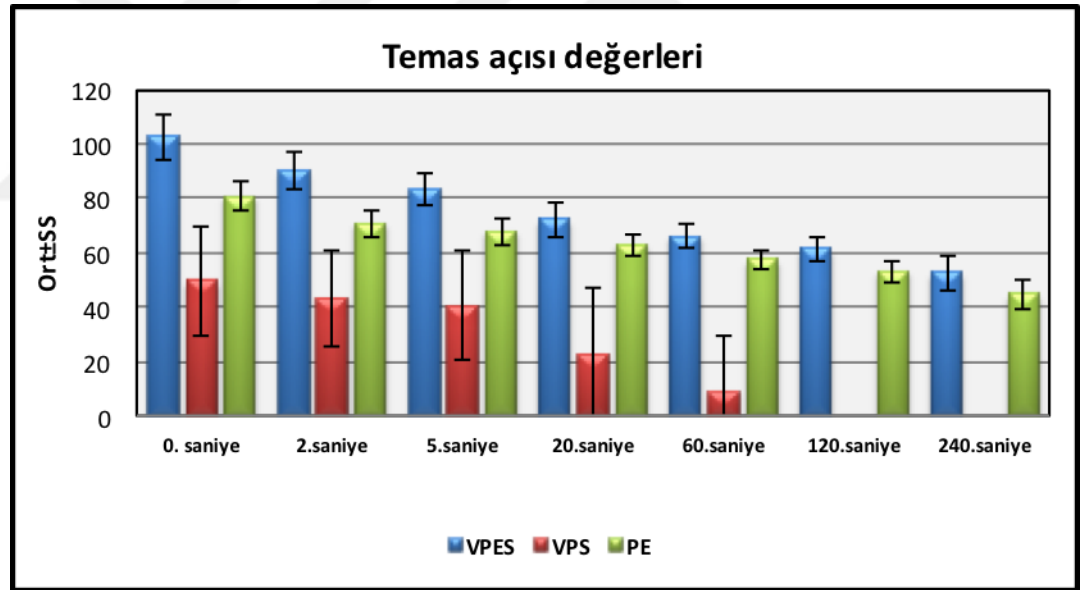
Gruplar arasında 5. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p < 0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 5. sn temas açısı ortalaması, VPES ($p:0.001$) ve PE ($p:0.006$) gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p < 0.017$). PE grubunun 5. sn temas açısı ortalaması, VPES grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$).

Gruplar arasında 20. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p < 0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 20. sn temas açısı ortalaması, VPES ($p:0.001$) ve PE ($p:0.006$) gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p < 0.017$). PE grubunun 20. sn temas açısı ortalaması, VPE grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$).

Gruplar arasında 60. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p < 0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 60. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$). PE grubunun 60. sn temas açısı ortalaması, VPES grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p < 0.017$).

Gruplar arasında 120. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 120. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p<0.017$). PE grubunun 120. sn temas açısı ortalaması, VPES grubunun ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p<0.017$).

Gruplar arasında 240. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 240. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p<0.017$). PE grubunun 240. sn temas açısı ortalaması, VPES grubunun ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.008$; $p<0.017$).



Şekil 4.4. Ölçü maddelerinin polimerizasyon boyunca göstermiş oldukları temas açısı değişimi

VPES grubunda; 0. sn, 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 0. sn temas açısı ortalamalarına göre 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2. sn temas açısı ortalamalarına göre 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn

ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 5. sn temas açısı ortalamalarına göre, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 20. sn temas açısı ortalamalarına göre, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 60. sn temas açısı ortalamalarına göre, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 120. sn temas açısı ortalamalarına göre 240. sn'de görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

VPS grubunda; 0. sn, 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 0. sn temas açısı ortalamalarına göre 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2. sn temas açısı ortalamalarına göre 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 5. sn temas açısı ortalamalarına göre, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 20. sn temas açısı ortalamalarına göre, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 60. sn temas açısı ortalamalarına göre, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 120. sn'ye göre 240. sn temas açılarında anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

PE grubunda; 0. sn, 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 0. sn temas açısı ortalamalarına göre 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2. sn temas açısı ortalamalarına göre 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 5. sn temas açısı ortalamalarına göre, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 20. sn temas açısı ortalamalarına göre, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen

düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 60. sn temas açısı ortalamalarına göre, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 120. sn temas açısı ortalamalarına göre 240. sn’de görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$)

Ölçü maddelerinin polimerizasyon sonrası ortalama temas açısı değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.5 ve Şekil 4.5’ de gösterildi.



Tablo 4.5. Grup içi ve gruplar arasında temas açısı 24 saat sonraki değerlerin değerlendirilmesi

Temas açısı 24 saat sonra değerleri	VPES	VPS	PE	¹ p
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
0. sn	109,51±13,92	35,36±11,63	75,63±4,75	0,001*
2.sn	104,77±15,48	26,28±17,37	67,85±8,32	0,001*
5.sn	84,48±17,55	10,81±13,48	65,56±8,68	0,001*
20.sn	56,83±4,45	2,93±4,88	63,22±8,96	0,001*
60.sn	49,32±3,89	0,56±1,77	59,26±8,49	0,001*
120.sn	44,33±2,31	0±0	54,51±4,01	0,001*
240.sn	38,71±2,21	0±0	48,3±3,05	0,001*
² p	0,001*	0,001*	0,001*	
0.sn-2.sn ³ p	0,053	0,008*	0,008*	
0.sn-5.sn ³ p	0,005*	0,017*	0,008*	
0.sn-20.sn ³ p	0,005*	0,008*	0,008*	
0.sn-60.sn ³ p	0,005*	0,008*	0,008*	
0.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,008*	0,008*	
0.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,008*	0,008*	
2.sn-5.sn ³ p	0,005*	0,015*	0,005*	
2.sn-20.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
2.sn-60.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,007*	
2.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
2.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,005*	0,005*	
5.sn-20.sn ³ p	0,005*	0,012*	0,005*	
5.sn-60.sn ³ p	0,005*	0,012*	0,007*	
5.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,012*	0,005*	
5.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,012*	0,005*	
20.sn-60.sn ³ p	0,005*	0,109	0,007*	
20.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,109	0,005*	
20.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,109	0,005*	
60.sn-120.sn ³ p	0,005*	0,317	0,007*	
60.sn-240.sn ³ p	0,005*	0,317	0,005*	
120.sn-240.sn ³ p	0,005*	1,000	0,005*	

¹Kruskal Wallis Test

²Friedman Test

³Wilcoxon İşaret Testi

*p<0.05

Gruplar arasında 0. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U test uygulanmış ve anlamlılık düzeyi $p<0.017$ olarak saptanmıştır. Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 0. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p<0.017$). PE grubunun 0. sn temas açısı ortalaması, VPES grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.002$; $p<0.017$).

Gruplar arasında 2. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 2. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p<0.017$). PE grubunun 2. sn temas açısı ortalaması, VPES grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p<0.017$).

Gruplar arasında 5. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 5. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$, $p<0.017$). PE grubunun 5. sn temas açısı ortalaması, VPES grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.007$; $p<0.017$).

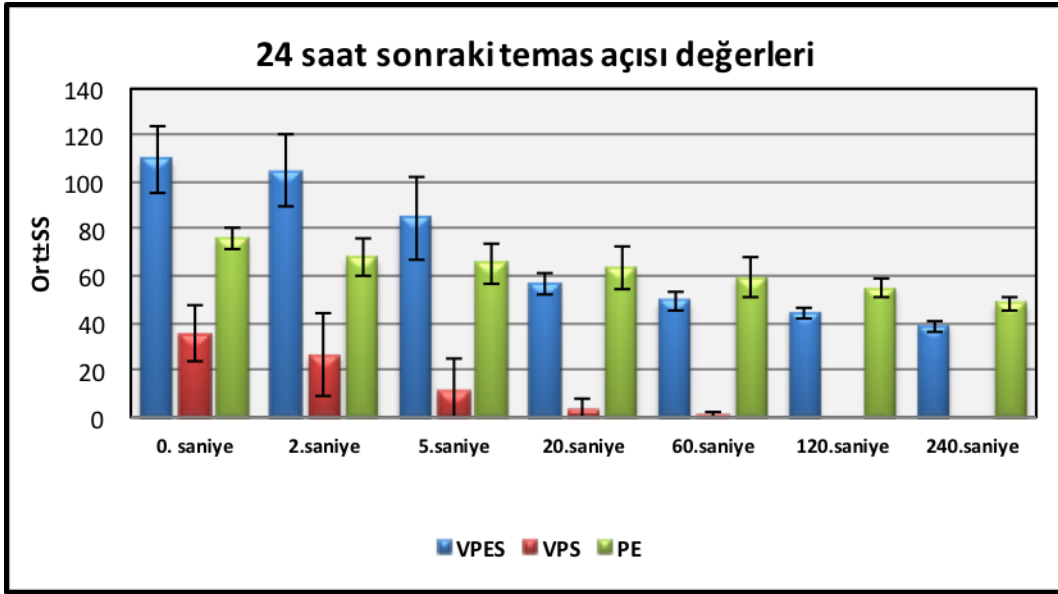
Gruplar arasında 20. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 20. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p:0.001$; $p<0.017$). PE ve VPES grupları arasında 20. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p:0.049$; $p>0.017$).

Gruplar arasında 60. sn temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili

karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 60. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.001; p<0.017). VPES grubunun 60. sn temas açısı ortalaması, PE grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.002; p<0.017).

Gruplar arasında 120. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.001; p<0.05). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 120. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.001; p<0.017). VPES grubunun 120. sn temas açısı ortalaması, PE grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.001; p<0.017).

Gruplar arasında 240. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.001; p<0.05). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; VPS grubunun 240. sn temas açısı ortalaması, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.001; p<0.017). VPES grubunun 240. sn temas açısı ortalaması, PE grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu (p:0.001; p<0.017).



Şekil 4.5. Ölçü maddelerinin polimerizasyon sonrası zamana bağlı göstermiş oldukları temas açısı değişimi

VPES grubunda; 0. sn, 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn 24 saat sonraki temas açısı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 0. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamalarına göre 2. sn'de anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2. sn temas açısı ortalamalarına göre 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 5. sn temas açısı ortalamalarına göre, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 20. sn temas açısı ortalamalarına göre, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 60. sn temas açısı ortalamalarına göre, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 120. sn temas açısı ortalamalarına göre 240. sn'de görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

VPS grubunda; 0. sn, 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn 24 saat sonraki temas açısı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p:0.003$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 0. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamalarına göre 2. sn,

5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2. sn temas açısı ortalamalarına göre 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 5. sn temas açısı ortalamalarına göre, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 20. sn temas açısı ortalamalarına göre 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). 60. sn temas açısı ortalamalarına göre, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). 120. sn'ye göre 240. sn temas açıları arasında anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

PE grubunda; 0. sn, 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn 24 saat sonraki temas açısı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 0. sn 24 saat sonraki temas açısı ortalamalarına göre 2. sn, 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2. sn temas açısı ortalamalarına göre 5. sn, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 5. sn temas açısı ortalamalarına göre, 20. sn, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 20. sn temas açısı ortalamalarına göre, 60. sn, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 60. sn temas açısı ortalamalarına göre, 120. sn ve 240. sn temas açısı ortalamalarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 120. sn temas açısı ortalamalarına göre 240. sn'de görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada; üç farklı ölçü materyali olan VPES (EXA'lence 370 Monophase, GC America Inc Alsip, Ill), VPS (Monopren transfer, Kettenbach, USA) ve PE'nin (Impregum Penta Soft, 3M ESPE AG Seefeld, Germany) 1. saat, 1. gün, 7. gün, ve 14. günlerdeki boyutsal değişimleri Mikro-BT yöntemi ile belirlenerek karşılaştırıldı. H0, a hipotezi ve H1, b hipotezi kabul edildi. HO, b ve H1, a hipotezi reddedildi. Ölçü maddelerinin boyutsal değişimi 14 gün boyunca değerlendirildiğinde, aralarında fark olmadığı görüldü. Ayrıca bu elastomerik ölçü maddelerinin 7 farklı zaman diliminde, 240 sn boyunca temas açıları ölçümlerinde aralarında fark olduğu bulundu.

Farklı klinik koşullar farklı ölçü maddelerinin kullanımını gerektirir. Mevcut koşullara uygun ölçü maddesinin seçimi kritik bir öneme sahiptir. Seçimin doğru yapılabilmesi için materyallerin özellikleri kesin olarak bilinmelidir. Günümüzde ideal özelliklere sahip bir ölçü maddesi mevcut değildir.

Sabit restorasyonların kalitesini belirleyen en önemli özelliklerden biri marjinal ve internal uyumlarıdır. Protetik bir restorasyonun marjinal uyumu, diş çürüklerini ve gingival inflamasyonu önler. Oklüzal ya da aksiyel duvarlardaki minör hatalara kıyasla, marjinal bölgedeki defektler çok daha önemlidir ve kesinlikle önlenmelidir (50). Bu nedenle bitim hattı bölgesi mutlaka doğru bir şekilde kopyalanmalıdır (16). Özellikle bu bölgede detay kopyalama dolayısıyla uyumun doğruluğu potansiyel sızıntıları azaltmada önemlidir (51). Ancak gelişen nanoteknoloji sayesinde mümkün olabilecek en uygun ölçü maddelerinin üretimi için çalışılmaktadır. Yapılan çalışmalar ile ölçü maddelerinin boyutsal stabiliteyi, yırtılma dirençleri, biyouyumlulukları gibi birçok fiziksel ve kimyasal özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır (34).

Elastomerik ölçü maddeleri, dental alanda kullanıma girmelerinden itibaren, doğru ve güvenilir ölçülerin elde edilmesinde en çok tercih edilen malzemeler haline gelmişlerdir (13). Günümüzde klinik özelliklerinin iyi olması ve boyutsal stabilitesinin yüksek olması nedeniyle VPS ve PE en çok tercih edilen elastomerik ölçü maddeleridir (14).

Ölçü maddelerinin ağızdan çıkarıldıktan sonraki boyutsal stabilitesi önemli bir faktördür. Elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesini bazı önemli faktörler

etkiler, örneğin; ağızdan çıkarılan ölçü maddelerinin daha düşük olan oda sıcaklığında bekletilmesi, polimerizasyon büzülmesi ve uçucu bileşenlerin kaybı (su ve alkol) vb' dir.

Günümüzde kullanılan VPS ve PE ölçü maddeleri oldukça üstün özellikler sergilemiş olsalar da, ideal ölçü maddelerinin özelliklerine sahip değildir. Ancak VPS ve PE ölçü maddelerindeki gelişmeler, elastomerik ölçü maddelerinin klinik kullanımında ve özelliklerindeki başarıyı artırmaktadır (2, 6).

VPS üzerinde yapılan çalışmalar, sertleştikten sonra H₂ gazı açığa çıkarmayan, ve hemen dökülebilen, sürfaktan ilavesiyle ıslanabilirliği arttırılmış daha hidrofilik özellikte maddelerin geliştirilmesi ve boyutsal stabilitesini uzun süre korumaları üzerine olmuştur (2, 33).

PE ölçü maddeleri üzerinde son yıllarda yapılan modifikasyonlar, ağızdan çıkarılması esnasında esneyebilirliklerini artırma ve çalışma süresini artırma yönündedir. Bu amaçla konvansiyonel polieterden daha düşük viskoziteli, daha akışkan ve sertleştikten sonra daha esnek olduğu belirtilen bir PE tipi kullanıma sunulmuştur (Soft monophase, 3M ESPE).

Yeni geliştirilen bilgisayar destekli sistemlerde kullanılan ağız içi tarayıcılar ile hastalar ve hekimler için ölçü alma işleminin daha basit hale getirilmesi ve ölçü alma sırasında oluşabilecek hataların minimuma indirgenmesi hedeflenmektedir.

Dijital ölçü sistemlerinin pahalı olması ve sublingual bölgede dijital ölçü alırken zorluklar yaşanması gibi dezavantajlarından dolayı günümüzde geleneksel ölçü yöntemlerinin kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir (38). Bu nedenle geleneksel yöntemlerle protetik restorasyonların üretilmesi sırasında, ölçü ve model materyallerinin seçiminde maddelerin detay kopyalama özellikleri mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle klinikte kullanılan ölçü maddelerinin özelliklerinin yüksek düzeyde olması ve restorasyonun uzun dönem başarısına katkıda bulunması gerekmektedir.

Klinikte ölçü maddesinin kalınlığının standart olarak hazırlanması mümkün değildir. Farklı kalınlıktaki ölçü maddesi farklı özellik gösterebilir. Ölçü maddesinin boyutsal değişiminin değerlendirilebilmesi ve birbirleriyle karşılaştırılabilmesi için

standart kalınlıkta hazırlanması gerekir. Ölçü kaşığı içindeki maddenin film kalınlığı incelidikçe, ölçünün hassasiyeti o oranda artar. Bu ölçü maddelerinde kütlelerin az olmasının yanısıra ölçü kaşığı içinde maddenin kalınlığının homojen olarak dağılması boyutsal stabilite açısından son derece önemlidir.

Kumar ve ark. (52) farklı kalınlıklardaki ölçü maddelerinin etkinliğini araştırmışlardır. 2, 4, ve 6 mm kalınlığındaki kalıplara kondensasyon silikon, ilave silikon ve polieter ölçü maddeleri uygulanmıştır. 1 saat sonra alçı maddesi ölçü kalıplarına dökülmüştür. Her alçı kalıp mikroskop ile ölçülmüştür ve master kalıp ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ölçü maddelerinin kalınlığının 2 mm ile 4 mm aralığında olması gerektiği bulunmuştur.

Rajapur ve ark. (53) VPS ölçü maddelerinin farklı kalınlıklardaki etkinliğini ve tekrar eden farklı dökme zamanlarını araştırmışlardır. Dayanak dişi taklit eden metal modeli, yazılı referans çizgileri ile birlikte hazırlamıştır. Kalıplar 2, 4 ve 6 mm kalınlığında yapılmıştır. 1. saat, 24. saat, ve 7. günlerde ölçü kalıplarından alçı modeller elde edilerek boyutsal değişim değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, 2 ve 4 mm kalınlığındaki kalıplarda daha doğru alçı modellerin üretildiğini göstermiştir. 2, 4 ve 6 mm kalınlığındaki kalıplarda meziodistal ve bukkolingual mesafede aralarında önemli fark olmadığı bulunmuştur. 6 mm kalıplarda interabutment mesafesi arttığı zaman ayrıca ölçü maddesinin ağırlığı artınca, köprü yapımında olumsuz etkileri olduğu görülmüştür. 1. saatte elde edilen alçı modeller ile 24. saatte ve 1. haftada elde edilen alçı modeller arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada örnekler, ölçü maddelerinin boyutsal değişimini değerlendirmek için, ADA/ANSI sınıflaması no: 19'a göre 3 mm yüksekliğinde 30 mm çapında teflon kalıplarda standart olarak hazırlandı.

Ölçü alımından modelin dökümüne kadar geçen süre içinde, ölçünün hassasiyetinde meydana gelen değişime boyutsal stabilite denir. İdeal bir ölçü maddesinde boyutsal değişim olmamalıdır. VPS ölçü materyallerinin doğruluğu, boyutsal stabilitesi ve yüzey detay üretimi ile ilişkin veriler literatürlerde mevcuttur (54-61).

Lepe ve Johnson (62) VPS ve PE ölçü maddelerini dezenfektana uzun süre maruz bıraktıktan sonra benzer derecede boyutsal değişiklik gösterdiğini tesbit

etmişlerdir. Diğer çalışmalarda, dezenfektanda bekletilen ve dezenfektanda bekletilmeyen elastomerik ölçü maddeleri arasında boyutsal değişiklik görülmediği vurgulanmıştır (61, 63, 64).

Sinobad ve ark. (65) elastomerik ölçü maddelerini (Oranwash L – Zhermack, Xantopren L Blue - Heraeus Kulzer, Elite H-D + regular body - Zhermack ve Flexitime correct flow - Heraeus Kulzer) benzalkonyum klorit ve glutaraldehit (Stereogum) içeren dezenfektanlarda bekletmişlerdir. Bu ölçü maddelerinde boyutsal değişim olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca ilave silikonların aynı anda ve aynı uygulamalı dezenfektanlarda kondensasyon silikonlardan daha stabil olduğu görülmüştür. Polivinil siloksan ve polieter ölçü maddelerinin, 20 ile 30 dakika arasında glutaraldehit dezenfektan çözeltilerinde bekletilebileceği gösterilmiştir (55, 56, 61, 66).

Doshi ve ark. (67) ilave silikon (Exaflex, GC Asia), kondensasyon silikon (Zetaplus, Zhermack, Italy) ve PE (Impregum F, ESPE, Germany) ölçü maddelerinin lineer boyutsal değişimini ADA no:19 spesifikasyonuna göre paslanmaz çelik kalıp kullanarak, Toolmaker's mikroskobu yardımıyla incelemişlerdir. İlave silikonlar, kondansasyon silikonlar ve polieter ölçü maddeleri karşılaştırıldığında ilave silikonlarda daha iyi sonuçlar ortaya çıkmıştır. Değerlendirilen ölçü maddelerini, detay kopyalamadan ödün vermeden 20 dakika gibi kısa bir süre için kimyasal dezenfektanlarda bekletilebildiği bildirilmiştir.

Wadhvani ve ark. (61) 20 dakika 2 tip fast setting elastomerik ölçü maddesini % 3.5 asitli glutaraldehitte (Banicide Advanced) bekletmişlerdir. İncelenen ölçü maddeleri; fast setting VPS (FS-VPS, Aquasil Ultra Hızlı Set), fast setting PE (FS-PE, Impregum Penta Soft Quick Step) ve kontrol grubu olarak da PE (PE, Impregum Penta)'dir. Dezenfektanda bekletilmeyen örnekler kontrol grubu olarak belirlenmiştir. 2 boyutlu ölçüm değerleri dijital mikrometre ile yapılmıştır. Dezenfektanda bekletilen ve bekletilmeyen örnekler arasında fark olmadığı bulunmuştur. Çalışmamızda polimerizasyonu tamamlanan her örneği % 2'lik glutaraldehit solüsyonunda 10 dk beklettik. Daha sonra örnekleri 15 sn distile suda yıkayıp havası alınmış saklama poşetlerinde sakladık.

Yeni üretilen VPES ölçü maddesiyle ilgili çok fazla literatür çalışması olmamasına rağmen farklı dezenfektan solüsyonlarda mükemmel boyutsal stabilite

gösterdiği söylenir (66).

Nassar ve ark. (54) VPS ve VPES ölçü maddelerini solüsyonunda bekletip, yüzey detayını ışık mikroskopunda (SMZ-1B; Nikon Corp., Tokyo, Japan) 10x magnifikasyonla iki boyutlu olarak değerlendirmişlerdir. VPS ve VPES maddelerinin boyutsal stabilitesini iki haftaya kadar devam ettirebildiği belirtilmiştir. VPES ölçü maddesinin, VPS ölçü maddesine göre daha az boyutsal değişim gösterdiği bulunmuştur. Bu çalışmada VPES ve VPS ölçü maddelerinin birbirine yakın ve minimal boyutsal değişim gösterdikleri tespit edildi.

Nassar ve ark. (66) VPES (EXA' lence 370), VPS (Imprint 3) ve PE (Impregum penta soft) elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal değişimini 14 gün boyunca değerlendirmişlerdir. Silindirik metal model kalıbın 3 farklı elastomerik ölçü maddesiyle ölçüsü alınmıştır. Mevcut kalıp kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Alınan ölçüler % 2.5 glutraldehit solüsyonunda bekletildikten sonra tip 5 alçı dökülerek alçı modeller elde edilmiştir. Daha sonra dijital mikrometre ile boyutsal değişim incelenmiştir. VPES ölçü maddesinin boyutsal stabilitesinin bir haftalık bekletme sonucunda VPS ölçü maddesinin boyutsal değişimine benzer olduğu, iki haftalık bekletme sonucunda PE ölçü maddesine benzediği görülmüştür. İki hafta bekletildikten sonraki minimal boyutsal değişimin VPS ölçü maddesinde olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada, çap ölçümünde 14 gün boyunca VPES ve VPS ölçü maddeleri birbirine yakın ve minimal polimerizasyon büzülmesi gösterirken, PE ölçü maddesi 7. ve 14. günlerde daha fazla büzülme gösterdiği bulundu.

Kambhampati ve ark. (68) VPS ölçü maddelerinin 4 farklı formunu kullanarak 3 farklı sıcaklıktaki boyutsal değişimi Profile Projector ile değerlendirmişlerdir. Ölçü maddeleri olarak; putty, light body- heavy body (GC international), monofaz ve Aquasil (Dentsplay International) kullanılmıştır. Her bir ölçü maddesi üç farklı depolama sıcaklığında (25°C, 37°C, 42°C) muhafaza edilmiştir. Ölçü maddelerinden alçı modeller elde edilmiştir. Depolama sıcaklığı, ağız sıcaklığından daha az olduğu zaman boyutsal değişiminde belirgin bir azalmanın olmadığı bulunmuştur. Depolama sıcaklığı 37°C veya 42°C olduğunda boyutsal değişimin arttığı görülmüştür. En fazla boyutsal değişim putty/light body kombinasyonunda daha sonra monofaz'da en az değişim heavy/light body kombinasyonunda görülmüştür. Bu çalışmada 14 gün süresince ölçü maddeleri oda sıcaklığında (21±3°C), ortam sıcaklığından minimal etkilenecek şekilde muhafaza

edildi.

Mehta ve ark. (69) VPS elastomerik ölçü maddelerinin zamana bağlı boyutsal değişimini araştırmıştır. Kullanılan ölçü maddeleri; monofaz VPS (Aquasil, Caulk / Dentsply) ve regular / medium body VPS'dir (Reposil, Caulk / Dentsply). Ölçü maddelerinden alçı model elde etme zamanlarını 75. dk, 1. gün, 2. gün ve 7. gün olarak belirtmişlerdir. Sonuç olarak VPS ölçü maddesi 7. güne kadar boyutsal değişim göstermemiştir. Bu çalışmada, VPS ölçü maddesinin 14. güne kadar boyutsal değişim göstermeden bekletilebiliği bulundu.

Vojdani ve ark. (70) paralel yerleştirilmeyen 4 implantın ölçüsünü polivinil siloksan, polieter ve polivinil eter ölçü maddeleri ile almışlardır. Paralel yerleştirilmeyen implantların ölçüsünde en az distorsiyonun polivinil siloksan ölçü maddesinde olduğu görülmüştür.

Pereira ve ark. (71) farklı elastomerik ölçü maddeleri ile elde edilen alçı modellerde iki boyutlu boyutsal değişimi değerlendirmişlerdir. İki arka dayanak dişleri taklit eden bir ana döküm paslanmaz çelikten yapılarak, ölçüm iki oklüzal yüzey ve vestibüler yüzeyler arasındaki mesafede yapılmıştır. En fazla boyutsal değişim kondensasyon silikonlarda takiben merkaptan polisülfid ölçü maddesinde daha sonra da polieterde görülmüştür. İlave silikonlar en iyi boyutsal stabiliteyi göstermiştir.

Ölçü maddelerinin boyutsal değişimini değerlendirmek için farklı metotlar kullanılmıştır. Son yıllarda teknolojik gelişmelerle beraber üç boyutlu görüntülemeler diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. Yeni bir metot olan Mikro-BT ile materyallere zarar vermeden üç boyutlu ölçümler yapılabilir. Örneklerin iç yapısı herhangi bir fiziksel işlem yapılmadan (kesit alma) ya da toksik kimyasal ajanlar kullanılmadan çok detaylı bir şekilde incelenebilir. Örneklerin Mikro-BT ile taranıp üç boyutlu model analizi yapılması daha doğru veriler elde etmemizi sağlar.

Mikro-BT ile kantitatif 3 boyutlu görüntü analizi gerçekleştirilebilmekte, böylece genel hacim kaybı kolayca hesaplanabilmekte ve bu kayba ilişkin konumsal bilgi dağılımı kesit kesit görüntü analizi ile mümkün olabilmektedir. Ayrıca, Mikro-BT ile örneğin tamamı, örneğe zarar vermeden değerlendirilebilmekte ve analiz

tekrarlanabilmektedir (72). Bu çalışmada elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesinin değerlendirilmesi için Mikro-BT (Sky Scan 1172) cihazı kullanıldı.

VPS'in mükemmel fiziksel özellikleri, üstün boyutsal stabilitesi ve kullanım kolaylığının yanında hidrofobiktir. VPS ve PE esaslı elastomerik ölçü maddelerinin sert ve yumuşak dokulara adaptasyonu ölçünün doğruluğunu etkileyen en önemli kriterdir (9, 73). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, sürfaktan içeren VPS ölçü maddelerinin polimerizasyon sırasında iyi ıslanabilirlik gösterdiği bildirilmiştir (32, 74).

Yapılan çalışmalarda polieter ölçü maddeleri, sürfaktan ilaveli birçok VPS ölçü maddelerine göre daha iyi ıslanabilirlik göstermiştir (21, 31, 50, 74). Ancak son yıllarda tanıtılan bazı yeni tip VPS ölçü maddelerinin polieter ölçü maddesi ile benzer, hatta daha düşük temas açısı değerleri gösterdiği bildirilmektedir (32). Ölçü maddelerinin hidrofilisitesi, hem klinik hem de laboratuvar aşamalarında önem kazanmaktadır. Alçının ölçü içine dökülmesi esnasında; preparasyon marjini, retantif oluk, pin yuvası gibi kurunun uyumu ile ilgili kritik bölgelerde yoğunlaşan hava kabarcıkları modelde önemli defektlerin oluşmasına neden olabilir. Kolay ıslanan (hidrofilik) veya ıslanmaya dirençli olan (hidrofobik) ölçü maddesinin yüzey gerilimi, alçının yüzeyi ıslatma kapasitesini etkiler. Ölçü yüzeyi üzerinde alçı, ilerleyen temas açısı oluşturur. Açının büyümesi, alçının dökülmesi sırasında havanın hapsolme ihtimalini artırır ve modeldeki kabarcık yoğunluğu artar. Yapılan çalışmalarda da alçı model içindeki hava kabarcığı oluşumu ile büyük temas açısı arasında ilişki bulunmuştur (43, 75).

Mondon ve Ziegler (76) başlangıç hidrofilisitesi yüksek ölçü maddelerinin daha iyi detay kopyalama özelliği gösterdiğini tespit etmişlerdir. Polimerize materyalin hidrofilitesi ise genellikle model materyali olarak tercih edilen CaSO_4 solüsyonları ile ıslanabilirliği söz konusu olduğunda önemlidir. Alçı modelin yüzey kalitesi, temel olarak ölçü materyalinin ıslanabilirliğine bağlanmaktadır.

Temas açısı ölçümleri, ölçü maddesinin kalınlığına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Polimerize olmamış ölçü maddesi su damlacığının ağırlığına bağlı olarak çökme gösterebilir. Bu nedenle su damlasının miktarı ve mesafesi bilgisayar tarafından standart olarak 0,05 ml olacak şekilde 2,5 mm uzaklıkta sabitlendi.

Kugel ve ark. (74) hidrofilik özelliği olan polivinil siloksan ile polieter ölçü maddelerinin Drop Shape Analysis System (DSA 10) ile temas açılarını karşılaştırmışlardır. Polieter, İmpregum ölçü maddesi daha düşük temas açısı değeri göstermiştir. PE ölçü maddesi polimerizasyondan önce, polimerizasyon sırasında ve polimerizasyondan sonra polivinil silokсандan daha hidrofilik olduğu tespit edilmiştir. Değerlendirilen ölçü maddelerinin temas açısı ölçümleri yapılarak, polimerizasyon boyunca ve sonrasında sergiledikleri ıslanabilirlikleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla genellikle sessile drop yöntemi kullanılmıştır (21, 29, 31, 77-79). Tekniğin en önemli avantajı, kullanılan ölçüm cihazının kolay ulaşılabilir olması ve verilerin doğru ve tekrar edilebilir olmasıdır (28, 70, 78). Bu çalışmada, durağan damlatma yöntemi kullanılarak elastomerik ölçü maddelerinin ıslanabilirlikleri karşılaştırıldı.

German ve ark (73) elastomerik ölçü maddelerinin viskozitelerinde ilk artışın 90. sn'de gözlemlendiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, elastomerik ölçü maddelerinin ıslanabilirliklerini karşılaştırabilmek için ilk 120 sn'de daha sık olmak üzere toplamda 240 sn olacak şekilde zaman dilimi belirlendi (0, 2, 5, 20, 60, 120 ve 240 sn).

Menees ve ark. (44) 5 farklı zaman diliminde elastomerik ölçü maddelerinin temas açısı ölçümünü yaparak ölçü maddelerinin ıslanabilirliklerini karşılaştırmışlardır. Modifiye polivinil silikon ölçü maddesi ve hibrit ölçü maddesinin (İdenticum) temas açısını küçük ve ıslanabilirliğini yüksek bulmuşlardır.

Bu çalışmada, 240 sn boyunca 7 farklı zaman diliminde VPS (Monopren Transfer, Kettenbach), VPES (EXA'lence 370 Monophase, GC America) ve PE (Impregum Penta Soft, 3M ESPE)'in temas açılarının ölçümü yapılarak ıslanabilirlikleri karşılaştırıldı. VPS polimerizasyon boyunca, PE'den daha düşük temas açısı gösterdiği bulundu.

Mondon ve ark. (76) farklı kimyasal bileşimleri olan PE ve VPS (Impregum Penta Soft ve Aquasil)'nin zamana bağımlı temas açısı ölçümleri ile ıslanabilirliklerini karşılaştırmışlardır. Temas açısı değerlerindeki önemli değişikliklerin ölçüm anından itibaren ilk 40 sn'lik zaman diliminde olduğu gösterilmiştir. Her ölçü maddesinden 400 sn boyunca 150 değer alınmıştır. Impregum Penta Soft'un, temas açısı değerinin Aquasil silikon'a göre daha düşük ve ıslanabilirliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. İmpregum Penta Soft, Aquasil'e göre daha hidrofilik bir ölçü maddesidir ve daha iyi

akışkan özellik sergiler sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada, 240 sn boyunca 7 farklı zaman diliminde VPES, VPS ve PE ölçü maddelerinin ıslanabilirlikleri karşılaştırıldı. VPS polimerizasyon boyunca PE'den daha düşük temas açısı gösterdi. En hidrofilik ölçü maddesinin VPS (Monopren Transfer) olduğu bulundu.

Balkanholl ve ark. (80) Flexitime Correct Flow (Heraeus Kulzer), Fusion Light Body (GC Dental Products), Identium Light Body (Kettenbach), Impregum Garant L DuoSoft (3M, ESPE), P2 Polieter Light (Heraeus Kulzer) ve Xantopren Comfort Light (Heraeus Kulzer) ölçü maddelerinin ıslanabilirliklerini karşılaştırmışlardır. Hidrofilik temas açısı ölçümü DSA10 ile 0. sn, 5. sn, 10. sn ve 20. sn'lerde değerlendirilmiştir. Kullanılan test sıvısı 4 µL deiyonize su damlasıdır. En fazla temas açısı değeri Xantopren Comfort Light (Heraeus Kulzer) kondensasyon silikonda görülmüştür. En düşük temas açısı değeri en iyi ıslanabilirlik ise Identium Light Body (Kettenbach) ölçü maddesinde görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen değerlerde en düşük temas açısı VPS ölçü maddesinde görüldü.

Lad ve ark. (81) sodyum hipoklorit, gluteraldehit dezenfektanlarının ve yüzey ıslatma ajanının (True Blue); ilave, kondensasyon silikonların ve polieter ölçü maddelerinin ıslanabilirliğine etkisini incelemişlerdir. En iyi ıslanabilirlik polieter ölçü maddesinde, en az ıslanabilirlik kondensasyon silikonda bulunmuştur. Yüzey ıslatma ajanının, ıslanabilirliği arttırdığı görülmüştür. Bu çalışmada, yüzey ıslatma ajanı kullanılmadan en iyi ıslanabilirliği VPS ölçü maddesinde, daha sonra PE ölçü maddesinde, en az ıslanabilirliği VPES ölçü maddesinde olduğu görüldü.

Bu çalışmada, elastomerik ölçü maddelerinin temas açısı değerleri, VPS grubunda, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından düşük bulundu. PE grubunun temas açısı ortalamaları ise, VPES grubundan düşük bulundu. En iyi ıslanabilirliği VPS daha sonra PE en az ıslanabilirliği VPES göstermiştir.

Bu çalışmada, sadece elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal değişimi ve ıslanabilirliği değerlendirilmiştir. Diş hekimliğinde kullanılan elastomerik olmayan ve elastomerik olan polisüfitlerin boyutsal stabilitesi ve ıslanabilirliği incelenmemiştir.

Ölçü maddelerin yapısı, protezin başarısı açısından önemlidir. Hava kabarcıkları ya da poroziteler ölçünün ve elde edilecek modelin netliğini belirler. Hamilton ve

arkadaşları, Mikro-BT ile yaptıkları bir çalışmada farklı karıştırma yöntemlerinin aljinat içerisindeki hava kabarcığı miktarına etkisini kıyaslamışlardır (82). Vakumlu karıştırıcıda daha az hava kabarcığı olduğu görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda elastomerik ölçü maddelerinin özelliklerine Mikro-BT ile bakılmamıştır.

Bu çalışmada elastomerik ölçü maddelerinin boyutsal değişimi, Mikro-BT yöntemi ile birbirleriyle karşılaştırılmıştır, ancak ana kalıp kontrol grubu olarak kullanılmamıştır. Elastomerik ölçü maddelerinin ıslanabilirlikleri incelenirken distille su yerine tükürük kullanılabilir. Bu çalışmada kullanılan elastomerik ölçü maddelerinin bitim hattı bölgesini ne kadar doğru bir şekilde kopyaladığı, dijital ölçü sistemleri ile karşılaştırılabilir.

Bu çalışmada, her grupta incelenen örnek sayısının 10 olması dikkate alındığında, istatistiksel olarak anlam ifade etmeyen bazı sonuçlar örnek sayısı artırıldığında anlamlı hale gelebilir.

6. SONUÇLAR

Bu in-vitro çalışmada elde edilen sonuçlar şunlardır:

- VPS, VPES ve PE ölçü maddeleri birbirlerine yakın boyutsal stabilite göstermiştir.
- PE ölçü maddesi, Mikro-BT ile yapılan çap ölçümünde daha fazla boyutsal değişim göstermiştir.
- VPS grubunun temas açısı ortalamaları, VPES ve PE gruplarının ortalamalarından anlamlı düzeyde düşük bulundu. PE grubunun temas açısı ortalamaları, VPES grubundan anlamlı düzeyde düşük bulundu.
- VPS (Monopren transfer) ölçü maddesi boyutsal stabilite ve ıslanabilirlik açısından en iyisi olarak bulundu.
- Kullanılan ölçü maddelerinde temas açısı değerleri 90° küçük olduğundan, VPES, VPS ve PE iyi ıslanabilirlik özellik gösterirler.

REFERANSLAR

1. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi*. Ankara, Ankara Üniversitesi Yayınları, 1993.
2. Duman AN. Elastomerik esaslı bazı ölçü maddelerinin reolojik özelliklerinin değerlendirilmesi. Ankara, GÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2002.
3. Phillips RW, Anusavice KJ. *Philips' Science of Dental Materials*, 11th ed. Philadelphia, Saunders Company, 2007.
4. Can GE, Ersoy EA, Aksu, LM. *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi*, 1. Baskı. Ankara, Yurtmim Yayıncılık, 2014.
5. Pelekanos S, Koumanou M, Koutayas SO, Zinelis S, Eliades G. Micro-CT evaluation of the marginal fit of different In-Ceram alumina copings. *Eur J Esthet Dent* 2009, 4(3): 278-92.
6. Hamalian TA, Nasr E, Chidiac JJ. Impression materials in fixed prosthodontics: influence of choice on clinical procedure. *J Prosthodont* 2011, 20: 153-60.
7. Almeida E Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo E, Stimmelmayer M VL, Güth JF. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig* 2013, 18: 515-23.
8. Lee HO, Lee IB. Rheological properties of polyvinylsiloxane impression materials before mixing and during setting related to handling characteristics. *Korea-Australia Rheology Journal* 2012, 24:211-9.
9. Berg JC, Johnson GH, Lepe X, Adan-Plaza S. Temperature effects on the rheological properties of current polyether and polysiloxane impression materials during setting. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2003, 90: 150-61.
10. Ulusoy M, Aydın AK. *Diş Hekimliğinde Hareketli Bölümlü Protezler*. Ankara, Ankara Üniversitesi Yayınları, 2005.
11. Craig RG, Powers JM, Wathana JC. *Dental Materials Properties and Manipulation*, 8th ed. USA, Mosby Publishers, 2004.
12. O'brien WJ. *Dental Materials and Their Selection*, 3rd ed. Chicago, Quintessence Publishing Co. Inc, 2002.
13. El deeb MES, Waly GH, Habib NEDA. Evaluation of rheological properties of two elastomeric impression materials during working time. *J Am Sci* 2011, 7: 94-100.

14. Enkling N, Bayer S, Jöhren P, Mericske-Stern R. Vinylsiloxanether: a new impression material: Clinical study of implant impressions with vinylsiloxanether versus polyether materials. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012, 14: 144-51.
15. Powers JM, Sakaguchi, RL. *Craig's Restorative Dental Materials*, 12th ed. USA, Mosby Publishers, 2006.
16. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett, SE. *Sabit Protezin Temelleri*, 3. Baskı. İstanbul, Quintessence Yayıncılık, 2010.
17. Anusavice KJ. Impression Materials. In: *Phillips' Science of Dental Materials*, 11th ed. Missouri , Saunders Co, 2003: 205-30.
18. Williams PT, Jackson, DG, Bergman W. An evaluation of the time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 1984, 52: 120-125.
19. Giordano R. Impression materials: basic properties. *Gen Dent* 2000, 48: 510-6.
20. Ciesco JN, Mlaone, WF, Sandrik JL. Comparison of elastomeric materials used in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1981, 45: 89-94.
21. Pratten DH, Covey DA, Sheats RD. Effect of disinfectant solutions on the wettability of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 1990, 63: 223-7.
22. Topcu AA. Farklı yapıdaki elastomerik ölçü maddelerinin değişik ısılardaki reolojik özelliklerinin değerlendirilmesi. Ankara, AÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2015.
23. Acar Ö. Elastomerik ölçü materyallerinin detay kopyalama özelliklerinin incelenmesi. Ankara, *Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 2010.
24. Mandikos MN. Polyvinyl siloxane impression materials: an update on clinical use. *Aust Dent J* 1998, 43: 428-34.
25. Chee WW, Donovan TE. Polyvinyl siloxane impression materials: a review of properties and techniques. *J Prosthet Dent* 1992, 68: 728-32.
26. Craig RG, Urquiola NJ, Liu CC. Comparison of commercial elastomeric impression materials. *Operative dentistry* 1990, 15: 94-104.
27. Kess RS, Combe EC, Sparks BS. Effect of surface treatments on the wettability of vinyl polysiloxane impression materials. *J Prosthet Dent* 2000, 84: 98-102.
28. Norling BK, Reisbick MH. The effect of nonionic surfactants on bubble entrapment in elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 1979, 42:342-7.
29. Cullen DR, Mikesell JW, Sandrik JL. Wettability of elastomeric impression materials and voids in gypsum casts. *J Prosthet Dent* 1991, 66: 261-5.

30. Panichuttra R, Jones RM, Goodacre C, Munoz CA, Moore BK. Hydrophilic poly (vinyl siloxane) impression materials: dimensional accuracy, wettability, and effect on gypsum hardness. *The Int J Prosthodont* 1991, 4: 240-8.
31. Vassilakos N, Fernandes CP. Surface properties of elastomeric impression materials. *Journal of Dentistry* 1993, 21: 297-301.
32. Rupp F, Axmann D, Geis-Gerstorfer J. Effect of relative humidity on the hydrophilicity of unset elastomeric impression materials. *The Int J Prosthodont* 2008, 21: 69-71.
33. Nowakowska, D, Raszewski Z. Effect of gingival margin retraction agents on the polymerization time of the vinylsiloxanether impression elastomer in rheometer study. *J Stoma* 2011, 64: 887-94.
34. Çağlar İ, Yeşil Duymuş Z. Diş hekimliğinde kullanılan ölçü sistemlerinde güncel yaklaşımlar: Dijital ölçü. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2015, 10: 135-40.
35. Brawek PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow-the comparison of two systems. *Clin Oral Investig* 2013, 17: 2119-25.
36. Ersu B, Yüzügüllü B, Canay Ş. Sabit restorasyonlarda CAD/CAM uygulamaları. *Hacettepe Diş Hek Derg* 2008, 32: 58-72.
37. Christensen GJ. Ensuring accuracy and predictability with double-arch impressions. *J Am Dent Assoc* 2008, 139: 1123-5.
38. Karaalioğlu OF, Yeşil Duymuş Z. Diş Hekimliğinde uygulanan CAD/CAM sistemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2008, 18: 25-32.
39. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal* 2008, 204: 505-11.
40. Lee H. Modern Methods of Restorative Dentistry: Technique Manual. USA, Quintessence Publishing Co. Inc., 1982.
41. Atkins PW. *Physical Chemistry*, 6th. Oxford University, 1998.
42. Chai JY, Yeung TC. Wettability of nonaqueous elastomeric impression materials. *The International Journal Of Prosthodontics* 1991, 4(6): 555-60.
43. Millar BJ, Dunne SM, Robinson PB. The effect of a surface wetting agent on void formation in impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1997, 77(1): 54-6.

44. Menees TS, Radhakrishnan R, Ramp LC, Burgess JO, Lawson NC. Contact angle of unset elastomeric impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015, 114(4): 536-42
45. Elliott JC, Dover SD. X-ray microtomography. *J Microsc* 1982, 126(2): 211-3.
46. Ünsal Şahin F, Topuz Ö. Diş hekimliği araştırmalarında mikrobilgisayarlı tomografi uygulamaları. *Acta Odontol Turc* 2014, 31(2): 114-20.
47. Landis EN KD. X-ray microtomography. *Mater Charact* 2010, 61(12): 1305-16.
48. Duvall CL, Taylor WR, Weiss D, Guldborg RE. Quantitative microcomputed tomography analysis of collateral vessel development after ischemic injury. *American Journal of Physiology-Heart And Circulatory Physiology* 2004, 287(1): 302-10.
49. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *International Journal of Oral Science* 2009, 1(4): 177-88.
50. Michalakis KX, Bakopoulou A, Hirayama H, Garefis DP, Garefis PD. Pre- and post-set hydrophilicity of elastomeric impression materials. *J Prosthodont* 2007, 16(4): 238-48.
51. Ragain JC, Grosko ML, Raj M, Ryan TN, Johnston WM. Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *The International Journal Of Prosthodontics* 2000, 13(3): 214-20.
52. Kumar V, Aeran H. Evaluation of effect of tray space on the accuracy of condensation silicone, addition silicone and polyether impression materials: an in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc* 2012, 12(3): 154-60.
53. Rajapur A, Dixit S, Hoshing C, Raikar SP. The influence of tray space and repeat pours on the accuracy of monophasic polyvinylsiloxane impression. *J Contemp Dent Pract* 2012, 13(6): 824-9.
54. Nassar U, Chow AK. Surface detail reproduction and effect of disinfectant and long-term storage on the dimensional stability of a novel vinyl polyether silicone impression material. *J Prosthodont* 2014, 24: 494-498.
55. Adabo GL, Zandarotti E, Fonseca RG, Cruz CA. Effect of disinfectant agents on dimensional stability of elastomeric impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1999, 81(5): 621-4.
56. Davis BA, Powers JM. Effect of immersion disinfection on properties of impression materials. *J Prosthodont* 1994, 3(1): 31-4.
57. Petrie CS, Walker MP, O'Mahony AM, Spencer P. Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials

- tested under dry, moist, and wet conditions. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2003, 90(4): 365-72.
58. Walker MP, Petrie CS, Haj-Ali R, Spencer P, Dumas C, Williams K. Moisture effect on polyether and polyvinylsiloxane dimensional accuracy and detail reproduction. *J Prosthodont* 2005, 14(3): 158-63.
59. Rios MP, Morgano SM, Stein RS, Rose L. Effects of chemical disinfectant solutions on the stability and accuracy of the dental impression complex. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1996, 76(4): 356-62.
60. Corso M, Abanomy A, Di Canzio J, Zurakowski D, Morgano SM. The effect of temperature changes on the dimensional stability of polyvinyl siloxane and polyether impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1998, 79(6): 626-31.
61. Wadhvani CP, Johnson GH, Lepe X, Raigrodski AJ. Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005, 93(6): 530-9.
62. Lepe X, Johnson GH. Accuracy of polyether and addition silicone after long-term immersion disinfection. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1997, 78(3): 245-9.
63. Silva SM, Salvador MC. Effect of the disinfection technique on the linear dimensional stability of dental impression materials. *J Appl Oral Sci* 2004, 12(3): 244-9.
64. Stober T, Johnson GH, Schmitter M. Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2010, 103(4): 228-39.
65. Sinobad T, Obradovic-Djuricic K, Nikolic Z, Dodic S, Lazic V, Sinobad V, et al. The effect of disinfectants on dimensional stability of addition and condensation silicone impressions. *Vojnosanit Pregl* 2014, 71(3): 251-8.
66. Nassar U, Oko A, Adeeb S, El-Rich M, Flores-Mir C. An in vitro study on the dimensional stability of a vinyl polyether silicone impression material over a prolonged storage period. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2013, 109(3): 172-8.
67. Doshi P, Bhandari A, Shah D, Chauhan C. Evaluation of dimensional stability and detail reproduction of elastomeric impression materials after immersion in chemical disinfection" an in-vitro study. *Journal of Ahmedabad Dental College & Hospital (JADCH)* 2011, 2(2).

68. Sujan Kambhampati VS, Chellagulla Vijay, Aruna Das. Effect of temperature changes on the dimensional stability of elastomeric impression materials. *Journal of International Oral Health* 2014, 6(1): 12-9.
69. Mehta R DA, Mahesh G, Kumar A, Wadhwa S, Duggal N, Pande S. Influence of delayed pours of addition silicone impressions on the dimensional accuracy of casts. *Journal of Oral Health & Community Dentistry* 2014, 8(3).
70. Vojdani M, Torabi K, Ansarifard E. Accuracy of different impression materials in parallel and nonparallel implants. *J Dent Res* 2015, 12: 315-22.
71. Pereira JR, Murata KY, Valle ALD, Ghizoni JS, Shiratori FK. Linear dimensional changes in plaster die models using different elastomeric material. *Brazilian Oral Research* 2010, 24(3): 336-41.
72. Zeiger DN, Sun J, Schumacher GE, Lin-Gibson S. Evaluation of dental composite shrinkage and leakage in extracted teeth using X-ray microcomputed tomography. *Dent Mater* 2009, 25(10): 1231-20.
73. German MJ, Carrick TE, McCabe JF. Surface detail reproduction of elastomeric impression materials related to rheological properties. *Dent Mater* 2008, 24(7): 951-6.
74. Kugel G, Klettke T, Goldberg JA, Benchimol J, Perry RD, Sharma S. Investigation of a new approach to measuring contact angles for hydrophilic impression materials. *J Prosthodont* 2007, 16(2): 84-92.
75. Bülent BEK, Duman AN. Elastomerik esaslı ölçü maddelerinde reoloji ve yüzey özellikleri. *Ondokuz Mayıs Üni Diş Hek Fak Derg* 2000, 2(4).
76. Mondon M, Ziegler C. Changes in water contact angles during the first phase of setting of dental impression materials. *The International Journal Of Prosthodontics* 2003, 16(1): 49-53.
77. Rupp F, Axmann D, Jacobi A, Groten M, Geis-Gerstorfer J. Hydrophilicity of elastomeric non-aqueous impression materials during setting. *Dent Mater* 2005, 21(2): 94-102.
78. Hesby RM, Haganman CR, Stanford CM. Effects of radiofrequency glow discharge on impression material surface wettability. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1997, 77(4): 414-22.
79. Erkut S, Can G. Effects of glow-discharge and surfactant treatments on the wettability of vinyl polysiloxane impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005, 93(4): 356-63.

80. Balkenhol M, Eichhorn M, Wostmann B. Contact angles of contemporary type 3 impression materials. *The International Journal Of Prosthodontics* 2009, 22(4): 396-8.
81. Lad PP, Gurjar M, Gunda S, Gurjar V, Rao NK. The effect of disinfectants and a surface wetting agent on the wettability of elastomeric impression materials: an in vitro study. *J Int Oral Health* 2015, 7(6): 80-3
82. Hamilton MJ, Vandewalle KS, Roberts HW, Hamilton GJ, Lien W. Microtomographic porosity determination in alginate mixed with various methods. *J Prosthodont* 2010, 19(6): 478-81.



EKLER

EK. 1: Etik Kurul Onayına Gerek Olmadığına Dair Belge

13 nisan 2013 tarih ve 28617 sayı ile T.C. Resmi Gazetede yayınlanan ‘Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik’ in Birinci Bölümünün 2. Maddesinin 1. Fıkrası (Bu Yönetmelik, biyoyararlanım ve biyoeşdeğerlik çalışmaları dâhil, ruhsat veya izin alınmış olsa dahi insanlar üzerinde yapılacak olan ilaç, tıbbi ve biyolojik ürünler ile bitkisel ürünlerin klinik araştırmaları, klinik araştırma yerlerini ve bu araştırmaları gerçekleştirecek gerçek veya tüzel kişileri kapsar.) gereğince tezimin bir klinik araştırma değil sadece laboratuvar çalışması olması sebebiyle Etik Kurul kararı alınmamıştır.

Özgeçmiş

1987 yılında Malatya’da doğdum. 2004 yılında kazandığım Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 2011 yılında mezun oldum. 2012 yılında İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında uzmanlık eğitimine başladım. Halen aynı anabilim dalında görevime devam etmekteyim. Evli ve bir kız çocuk annesiyim.

Yurt İçi Dergilerde Yayımlanan Makaleler

G. KARAASLAN, M. ARSLAN MALKOÇ, N. DEMİR. Adeziv Köprüler. *Dicle Dişhekimliği Dergisi*, 2015; Cilt 16, Sayı: 2, 333-337.