

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

**FARKLI TARAMA YÖNTEMLERİNİN DİJİTAL ÖLÇÜ
DOĞRULUĞUNA ETKİSİ: İN VİTRO ÇALIŞMA**

Dt.Haniye EMİN

**Protez Programı
UZMANLIK TEZİ**

ANKARA

2023

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

**FARKLI TARAMA YÖNTEMLERİNİN DİJİTAL ÖLÇÜ
DOĞRULUĞUNA ETKİSİ: İN VİTRO ÇALIŞMA**

Dt . Haniye EMİN

**Protez Programı
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Güliz AKTAŞ**

**ANKARA
2023**

ONAY SAYFASI**Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına**

Dt. Haniye Emin'in 13.10.2023 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Farklı Tarama Yöntemlerinin Dijital Ölçü Doğruluğuna Etkisi: İn Vitro Çalışma" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Mehmet MUHTAROĞULLARI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Güliz AKTAŞ

Üye : Prof. Dr. Hakan TERZİOĞLU

NOT: Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Tülin TANER
Dekan

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)

o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. (2)

o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmişti

13 /10/2023

Haniye EMİN

i

1 “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Doç. Dr. Güliz AKTAŞ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Dt.Haniye EMİN

TEŞEKKÜR

Danışman hocam olduğu için mutluluk duyduğum, her daim ilgisi ve özeniyle bana yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Güliz AKTAŞ'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca her daim bilgilerini benimle paylaşan, tez çalışmam boyunca beni destekleyen değerli hocam Prof. Dr. Barış GÜNCÜ'ye,

Tez jürimde olarak beni onurlandıran çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. HAKAN TERZİOĞLU'ya

Hayat enerjisi ile her zaman bize neşe katan, tecrübelerini bizimle paylaşan anabilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Mehmet MUHTAROĞULLARI'na,

Uzmanlık eğitimim süresince öğrenimime katkıda bulunan tüm Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda olan ve beni içten destekleyen bütün arkadaşlarıma,

Bu çalışmayı destekleyen Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne,

Varlığıyla her zaman beni şanslı hissettiren, tez çalışmamın her aşamasında yanımda olan değerli Sevgilime,

Hayatım boyunca hep yanımda olan, bana güç veren sevgili AİLEM'e

Çok teşekkür ederim.

ÖZET

EMİN H, Farklı Tarama Yöntemlerinin Dijital Ölçü Doğruluğuna Etkisi: İn Vitro Çalışma :İN Vitro Çalışma. Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Uzmanlık Tezi, Ankara, 2023. Bu çalışmanın amacı, farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisini incelemektir. Bu amaçla 16 ve 25 numaralı dişleri prepare olan bir çalışma modeli oluşturuldu. Oluşturulan çalışma modeli endüstriyel tarayıcı (Atos II TripleScan) ile tarandı ve elde edilen dijital veriler referans model olarak kullanıldı. Model, üç farklı ağız içi tarayıcı (Trios5, Trios4, Medit i500) ile tarandı (n=10). Her tarayıcı için dijital ölçüler, 5 gruba ayrıldı ve tüm ark tarama yapıldı. Grup A: tüm ark bir defa tarandı. Grup B: tüm ark 3 defa tarandı. Grup C: tüm ark 10 defa tarandı. Grup D: tüm ark tarandıktan sonra arkın diğer kısımları kilitlenip, prepare dişler kesilip çıkarıldı ve tekrar tarandı. Grup E: tüm ark tarandıktan sonra arkın diğer kısımları kilitlenip, prepare dişler kesilip çıkarıldı ve yüksek çözünürlük modunda tarandı. Referans veriler ile ağız içi tarayıcılardan elde edilen dijital ölçü verileri *Geomagic Control X* programıyla karşılaştırılıp ölçü doğruluğu değerlendirildi. Verilerin istatistiksel analizinde R yazılımı (versiyon 4.1.2) kullanıldı. Gruplar ve tarayıcılar arasındaki farklılıklar Friedman non-parametrik testi ile incelendi. Tüm analizler için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi. Tüm ark dijital ölçü doğruluğunda Trios 5 ve Trios 4 için tarama yöntemleri arasında anlamlı fark bulunmadı. Ancak Medit i500 için tarama yöntemleri arasında grup A ve grup D, grup B ve grup D arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. Farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisini bölgesel olarak karşılaştırdığımızda, 16 numaralı diş bölgesinde Trios 5 için grup D ve grup B arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunurken, Trios 4 ve Medit i500 için, gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı. 25 numaralı diş bölgesinde Trios 5 için grup B ve grup C, grup C ve grup E arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunurken, Medit i500’de grup A ve grup D, grup B ve grup D arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. Trios 4 için ise tarama grupları arasında anlamlı fark bulunmadı.

Anahtar Kelimeler: Dijital ölçü, doğruluk, tarama yöntemi, ağız içi tarayıcı.

Destekleyen Kurumlar: H.Ü.B.A.P.K.B (Proje Kodu:THD-2023-20706)

ABSTRACT

EMİN H, The Effect of Different Scanning Procedures on Digital Impression Trueness : An In vitro Study. Hacettepe University Faculty of Dentistry, Thesis in Prosthodontics, Ankara, 2023. The aim of this study is to examine the effect of different scanning procedures on digital impression trueness. For this purpose, a typodont model was used in which the maxillary right first molar and left second premolar was prepared. Digital data obtained with an industrial scanner (Atos II TripleScan) was used as a reference model. The model was scanned with three different intraoral scanners (Trios5, Trios4, Medit i500) (n=10). Digital impressions were divided into 5 groups for each system. First group: the entire arch was scanned once. Second group :the entire arch was scanned 3 times. Third group: the entire arch was scanned 10 times. Forth group: after the entire arch was scanned and locked, the prepared teeth were cut out and rescanned. Last group: after the entire arch was scanned and locked,the prepared teeth were cut out rescanned in HD mode. The reference data and the digital impression data of the intraoral scanners were matched with Geomagic Control X program and the impression trueness was evaluated. R software (version 4.1.2) was used for the statistical analysis of the data. Differences between groups and scanners were analyzed using Friedman non-parametric test. For all analyses, the significance level was accepted as $p<0.05$. There was no significant difference between the scanning methods in the Trios 5 and Trios 4 along the entire arch. However, there were significant differences between the scanning methods within the Medit i500 between group A and group D, group B and group D. When we compared the effect of different scanning procedures on digital impression trueness regionally, statistically significant differences were found between group D and group B for the Trios 5 in tooth number 16. However, there was no significant difference between the groups for Trios 4 and Medit i500. In the tooth area number 25, there were statistically significant differences between group B and group C, group C and group E for the Trios 5, while statistically significant differences were found between group A and group D, group B and group D for the Medit i500. For the Trios 4, there was no significant difference between the scanning groups .

Key words: Digital impression, trueness,scanning procedures,intraoral scanner.

Supported by: H.Ü.B.A.P.K.B(Project Code: THD-2023-20706)

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiv
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.Ölçü Teknikleri	3
2.2.Dijital Veri Eldesi ve Görüntü Oluşturma	5
2.2.1.Direkt ve İndirekt Dijitalizasyon	5
2.2.2.Ağız İçi Tarayıcılar(IOS)	5
2.2.3.Ağız Dışı Tarayıcılar (İndirekt Dijitalizasyon)	10
2.3. Dijital Ölçü Sistemlerinin Hassasiyeti	11
2.3.1. Dijital Ölçü Sistemlerinin Hassasiyetini Etkileyen Faktörler	12
2.3.2.Digital Ölçü Hassasiyeti Değerlendirme Yöntemleri	18
3.MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Çalışma Modelinin Elde Edilmesi	20
3.2. Çalışma Modelinin Referans Tarayıcı ve Ağız İçi Tarayıcılar ile Taranması	21
3.3 Ağız İçi Tarayıcılarla Elde Edilen Tarama Verilerinin Referans Tarayıcı Verileriyle Karşılaştırılması	26
3.4 İstatistiksel Değerlendirme	27
4.BULGULAR	28
4.1. Ağız İçi Tarayıcılarda Tarama Yöntemleri Arasında Toplam Sapma Değerlerinin Karşılaştırılması	28
4.2. Tarama Yöntemlerinde Ağız İçi Tarayıcılar Arası Toplam Sapma Değerlerinin Karşılaştırılması	32
4.3. 16 Numaralı Dış Bölgesinde Tarama Yöntemleri Arasında Karşılaştırılma	36
4.4. 16 Numaralı Dış Bölgesinde Tarama Yöntemlerinden Bağımsız Olarak Cihazlar	

Arasında Karşılaştırılma	40
4.5. 25 Numaralı Diş Bölgesinde Tarama Yöntemleri Arasında Karşılaştırılma	40
4.6. 25 Numaralı Diş Bölgesinde Tarama Yöntemlerinden Bağımsız Olarak Cihazlar Arasında Karşılaştırılma	44
5.TARTIŞMA	45
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	52
7.KAYNAKLAR	53
8. EKLER	59
9.ÖZGEÇMİŞ	Error! Bookmark not defined.

SİMGELER VE KISALTMALAR

AWS	Active Wavefront Sampling
3 B	3 Boyutlu
CAD	(Computer Aided Manufacturing) Bilgisayar Destekli Üretim
CAM	(Computer Aided Manufacturing) Bilgisayar Destekli Üretim
DCM	Digital Imaging and Communications in Medicine
IOS	(Intraoral Scanner) Ağız İçi Tarayıcı
ISO	International Organization for Standardization
MAD	(Mean Mean Absolute Deviation) Ortalama Mutlak Sapma
POI	Points of İntrests
RMS	(Root Mean Square) Kök Ortalama Kare
STL	Standard Tessellation Language
TOC	Total Okluzal Konverjan
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
°C	Santigrat Derece
°	Derece
%	Yüzde

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Ölçü Yöntemleri ve Materyallerinin Sınıflanması.	3
Şekil 2.2. Ağız içi tarayıcı ile STL dosyasının oluşturulması. (a) Bir STL dosyası örneği. (b) Bir STL formatın bir dizi üçgenleşmiş yüzeyi. (c) Yeniden yapılandırma teknolojisinin şematik gösterimi: her resim analiz edilir ve POI yazılım tarafından seçilir (10).	6
Şekil 2.3. Işığın doğası (A) Noktaların izdüşümü. (B) Bir ağız projeksiyonu. (C) Bir ağız içi tarayıcı tarafından bir ağız projeksiyonu (10).	7
Şekil 2.4. Objenin tarayıcıya olan uzaklığının hesaplanması: a) Triangulasyon tekniği b) Konfokal tekniği c) AWS tekniği d) Stereofotogrametri tekniği (10).	8
Şekil 2.5. Hassasiyet komponentlerinin görsel açıklaması.	11
Şekil 3.1. 16 ve 25 numaralı dişleri prepare edilmiş çalışma modeli.	21
Şekil 3.2. Atos II Triple Scan endüstriyel tarayıcısı ile elde edilen ana modelin görüntüsü.	22
Şekil 3.3. Medit i500 sisteminde dijital tarama. A)Tüm arkın tek seferde taranması. B)Tüm arkın kilitlenmesi, 16 ve 25 numaralı dişlerin kesilmesi. C)16 ve 25 numaralı dişlerin normal çözünürlükte taranması.	24
Şekil 3.4. Trios 4 ve 5 sisteminde dijital tarama. A)Tüm arkın tek seferde taranması. B)Tüm arkın kilitlenmesi, 16 ve 25 numaralı dişlerin kesilmesi. C)16 ve 25 numaralı dişlerin normal çözünürlükte taranması.	25
Şekil 3.5. Ana model verileri ile ağız içi tarayıcılardan elde edilen test model verilerinin karşılaştırılması.	26
Şekil 4.1. Cihaz 1’de gruplar arası toplam sapma değer karşılaştırması.	30
Şekil 4.2. Cihaz 2’de gruplar arası toplam sapma değer karşılaştırması.	31
Şekil 4.3. Cihaz 3’te gruplar arası toplam sapma değer karşılaştırması.	31
Şekil 4.4. A grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.	32
Şekil 4.5. B grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.	33
Şekil 4.6. C grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.	34
Şekil 4.7. D grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.	35
Şekil 4.8. E grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.	35

Şekil 4.9. 16 No dış bölgesinde, cihaz 1 için gruplar arası karşılaştırma.	38
Şekil 4.10. 16 No dış bölgesinde , cihaz 2 için gruplar arası karşılaştırma.	39
Şekil 4.11. 16 No dış bölgesinde, cihaz 3 için gruplar arası karşılaştırma.	39
Şekil 4.12. 16 numaralı dış bölgesinde tarama yöntemlerinden bağımsız olarak cihazlar arasında karşılaştırılma.	40
Şekil 4.13. 25 No dış bölgesinde, cihaz 1 için gruplar arası karşılaştırma.	42
Şekil 4.14. 25 No dış bölgesinde, cihaz 2 için gruplar arası karşılaştırma.	43
Şekil 4.15. 25 No dış bölgesinde, cihaz 3 için gruplar arası karşılaştırma.	43
Şekil 4.16. 25 numaralı dış bölgesinde tarama yöntemlerinden bağımsız olarak cihazlar arasında karşılaştırılma.	44

TABLÖLAR

Tablo 2.1. Dijital ölçünün avantajları.	4
Tablo 2.2. Dijital ölçünün dezavantajları.	5
Tablo 2.3. Çalışmamızda kullanılan ağız içi tarayıcılar ve özellikleri.	9
Tablo 4.1. Tüm Ark Karekök Ortalama Sapma Değerleri(μm).	29
Tablo 4.2. 16 Numaralı diş bölgesinde sapma değerleri(μm).	37
Tablo 4.3. 25 Numaralı diş bölgesinde sapma değerleri(μm).	41

1.GİRİŞ

Bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM), frezeleme sistemleri, üç boyutlu tarama sistemleri gibi birçok dijital teknolojinin gelişmesiyle birlikte, dijital diş hekimliği büyük bir önem kazanmıştır. Dijital diş hekimliği, geleneksel ölçü yöntemleri ve materyallerini geride bırakıp, hastaların konforunu arttırarak, iyi bir restorasyon yapımında yardımcı olmaktadır. İdeal bir restorasyon üretimi için hassas bir dijital ölçü gereklidir (1, 2)

Ölçü hassasiyeti (*accuracy*), tutarlılık (*precision*) ve doğruluk (*trueness*) ile belirlenir. Doğruluk, referans veri ile kıyaslanan veri arasındaki benzerliği ifade eder. Tutarlılık ise yenilenen kıyaslamalar sonucu bulunan sapmaların ortalama sapmaya yakınlığı olarak açıklanır. Başka bir ifadeyle tutarlılığı fazla olan bir cihaz ya da yöntem kendi içinde benzer sonuçlar verir. Yüksek hassasiyete sahip ölçü yöntemi ile tekrarlanan ölçümler sonucu tutarlı ve gerçeğe en yakın sonuçlar elde edilir. Özetle, yüksek hassasiyetteki bir ölçü yönteminde her defasında aynı doğruluk ve tutarlılıkta ölçü alınabilir (3).

Tarayıcı teknolojisi, tarayıcı kalibrasyonu, işlem sonrası metotlar, tarayan kişinin tecrübesi ve tarama protokolü, ağız içi tarayıcıların hassasiyetini etkileyen faktörlerdir (4-11).

Yüzey özellikleri, bitirme hattının (marjinal sınır) konumu, dişin preparasyon özellikleri, tükürük varlığı ve ışık koşulları diğer etkili faktörlerdir(12-18).

CAD-CAM yazılımı mevcut model üzerinde, alanların kesilmesine ve aynı alandan başka tarama yaparak yeni 3B bilgilerin oluşmasına olanak sağlar. Bu kesme (*cut off ve rescans*) işlemi birçok diş hekimliği senaryosunda kullanılabilir ve dijital ağız içi taramaları modifiye ederek iş akışını geliştirebilir. Ayrıca, yeni 3B bilgiler, mevcut intraoral dijital taramaya eklenebilir (*over scanning*). Mevcut bir dijital taramaya yeni bilgiler eklemek için gerekli olan önkoşul ise ek taramadaki yüzey özelliklerin mevcut tarama ile üst üste binmesidir. Üst üste bindirme stratejileri, kullanılan tarama yazılımına göre farklılık gösterir. Eğer dişlerin yüzeyleri düzensiz ise, yazılım algoritmalarının 2 taramanın 3B bilgilerini doğru bir şekilde üst üste bindirmesi zor olabilir. *Cut off* işleminin aksine yeniden tarama işleminde, aynı alanlar doğru taranana kadar, yeni taramalar eski taramalar ile otomatik olarak yer değiştirir. *Cut off ve over scanning* gibi tarama tekrarlanmasını içeren işlemler, alınan imaj

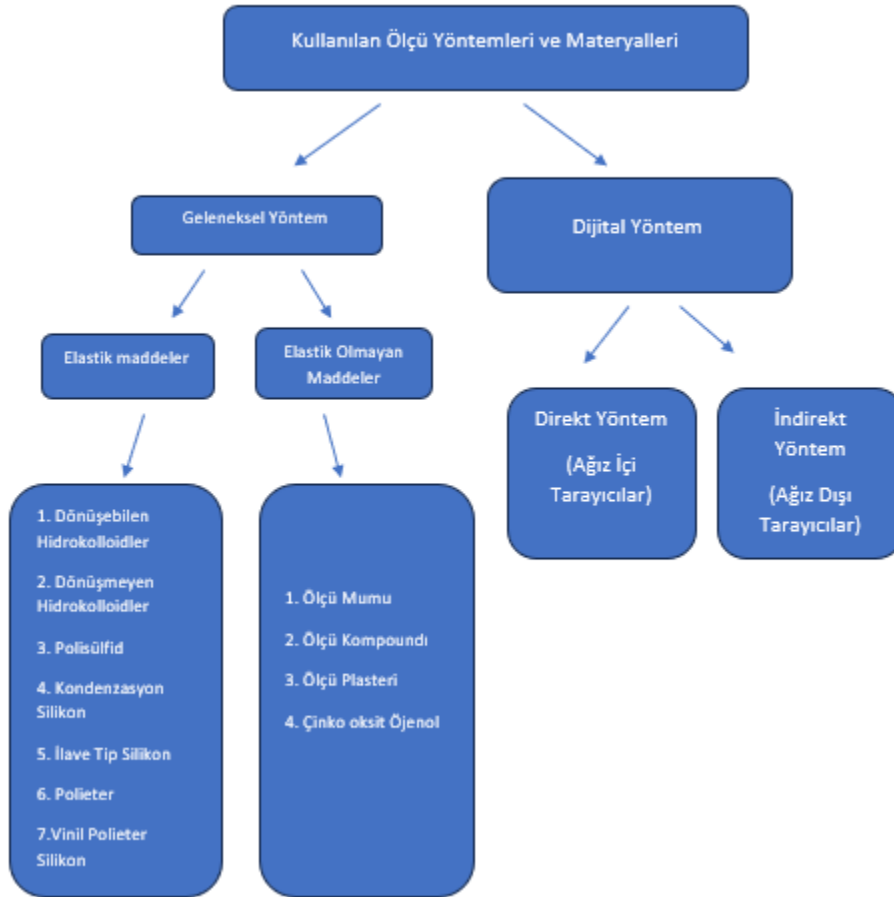
sayısını arttırır ve dijital ölçü doğruluğunda hatalara sebep olabilir. Farklı tarama yöntemlerinin, farklı tarayıcılarda dijital ölçü doğruluğuna etkisiyle ilgili çalışmalar yetersizdir (19,13).

Bu çalışmanın amacı, farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisini incelemektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Ölçü Teknikleri

Diş hekimliğinde ölçü alımı, diş ve çevre dokuların negatif formunu oluşturarak bir çalışma analogunun elde edilmesidir. Dental ölçüler, teşhisten tedaviye kadar hasta yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır ve hastanın ağız içi ortam özelliklerini anlamada, klinisyenler için hayati öneme sahiptir. Diş hekimliğinde ölçü alımı geleneksel ve dijital ölçü yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır (Şekil 2.1). Ölçü alımında kullanılan materyaller, malzemenin bileşimlerine, sertleşme özelliklerine ve sertleşme reaksiyonlarına göre sınıflandırılabilir. Fakat sınıflandırılmalarında en çok kullanılan yöntem sertleşme sonrası özellikleridir (20).



Şekil 2.1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Ölçü Yöntemleri ve Materyallerinin Sınıflanması.

Yirminci yüzyılın ortalarında, farklı endüstrilerde ve özellikle sağlık alanında dijital teknolojide hızlı bir gelişme oluştu. Bununla birlikte dijital ölçü yöntemleri modern diş hekimliğinin önemli bir parçası haline dönüştü. Dijital ölçü yöntemleri direkt ağız içi ve indirekt ağız dışı yöntem olarak ikiye ayrılmaktadır. İndirekt yöntemde, geleneksel ölçü veya modelin laboratuvar tarayıcısı ile taranması yoluyla indirekt olarak sanal model oluşturulur. Direkt yöntemde ise direkt ağız içi tarayıcısı (IOS) ile dijital ölçü elde edilir. Dijital ölçünün avantaj ve dezavantajları Tablo 2.1 ve Tablo 2.2’de gösterilmiştir (21).

Tablo 2.1. Dijital ölçünün avantajları.

<ol style="list-style-type: none"> 1. Gerçek zamanlı görselleştirme ve değerlendirme yapılabilir. 2. Görüntüleri düzeltmesi, manipüle etmesi veya yeniden yakalaması kolaydır. 3. Parçalı görüntü yakalama özelliği bulunmaktadır. 4. Sanal olarak arşivlenebilir, bu nedenle fiziksel dökümleri depolamaya ihtiyaç yoktur. 5. Ölçü malzemesi israfı olmadığı için çevre dostudur. 6. Bilgileri laboratuvara göndermeden önce dezenfekte etmeye ihtiyaç yoktur. 7. Laboratuvar ile internet üzerinden hızlı iletişim sağlanabilir. 8. Diş hazırlıkları için kişisel değerlendirme yapılabilir. 9. DICOM (Dijital Görüntüleme) gibi diğer dosyalarla birleştirmek için dosya aktarım özellikleri bulunmaktadır. 10. Hasta memnuniyeti artmaktadır. 11. Bazı sistemlerde renkli tarama, gölge seçimi ve hareketsiz fotoğraf çekimi özellikler bulunmaktadır.

Tablo 2.2. Dijital ölçünün dezavantajları.

<ol style="list-style-type: none"> 1. İlk ekipman maliyeti ve yazılım bakım ücretleri yüksek. 2. Öğrenme eğrisi bazı kişiler için zor olabilir. 3. Tasarım yazılımı ile uyumlu implant sistemleri için gerekli tarama gövdeleri bulunmaktadır. 4. Karmaşık protetik tedaviler için oklüzyon bilgilerini yakalamak zordur. 5. Kapalı sistemler, <i>Standard Tessellation Language</i> (STL) dosyalarını aktarma seçeneklerini kısıtlar. 6. Diş eti altı (<i>subgingival</i>) marjinleri kan, tükürük veya doku ile örtülü ise, görüntülenemez. 7. Dişsiz arkların görüntüleri doğru bir şekilde elde edilemeyebilir. 8. Tarama stratejileri, üreticinin tavsiyelerine göre takip edilmelidir.
--

2.2.Dijital Veri Eldesi ve Görüntü Oluşturma

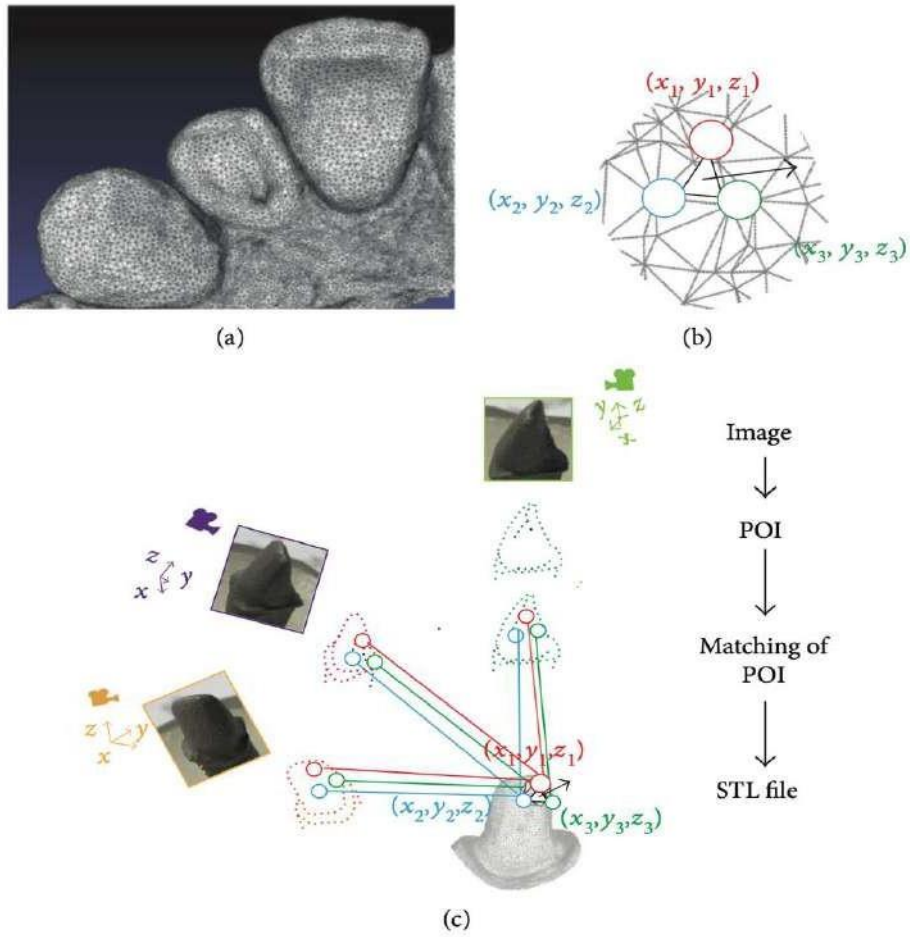
2.2.1.Direkt ve İndirekt Dijitalizasyon

Dijital iş akışında ağız ortamı, bilgisayar ortamında işlenebilmek için bir 3B veri formatına çevirilmelidir.Dijitalizasyon işlemi, ağız ortamının direkt ağız içi tarayıcılar ile taranması veya indirekt şekilde ölçü veya alçı modelinin laboratuvar tarayıcısıyla taranması şeklinde elde edilir.

2.2.2.Ağız İçi Tarayıcılar(İOS)

İOS, el kamerasından, bir bilgisayar ve bir yazılımdan oluşan tıbbi bir cihazdır. Amacı bir nesnenin üç boyutlu geometrisini dijital bir dosya formatı şeklinde kaydetmektir. Bu 3 boyutlu dosyalar farklı formatlarda kaydedilebilir. En yaygın kullanılan dijital dosya formatı açık STL veya kilitli STL'dir. Bu format halihazırda birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. STL formatı bir dizi üçgenleşmiş yüzeyi tanımlar. Burada her bir üçgen, üç nokta ve bir normal yüzey ile tanımlanır. Renk ve doku eksiklikleri nedeniyle STL dosyalarının boyutu daha küçük, işleme hızı ise diğer formatlardan daha yüksek olur. Ancak diş dokularının rengini, şeffaflığını veya

dokusunu kaydetmek için başka dosya formatları da geliştirilmiştir (Poligon Dosya Formatı, PLY dosyaları gibi). IOS tarafından kullanılan görüntüleme teknolojisinden bağımsız olarak, tüm kameralar öncelikle ışık projeksiyonuna ihtiyaç duyar, daha sonra nesneden, fotoğraf veya video halinde kayıtlar oluşturulur. Alınan görüntüler, POI'nin (*Points of interests*) tanınmasının ardından yazılım tarafından düzenlenir. Her noktanın ilk iki koordinatı (x ve y) görüntü üzerinde değerlendirilir ve üçüncü koordinat (z) daha sonra her kameranın nesneye olan mesafesine göre hesaplanır (şekil 2.2) (10).



Şekil 2.2. Ağız içi tarayıcı ile STL dosyasının oluşturulması. (a) Bir STL dosyası örneği. (b) Bir STL formatın bir dizi üçgenleşmiş yüzeyi. (c) Yeniden yapılandırma teknolojisinin şematik gösterimi: her resim analiz edilir ve POI yazılım tarafından seçilir (10).

Ağız içi tarayıcılar görüntüyü oluşturma yöntemlerine göre farklı çalışma prensiplerine sahiptir:

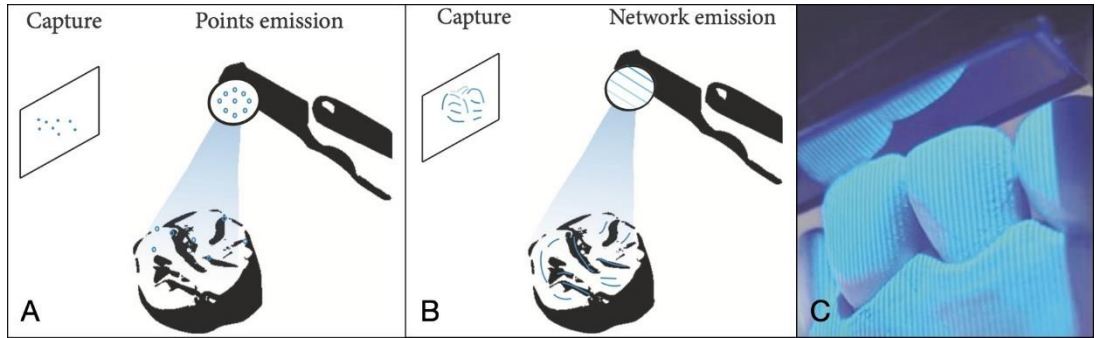
1- Işık Yansıması ve Görüntü Yakalama

2- Objenin Tarama Yapan Cihaza Olan Uzaklığı

- Aktif Triangulasyon
- Konfokal
- *Active Wavefront Sampling (AWS)*
- Stereo fotogrametri

Işık Yansıması ve Görüntü Yakalama

3 boyutlu yeniden yapılandırma alanında pasif ve aktif teknikler arasında net bir ayrım vardır. Pasif teknikler, ağız içi dokuları aydınlatmak için yalnızca ortam aydınlatmasını kullanır. Aktif teknikler, kameradan gerçek dokuya daha az bağlı olan nesneye yansıtılan beyaz, kırmızı veya mavi yapılandırılmış ışıkları kullanır. Aktif tekniklerde bir nesnenin üzerine parlak bir nokta yansıtılır ve nesneye olan mesafe üçgenleme ile hesaplanır (Şekil 2.3). Yüzeyin yeniden yapılandırılması, görüntülerin derlenmesiyle, sürekli veri akışında saniyede birkaç görüntü alabilen bir videoyla veya dalga başına analizle elde edilebilir (10).

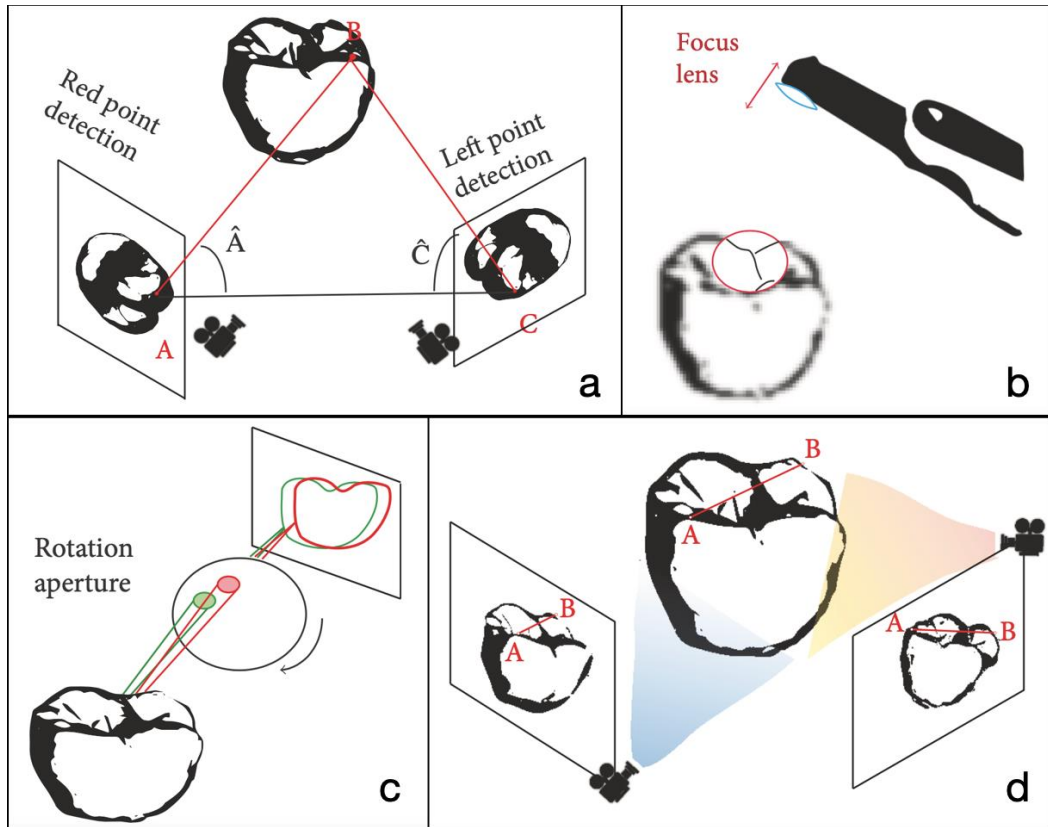


Şekil 2.3. Işığın doğası (A) Noktaların izdüşümü. (B) Bir ağın projeksiyonu. (C) Bir ağız içi tarayıcı tarafından bir ağın projeksiyonu (10).

Objenin Tarama Yapan Cihaza Olan Uzaklığı

Aktif Triangulasyon

Aktif triangulasyon tekniğine göre, eğer bir üçgende iki tane nokta arasındaki uzaklık ve açı biliniyorsa, üçgenin üçüncü noktasının konumu hesaplanabilir (Şekil 2.4'a). Ağız içi tarayıcılarda, iki kameranın birbirine uzaklığı ve açısı biliniyorsa üçüncü noktada olan objenin kameralara olan uzaklığı da hesaplanabilir ve böylece yüzey topografisi de oluşturulabilir (10).



Şekil 2.4. Objenin tarayıcıya olan uzaklığının hesaplanması: a) Triangulasyon tekniği b) Konfokal tekniği c) AWS tekniği d) Stereofotogrametri tekniği (10).

Konfokal

Konfokal görüntüleme, seçilen derinliklerden odaklanmış ve odaklanmamış görüntülerin elde edilmesine dayanan bir tekniktir. Bu teknoloji, merceğin odak uzaklığıyla ilişkili nesneye olan mesafeyi çıkarmak için görüntünün keskinlik alanını tespit edebilir. Daha sonra bir diş, farklı odaklarda, açıklık değerlerinde ve nesnenin etrafında farklı açılardan alınan ardışık görüntülerle yeniden oluşturulabilir (Şekil 2.4 b). Keskinlik alanı, hareket bulanıklığı oluşturabilen operatörün el becerisiyle

doğrudan ilgilidir ve bu teknik aynı zamanda klinik uygulamada zorluklara yol açabilecek büyük optikler gerektirir (10).

Active Wavefront Sampling (AWS)

AWS, bir kamera ve eksen dışı açıklık modülü gerektiren bir yüzey görüntüleme tekniğidir. Modül optik eksen etrafında dairesel bir yol üzerinde hareket eder ve bir POI dönüşü üretir. Daha sonra mesafe ve derinlik bilgileri her noktanın ürettiği modelden türetilir ve hesaplanır (Şekil 2.4 c) (10).

Stereo fotogrametri

Stereofotogrametri, tüm koordinatları (x, y ve z) yalnızca görüntülerin algoritmik analizi yoluyla tahmin eder (Şekil 2.4 d). Bu yaklaşım, aktif projeksiyon ve yazılım yerine pasif ışık projeksiyonu ve yazılımına dayandığından, kamera nispeten küçüktür, kullanımı daha kolaydır ve üretimi daha ucuzdur (10).

Tablo 2.3. Çalışmamızda kullanılan ağız içi tarayıcılar ve özellikleri.

Ağız içi tarayıcı	Medit i500	Trios4, Trios5
Üretici Firma	Medit Corporation (Seongbuk-gu Güney Kore)	3Shape (Kopenhag, Danimarka)
Çalışma prensibi	Aktif Triangulasyon	Konfokal lazer Mikroskopi
Görüntüleme Türü	Video	Fotoğraf
Pudra Uygulaması	Uygulanmaz	Uygulanmaz

2.2.3. Ağız Dışı Tarayıcılar (İndirekt Dijitalizasyon)

Direkt dijital ölçü işlemi endike olmadığı durumlarda, konvansiyonel yoldan elde edilen ölçü veya modelin, laboratuvar tarayıcısıyla taranması ile indirekt dijitalizasyon elde edilebilir. Bu işlem zaman alıcı olabilir ancak konvansiyonel ölçü veya alçı model doğru olduğu sürece güvenilir bir yöntemdir. Ağız dışı tarayıcıların hassasiyeti, ağız içi tarayıcılardan yüksek olsa da indirekt dijitalizasyon hassasiyetini değerlendirirken ölçü materyali ve alçı modelden kaynaklanan boyutsal distorsiyonlar göz önünde bulundurulmalıdır (22,23). İndirekt digitalizasyonun direk yöntemle göre tercih edildiği durumlar mevcuttur. Uzun splintlenmiş dişleri içine alan protez yapımında, hareketli protezlerin yapımında veya implant destekli sabit protez yapımında indirekt dijitalizasyon tercih edilebilir (24).

İndirekt dijitalizasyon genelde alçı modelin taranması ile elde edilir. Laboratuvar tarayıcısı kullanılırken objeler tablo üzerine sabitlenir ve ışık kaynağı ile tablonun hareketi tarayıcı tarafından kontrol edilir. Sonuç olarak taranan görüntüler direkt sistemin koordinasyon sistemine kaydolur ve bu görüntü, imajların üst üste çakışmasından elde edilmez. İlk tarayıcılarda, ışık sadece tek bir açıdan yansıtılabiliyordu fakat bazı son dönem tarayıcıları, objeyi tarama esnasında hareket ettirme olanağına sahiptirler ve bu da objenin farklı açılardan taranmasını sağlar. Buna rağmen laboratuvar tarayıcılarında, ağız içi tarayıcılara kıyasla, hareket kısıtlılığı mevcuttur ve bu nedenle undercut ve *proximal* alanlar gibi bölgelerin tam taranması zordur. Eğer bazı bölgeler gözden kaçarsa 2 aşamalı tarama tekniği daha hassas bir ölçü elde edilmesi için yapılabilir. İndirekt dijitalizasyon yönteminde, ölçü nispeten sığ olup kritik bölge etrafında undercut olmadığı zaman, alçı model dökülmeden taranabilir. Bu yöntemde arka bölgelerin taranması genelde ön bölgeden daha başarılıdır. Direk ölçü taramasının hassasiyeti klinik olarak kabul edilir düzeydedir. Eğer ki daimî restorasyonların prova ve uyumlanma ihtiyacı varsa alçı model eldesi gerekli olabilir (25).

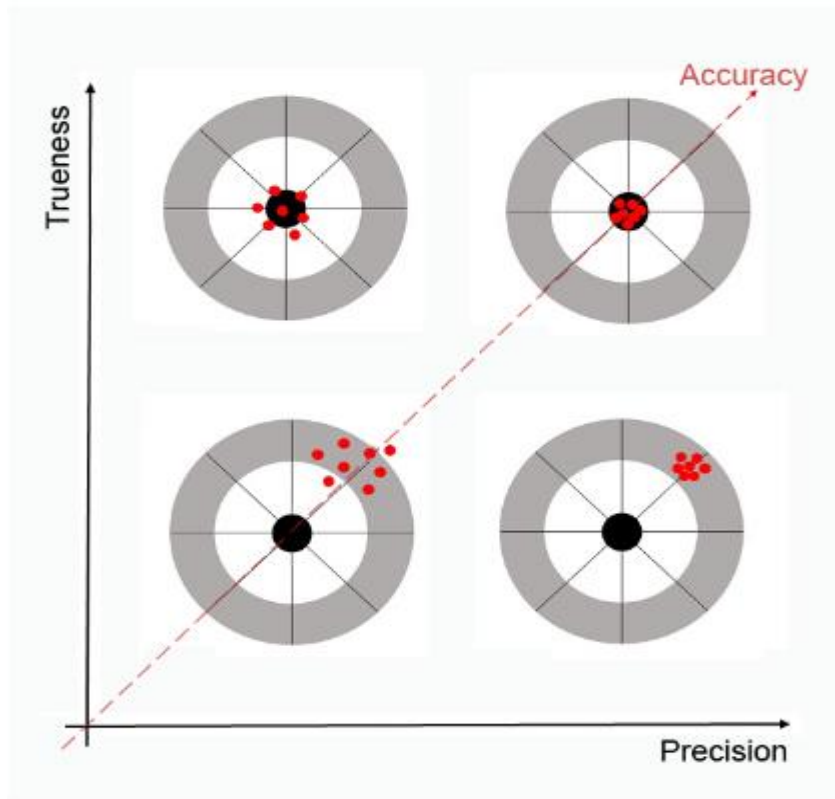
Beyaz ışıkla çalışanlar, lazer tarayıcılar ve son dönemde gelişmiş olan mavi ışıklı tarayıcılar gibi farklı ağız dışı tarayıcılar mevcuttur. Lazer tarayıcılar, objeyi daha düşük hızla tarar ve daha fazla tarama hatasına sebep olur (26).

Beyaz ışıkla çalışan tarayıcılar dental sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır ve daha iyi bir tarama hızı ve tekrarlanabilirlik özelliğine sahiptir. Buna ilave olarak 2 boyutlu ışık modunda çalışır ve 3B verileri lazer tarayıcıdan daha iyi okur (27-29).

Beyaz ışıkla çalışan tarayıcılarda ölçünün derin ve ince kısımlarında sıklıkla hata oluşur. Ayrıca beyaz ışıkla çalışan tarayıcıların tekrarlanabilirlik özelliği eksiktir. Bu dezavantajlar mavi ışıkla çalışan tarayıcıların son zamanlarda geliştirilmesine sebep olmuştur. Bu tarayıcıların daha az hata verdiği ve daha fazla tekrarlanabilirliğe sahip olduğu iddia ediliyor. Fakat mavi ışıkla çalışan tarayıcıların tekrarlanabilirliği veya beyaz ışıklılara göre kıyaslaması konusunda çalışmalar eksiktir (30).

2.3. Dijital Ölçü Sistemlerinin Hassasiyeti

ISO 5725'e göre dijital ölçü sistemlerinin hassasiyeti değerlendirilirken iki bağımsız faktörün dikkate alınması gerekir: doğruluk (trueness), bir ölçüm sonucu ile gerçek bir değer arasındaki yakınlık olarak tanımlanır, tutarlılık (precision) çoklu tekrarlanan ölçümlerin yakınlığını açıklar (2).



Şekil 2.5. Hassasiyet komponentlerinin görsel açıklaması.

2.3.1. Dijital Ölçü Sistemlerinin Hassasiyetini Etkileyen Faktörler

Tarayıcının Çözünürlüğü

Bir 3B görüntünün çözünürlüğü, ölçülen ve ölçüm cihazı tarafından tespit edilebilen fiziksel büyüklükteki en küçük değişiktir. Görüntüde gözlemlenebilecek ayrıntıların miktarını gösterir. 3B tarayıcı söz konusu olduğunda, bu, tarayıcının birim yüzey alanı başına ölçebildiği nokta sayısıdır. Çözünürlük daha yüksekse, tarayıcı bir nesnenin daha küçük/detay özelliklerini algılayabilir. Tarama cihazı, çözünürlüğünü taranacak nesne hacminin büyüklüğüne göre elde eder. Bu nedenle, 3B modellerin gerçek çözünürlüğü, nokta sayısını yüzey alanına bölerek elde edilebilir. Tarayıcı dış yüzeyini sürekli olarak ölçmüyor. Bunun yerine, bir nokta bulutu oluşturur ve bu noktalar daha sonra taranan nesneyi oluşturmak için birleştirilir. Bu yaklaşıma göre, daha az noktanın elde edilmesi, daha düşük doğruluğa yol açar (31).

Priscilla ve arkadaşlarının (5) yaptığı çalışmada, dört farklı intraoral dijital görüntüleme sistemi kullanılarak alınan (Trios, Omnicam, iTero, True definition) tam dental ark ölçülerinde, intraoral tarayıcıların doğruluğu ile çözünürlüğü arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Omnicam ve onun tutarlılığı dışında, çalışmada dijital ölçü sistemlerinin çözünürlüğü ve doğruluğu arasında hiçbir ilişki bulunamamıştır.

Tarayıcının Uç Boyutu

Ağız içi dijital taramalar için el ile tutulan tarayıcılar kullanılır, bu cihazların ağız içi kullanım için tarayıcı uçları yeterince küçük olmalıdır. İlk ağız içi tarayıcıların nispeten büyük uçları vardı, ancak tarama teknolojisi geliştikçe, son zamanlarda mevcut olan ağız içi tarayıcıların daha küçük ve daha kullanışlı uçları oldu. Bununla birlikte, daha küçük bir tarayıcı ucunun kullanılması, daha küçük bir görüş alanıyla sonuçlanır; bu, tarayıcı ucunun yakaladığı 3B görüntülerin küçük olduğu anlamına gelir. Sonuç olarak, tüm ağzın 3B bir görüntüsünü oluşturmak için daha küçük görüntülerin daha fazla üst üste bindirilmesi gerekir. Tarayıcı uç boyutunun, dijital ölçü doğruluğu üzerindeki etkisini değerlendiren çalışma sayısı sınırlıdır. Bu çalışmalar, daha büyük bir uca sahip tarayıcı kullanımının, küçük uçlu tarayıcılara kıyasla daha yüksek bir ölçü doğruluğu elde ettiğini göstermiştir (32, 33). Hongseok ve arkadaşlarının (33) yaptığı çalışmada ağız içi tarayıcı (Emerald) ile toplam 120 tam ark ağız içi tarama yapılmıştır ve çalışmada 3 değişken (uç boyutu (küçük ve normal)

tarama paterni (önce okluzal tarama ve S-şeklinde) ve tarama hızı (yavaş, düzenli ve hızlı) değerlendirilmiştir. Her değişken kombinasyonu için on tarama yapılmıştır ve STL dosyaları olarak dışa aktarılmıştır. Referans taraması için bir laboratuvar tarayıcısı (E4) kullanılmıştır. Dışa aktarılan görüntüler, bir görüntü analiz yazılım programı (Geomagic Control X) ile analiz edilmiştir. Analizlerin sonucunda daha küçük bir uçla yapılan taramalar, normal bir uçla yapılan taramalardan daha düşük doğruluk göstermiştir. Tutarlılık değerlendirmesi için, uç boyutu, tarama hızı ve tarama paterni olmak üzere 3 değişkenin hepsi önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle, küçük bir tarayıcı ucu yalnızca gerekli olduğunda kullanılmalıdır.

Tarama Protokolü

Üreticiler, cihazlarında en iyi sonuçları elde etmek için belirli tarama yöntemleri önermektedir. Tarama protokollerinin etkisini araştıran önceki çalışmalar da tarama doğruluğunun kullanılan protokole bağlı olarak değiştiğini doğrulamıştır (7, 9, 12, 34, 35).

Kyung Chul ve arkadaşları (9) çalışmalarında, farklı tarama stratejilerinin taranan verilerinin doğruluğu üzerindeki etkilerini, yeni bir değerlendirme protokolü kullanarak araştırmayı amaçlamıştır. Tarama stratejileri 3 yöneme göre sınıflandırılmıştır. Yatay yönde sürekli tarama (CH grubu), ön bölgede dikey rotasyonla sürekli tarama (CV grubu) ve segmental yöntem (S grubu). CH grubunda tarayıcı kafası çoğunlukla yatay konumda tutulmuştur. CV grubunda tarayıcılar ön diş bölgesi etrafında 180° döndürülerek alanın düzgün taranmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca taranan verilerin doğruluğu açısından 2 farklı intraoral tarayıcının performansı değerlendirilmiştir (Trios3 ve Medit i500). Bu çalışmanın sonuçlarına göre tam ark tarama verileri elde etmek için, önce ilgili bölgeyi taramak için segmental bir yaklaşım veya tarama boyunca çoğunlukla yatay konumda tutulan tarayıcı ucuyla sürekli bir tarama yöntemi kullanılabilir. Ancak intraoral tarayıcıların dikey yönde dönmesi en aza indirilmelidir.

Tarama Mesafesi

Tarama mesafesi, taranan yüzey ile ağız içi tarama ucu arasındaki mesafedir, tarama derinliği ise tarayıcının güvenilir verileri yakalayabileceği odak derinliği olarak tanımlanabilir. Son araştırmalar, tarama mesafesi değiştirildiğinde tarama

doğruluğunda farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Ancak, tarayıcının optimum tarama mesafesi ve odak derinliği, seçilen IOS yazılımı tarafından belirlenir. Her IOS üreticisi, optimum tarama mesafesini tanımlar. Seçilen IOS'un optimum tarama mesafesinin anlaşılması, IOS performansını optimize edecek ve operatörün yetersiz kullanımını en aza indirecektir (36, 37).

Tarama mesafesi dijital tarama sırasında hatalara yol açabilecek önemli bir faktördür. Tarama prosedürü sırasında, bir operatörün tarama ucu ile kaydedilen dişler veya yumuşak dokular arasında sabit bir boşluk tutması son derece zordur. Bu nedenle belirli tarama mesafelerinin diğerlerinden daha iyi doğruluk sonucu sağlayıp sağlamadığını bilmek önemlidir.

Rotar ve arkadaşlarının (37) yaptığı çalışmada, farklı tarama mesafeleri senaryosunda dijital ölçüler arasındaki doğruluk farklılıkları değerlendirilmiştir. Bir tipodont çene modeli üzerinde tam seramik kron preparasyonu gerçekleştirilmiş ve tarama için IOS i700 (Medit, Seul, Kore) kullanılmıştır. Tek bir operatör tarafından önceden belirlenmiş beş mesafede yirmi adet ardışık tarama gerçekleştirilmiştir: (5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm ve 23 mm). Tarayıcının ucu ile diş arasındaki istenen mesafeyi korumak için, IOS sert ve sabit bir kola bağlanmıştır. Tarama doğruluğunu belirtmek için kalite kontrol yazılımı olan Geomagic Control X (Sürüm:16.0.2.16496, 3D Systems, Wilsonville,OR,USA) kullanılmıştır. Analizler sonucu 10 mm'lik tarama mesafesi, 23,05µ genel doğruluk değeri ve 4,2µ kesinlik değeri ile en iyi doğruluğu göstermiştir. Elde edilen sonuç, artan tarama mesafelerinin dijital bir ölçünün doğruluğunu azaltabileceğini göstermiştir.

Tarama Alanının Uzunluğu

Dişsiz boşluklar veya eksik dişlerin olduğu alanlar, ağız içi tarama doğruluğunu azaltabilecek bir değişken olarak tanımlanmıştır. Dişsiz boşluklar, bir IOS kullanılarak taranması zor yüzeyleri temsil eden sınırlı anatomik alanlardır. Farklı çalışmalar, IOS'ların mukozayı geleneksel ölçü yöntemleriyle aynı doğrulukla ölçtüğünü açıklamaktadır; ancak hareketli dokuların kaydedilmesi, IOS teknolojisi ve seçilen sistemden bağımsız olarak zordur (38-41).

Waldecker ve arkadaşları (42) kısmen ve tamamen dişli maksiller tipodont üst çene modellerini üç farklı IOS (Dentsply Sirona'dan Omnicam ve Primescan ve 3Shape A/S'den Trios 4) kullanarak taramış ve ölçü doğruluğunu karşılaştırmıştır.

Sonuçlar, diş durumunun tarama doğruluğunu etkilediğini ortaya çıkarmıştır. Kısmen dişsiz maksillada tamamen dişli maksillaya kıyasla daha büyük sapmalara gözlenmiştir.

Tarama doğruluğu, tam ark taraması ile kadran taraması arasında özellikle arka dişlerde farklılık göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre maksiller veya mandibular tam ark için, özellikle arka alanda tarama yanlışlığından kaçınmak için dikkatli değerlendirme gereklidir, çünkü tam ark taraması bir kadran taramasından daha potansiyel hataya sahip olabilir.

Moon ve arkadaşlarının (43) çalışmasında bir referans model kullanarak ölçümleri standartlaştırarak ve ardından iki farklı tarama arasındaki varyansları karşılaştırarak tam ark taramaların ve kadran taramaların doğruluğu değerlendirilmiştir. Sonuç olarak tam ark taramaları, yarım ark taramalara (0,05 ~ 0,06 mm) kıyasla nispeten daha büyük hatalar (0,09 ~ 0,10 mm) göstermiştir.

Yüzey Özellikleri ve Diş Geometrisi

Diş hazırlığı geometrisi ve diş konumu, pulpa ve diş eti tabanı derinliği ve diş hazırlığının bitiş çizgisi konumu olarak bilinen yüzey özellikleri ağız içi tarama doğruluğunu etkileyen faktörler arasında yer alır. Proksimal yüzeyleri içeren diş preparasyonları, bir IOS kullanıldığında taranması en zor alanlar olarak belirlenmiştir. Ek olarak, IOS teknolojisi ve seçilen sisteme bağlı olarak farklı diş hazırlığı özellikleri arasında ölçülen bu tutarsızlıklar farklı olabilir. Diş hazırlama geometrisi ağız içi tarama doğruluğunu azaltabilecek önemli bir faktördür.; bu nedenle klinisyenler, keskin açıları, düzensiz veya pürüzlü yüzeyleri azaltmak için ağız içi dijital tarama almadan önce preparasyon dikkatlice gözden geçirmelidir (3, 44-54).

Kim ve arkadaşları (55) farklı diş preparasyonları içeren bir tam ark model üzerinden 9 adet ağız içi tarayıcı ile dijital ölçü alarak, kullanılan IOS'ların doğruluğunu incelemişler. Sonuç olarak test edilen IOS'lar arasında keskin kenar ve yüzey düzgünlüğü gibi niteliksel özelliklerde doğruluk farklılıkları ortaya çıkmıştır.

Taranan dişin konumu ağız içi tarayıcıların doğruluğunu etkileyebilen bir diğer faktör olarak bilinmektedir. Bu konuyla ilgili çalışmalarda, arka dişlerde ön dişlere kıyasla daha düşük tarama doğruluğu elde edilmiştir (45, 53). Diğer bir preparasyon değişkeni olan pulpa ve dişeti tabanı derinliği tarama prosedürünün doğruluğunu azaltabilen diğer bir faktördür. Bir diş preparasyonunun pulpa ve dişeti tabanlarının

derinliđi ne kadar fazla olursa, rapor edilen tarama dođruluđu deđerleri de o kadar dűşűk olur (52, 54).

Carbajal Mejía ve arkadaşlarının (46) yaptıđı çalıřmada dayanak diř geometrisinin, dental ۆlű (hem geleneksel hem dijital) dođruluđu ۆzerindeki etkisi deđerlendirmiřtir. Farklı total okluzal konverjans açılarına (TOC) (-8, -6, -4, 0, 4, 8, 12, 16 ve 22 derece) sahip kron preparasyonları, bir ۆst sol orta kesici diřte dijital olarak oluřturulmuř ve akrilik reçineden elde edilmiřtir. Diřlerin hem geleneksel hem de dijital ۆlűleri alınıp ۆlű hassasiyeti deđerlendirilmiřtir. Verilerin analizi sonucunda tek bařına geleneksel diř ۆlűleri veya bir ađız dıřı dijital tarayıcı ile tarandıđında, TOC açısı 0 dereceye yakın olduđunda dayanak diř preparasyonları gűvenilir bir řekilde yeniden ۆretilenemiřtir. Buna karřılık, intraoral tarama ile yapılan dijital ۆlűler, dayanak diř geometrilerinden bađımsız olarak dođru bir řekilde kaydedilebilmiřtir.

Marjin Sınırının Konumu

Műkemmel marjinal bűtűnlűđe sahip restorasyonların ۆretiminde, dođru ۆlű almak çok ۆnemlidir. Dođru bir ۆlű elde etmek için, ۆzellikle diř preparasyonunda bitiř çizgisinin konumu diř etine çok yakın olduđunda, uygun diř eti dokusu yۆnetimi gereklidir (56).

Hem geleneksel hem de dijital ۆlű alma yۆntemlerinde , bitiř çizgisi *subgingival* olarak yerleřtirildiđinde ideal diř eti retraksiyonu ve műkemmel kan ve tűkűrűk kontrolű, genellikle zordur (57).

Hongseok ve arkadaşlarının (58) yaptığı çalışmada ۆ diř ۆzerinde preparasyon yapılıp, bitiş çizgileri dişetine eřit seviyede, 0.5 mm *subgingival* ve 1.0 mm subgingival olarak yerleştirilmiştir. Diřeti retraksiyonu için tek kord tekniği kullanılmıştır ve iki ağız içi tarayıcı (Emerald ve Trios 3) ile ۆlű alınmıştır. Taramalardaki doğruluk ve tutarlılık analizinde her iki ağız içi tarayıcı için, subgingival bitiş çizgisi grupları, eşdeğer dişeti bitiş çizgisi gruplarına kıyasla daha bűyűk dikey ve yatay farklılıklar gۆstermiřtir.

Tarayan Kiřinin Tecrűbesi

Ağız içi tarayıcıları etkin bir şekilde kullanabilmek ve temel ağız içi tarama kavramlarını ۆđrenmek için profesyonel diř hekimleri, bir eğitim sűrecine ihtiyaç

duymaktadırlar. 2021 yılında Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA) tarafından yapılan bir araştırmada, diş hekimlerinin %82'si satın alınan tarayıcı firma tarafından %52'si de kişinin kendi deneyimiyle eğitildiği rapor edilmiştir (59).

Ağız içi tarayıcı edinen operatörün, önceki kullanım deneyimi, IOS'ların tarama doğruluğunu etkileyebilecek bir faktör olarak tanımlanmıştır; operatör deneyimi ne kadar fazlaysa, ağız içi dijital taramanın doğruluğu da o kadar yüksektir (4, 62-64). Ancak, bu ilişki, eski nesil cihazlar kullanıldığında daha güçlü görünmektedir (61).Ek olarak, operatör deneyimi tarama süresini azaltarak dijital prosedürün verimliliğini artırır (4).

César ve arkadaşları (61) farklı deneyim seviyelerine sahip 3 profesyonel tarafından 2 IOS (CEREC Omnicam ve TRIOS 3) kullanılarak yapılan taramaların doğruluğunu ve tutarlılığını değerlendirmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ağız içi taramaların doğruluğu operatör deneyiminden, IOS tipinden ve tarama boyutundan etkilenmiştir. Daha doğru taramalar için daha deneyimli operatörler ve daha küçük tarama boyutları gerekli olduğu bildirilmiştir. Sonuçlara göre, daha deneyimli operatörler daha hızlı taramalar yapmıştır ve TRIOS 3, tam ark taramaları için CEREC Omnicam' dan daha doğru sonuç vermiştir.

Tükürük Varlığı

Tükürük varlığı ağız ortamının nemli olmasını sağlar fakat bu sıvının içindeki bileşenlerin ve sıvının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ağız içi tarayıcının görüntülemesinde özel bir etkisinin olup olmadığı bilinmemektedir. Sıvıların etkisini daha iyi anlamak ve deneysel sonuçların tekrarlanabilirliğini sağlamak için bir çalışmada iki tür sıvı kullanılmıştır (ultra saf su ve yapay tükürük). Ayrıca kuru ve ıslak ortamda ağız içi tarayıcıların doğruluğu değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, ıslak koşul için daha az doğruluk ve kesinlik bulunmuştur. İki farklı sıvı türü için, ortalama RMS değeri doğruluk ve kesinlik açısından önemli ölçüde farklı bulunmamıştır. Sonuç olarak diş yüzeyindeki sıvının ağız içi tarama doğruluğunu etkilediği görülmüştür (63).

Park ve arkadaşları(64) bir laboratuvar çalışmasında, simüle edilmiş ağız içi koşulların iki IOS'un (3Spahe A/S'den Trios 3 ve Carestream'den CS 3500) tarama doğruluğu üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Ortam sıcaklığı, nem ve aydınlatma ayarlarının kontrol edildiği özel bir simülatör kullanarak ağız içi koşullar

oluşturulmuştur. Test edilen koşullara göre iki grup oluşturulmuştur: grup 1 (sıcaklık 18–22 °C arasında, %40 nem ve 262–272 -lüks ortam aydınlatması) ve grup 2 (sıcaklık 29–31 °C, %100 nem ve 173–197 -lüks ortam aydınlatması aralığındadır). Test edilen simüle ağız içi koşullar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Ortam neminin intraoral tarama doğruluğunu etkileyip etkilemediğini belirlemek için daha ileri çalışmalara hâlâ ihtiyaç vardır. Yazarlar, ortam nemlendirmesinin IOS performansı üzerindeki etkisini en aza indirmek için IOS'ların kalibre edilmesini önermektedir. Ayrıca dişlerin kurutulması, yüzey neminin , ağız içi taramanın doğruluk değerleri üzerindeki olumsuz etkilerini önemli derecede azaltmıştır (65).

Işık Koşulları

Ortam aydınlatma koşulları veya ortam ışığının yoğunluğu, ağız içi tarayıcıların tarama doğruluğu üzerinde, önemli bir etkiye sahiptir. Dental literatür, önerilen aydınlatma durumunun seçilen ağız içi tarayıcıya bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Tüm ağız içi tarayıcıların doğruluğunu, en üst düzeye çıkarır bir evrensel optimum aydınlatma koşulu olmamasına rağmen, ağız içi tarayıcıların çoğu 1000 lüks ortam aydınlatmasında daha iyi performans gösterir bu ortam aydınlatma koşulunun sağlanması için, oda tavan ışığını açık bırakırken, ünit ışığının kapatılması gerekmektedir (14-16, 66-69). Her odanın veya operasyonun farklı ortam aydınlatma yoğunluğuna sahip olabileceğini anlamak önemlidir; bu nedenle, ortam aydınlatma koşullarını standart hale getirmek için bir lüks ölçer kullanılması önerilir.

2.3.2.Digital Ölçü Hassasiyeti Değerlendirme Yöntemleri

Dijital Verinin Değerlendirilmesi

Dijital referans model üzerinde belirlenen noktaların sanal modeldeki noktalar ile üç farklı düzlemdeki yer değiştirme miktarları karşılaştırılır. Bu hesaplama 3B vektör hesaplamasıyla yapılabilir. Bu karşılaştırma, referans model ve sanal modelin birbiri üzerine çakıştırılması (*superimposition*) yöntemiyle de elde edilebilir. STL dosyaları, tersine mühendislik yazılımlarına aktarılır ve referans nokta bulutlarının yardımıyla *best-fit* algoritması ile üst üste çakıştırılır böylelikle doğruluk (*trueness*) hesaplanabilir (70). Tutarlılık (*precision*) ise, aynı tarayıcı ile elde edilen dijital verilerin çakıştırılması sonrası boyutsal farklılığın tespiti ile elde edilmektedir (71).

Fakat bazı araştırmalar, çakıştırma tekniğinde kullanılan yöntemlerin de bir miktar sapmaya neden olabileceğini göstermektedir (72,73).

CAD-CAM yazılımı mevcut model üzerinde, alanların kesilmesine ve aynı alandan başka tarama yaparak yeni 3B bilgilerin oluşmasına olanak sağlar. Bu kesme (*cut off ve rescans*) işlemi birçok diş hekimliği senaryosunda kullanılabilir ve dijital ağız içi taramaları modifiye ederek iş akışını geliştirebilir. Ayrıca, yeni 3B bilgiler, mevcut intraoral dijital taramaya eklenebilir (*over scanning*) . Mevcut bir dijital taramaya yeni bilgiler eklemek için gerekli olan önkoşul ise ek taramadaki yüzey özelliklerin mevcut tarama ile üst üste binmesidir. Üst üste bindirme stratejileri, kullanılan tarama yazılımına göre farklılık gösterir. Eğer dişlerin yüzeyleri düzensiz ise, yazılım algoritmalarının 2 taramanın 3B bilgilerini doğru bir şekilde üst üste bindirmesi zor olabilir. *Cut off* işleminin aksine yeniden tarama işleminde, aynı alanlar doğru taranana kadar, yeni taramalar eski taramalar ile otomatik olarak yer değiştirir. *Cut off ve over scanning* gibi tarama tekrarlanmasını içeren işlemler, alınan imaj sayısını arttırır ve dijital ölçü doğruluğunda hatalara sebep olabilir. Üretici firmalar devamlı ağız içi tarayıcıların yazılım ve donanımını geliştirerek yeni jenerasyonlar ortaya çıkarmaktadırlar. Bu güncellemeler ağız içi tarayıcının performansını ve ölçü doğruluğunu geliştirmeyi amaçlamakta olsa da, literatürde Trios 5 gibi güncel cihazların performansı hakkında ve farklı tarama yöntemlerinin, farklı ağız içi tarayıcılarda dijital ölçü doğruluğuna etkisiyle ilgili çalışmalar yetersizdir (19,13,74).

Bu çalışmanın amacı, farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisini incelemektir. Çalışmanın sıfır hipotezi tarama yöntemlerinin farklı ağız içi tarayıcılarda dijital ölçü doğruluğu üzerinde etkisi yoktur şeklinde dir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğu üzerindeki etkisi incelenmektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışma 4 adımdan oluşmaktadır.

- 1) Çalışma modelinin elde edilmesi.
- 2) Çalışma modelinin referans tarayıcı ve ağız içi tarayıcılar ile taranması.
- 3) Ağız içi tarayıcılarla elde edilen tarama verilerinin referans tarayıcı verileriyle niceliksel karşılaştırılması.
- 4) İstatiksel değerlendirme.

3.1. Çalışma Modelinin Elde Edilmesi

Çalışmada üst çene tyodont fantom modeli (Frasaco AG-3 dental model) kullanıldı. 16 ve 25 numaralı dişler tek bir operatör tarafından, silikon indeks rehberliğinde loup (ADMETEC TTL Galilean 2.7X Büyütme Oranı) kullanılarak prepare edildi. Dişler prepare edilirken daralma açısının 10-20 °, okluzal preparasyon derinliğinin 2 mm, aksiyal preparasyon derinliğinin 1,5 mm olmasına dikkat edildi. Bitiş sınırı, 1 mm genişlikte, *chamfer* basamak şeklinde ve 0.5 mm diş eti üzerinde (*supragingival*) oluşturuldu (Şekil 3.1).

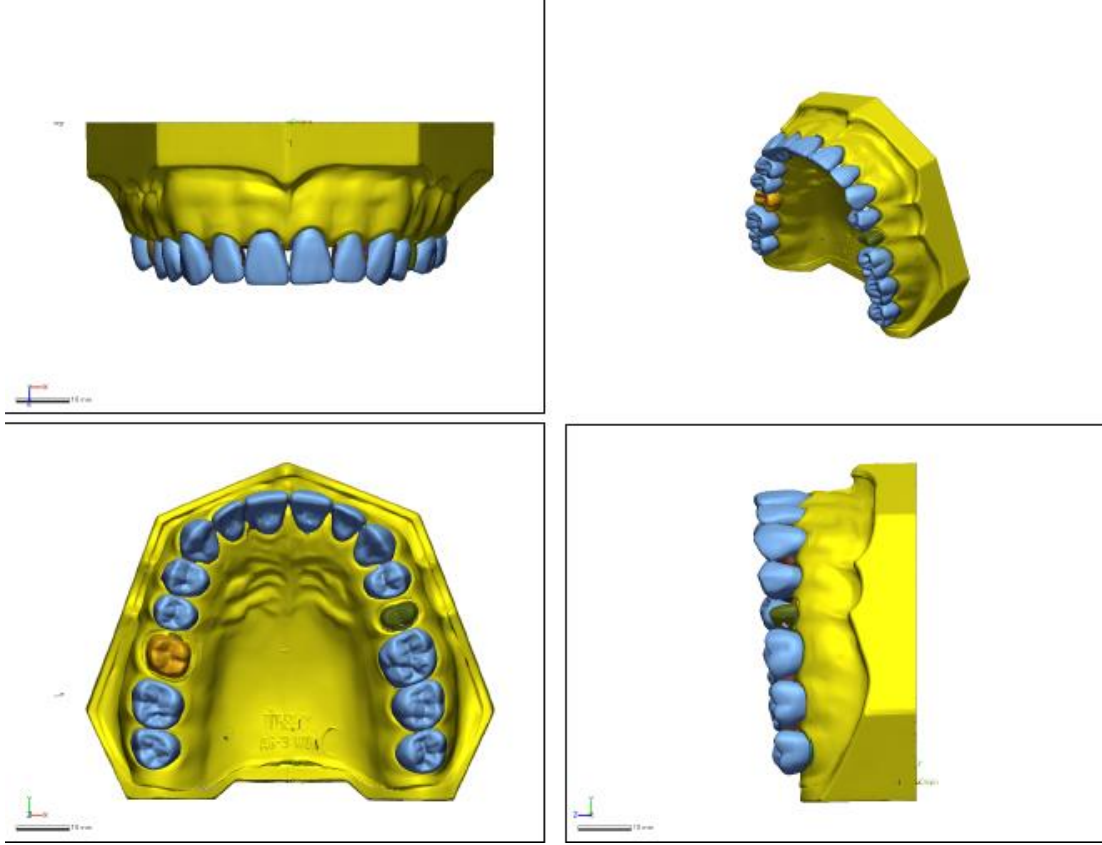


Şekil 3.1. 16 ve 25 numaralı dişleri prepare edilmiş çalışma modeli.

3.2. Çalışma Modelinin Referans Tarayıcı ve Ağız İçi Tarayıcılar ile Taranması

Bu çalışmada dijital referans model oluşturmak için preparasyon sonrası typodont model, endüstriyel tarayıcı (Atos II Triple Scan GOM, Almanya) ile tarandı (Şekil 3.2). Tarama sonucu elde edilen veri ‘ana model’ olarak sanal ortamda kaydedildi. Daha sonra çalışma modeli ağız içi tarayıcılar ile farklı yöntemler ile tarandı ve elde edilen veriler ‘test modeli’ olarak kaydedildi.

Tarama öncesinde gerekli olan tarayıcılar için kalibrasyon işlemi yapıldı ve taramalar, 18 numaralı diştten 28 numaralı dişe doğru okluzalden başlayıp palatal ve devamında ise bukkal bölgelerin taraması ile tamamlandı. İşlem sırasında taranan objeyle tarayıcı arasındaki mesafeyi sabit tutmak amacıyla bir düzenek kullanıldı ve tüm taramalar ortam aydınlatması altında tek bir operatör tarafından gerçekleştirildi.



Şekil 3.2. Atos II Triple Scan endüstriyel tarayıcısı ile elde edilen ana modelin görüntüsü.

Çalışmada ağız içi tarayıcı olarak 3 sistem kullanıldı;

- Cihaz 1: Trios 5(3Shape ,Kopenhag, Danimarka)
- Cihaz 2: Trios 4(3Shape ,Kopenhag, Danimarka)
- Cihaz 3: Medit i500 (Medit Corporation,Seonbuk-gu Güney Kore)

Her tarayıcı için dijital ölçüler 5 gruba ayrıldı.

Grup A: Tüm ark normal çözünürlükte bir defa tarandı.

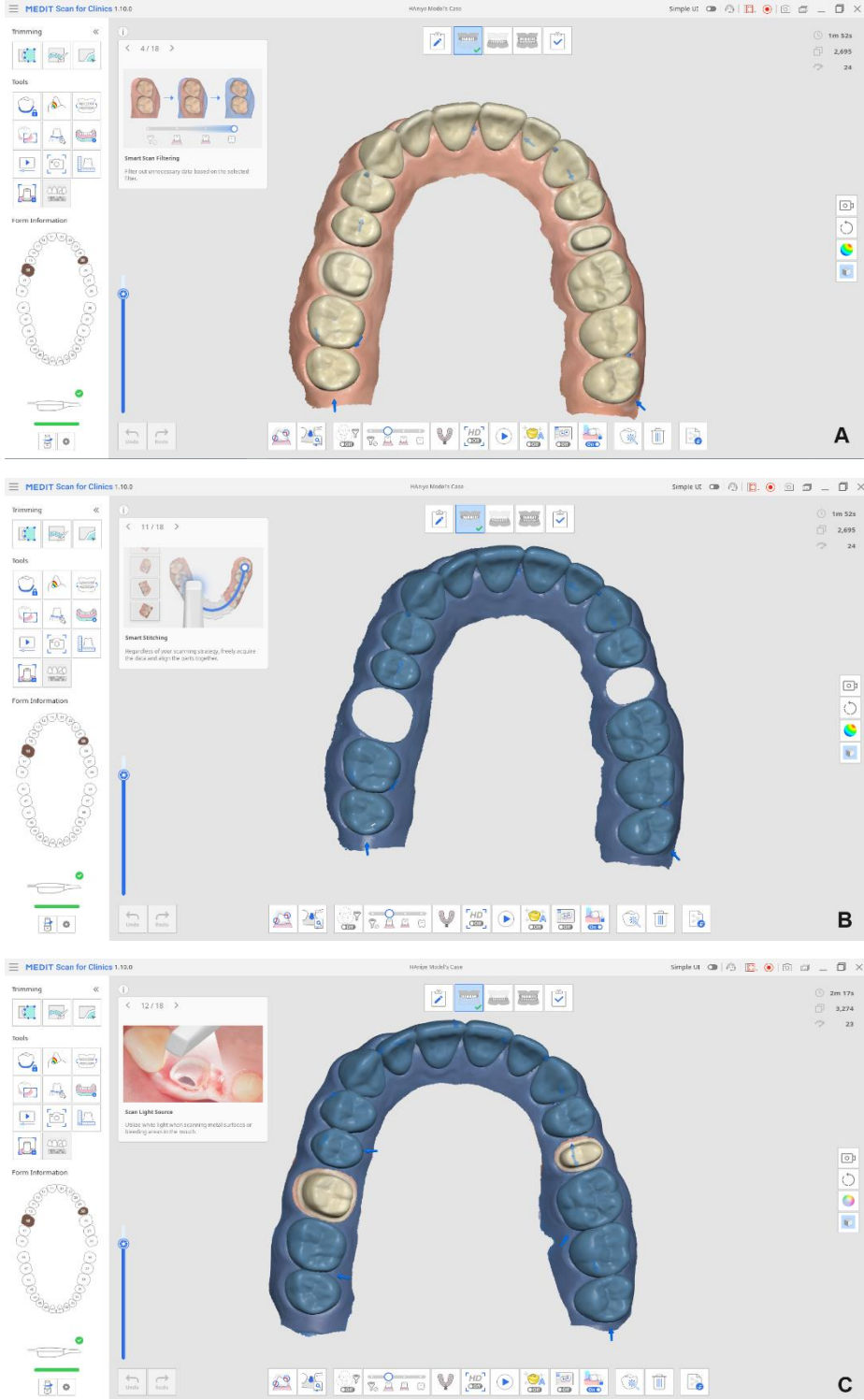
Grup B: Tüm ark normal çözünürlükte üç defa tarandı.

Grup C: Tüm ark normal çözünürlükte on defa tarandı.

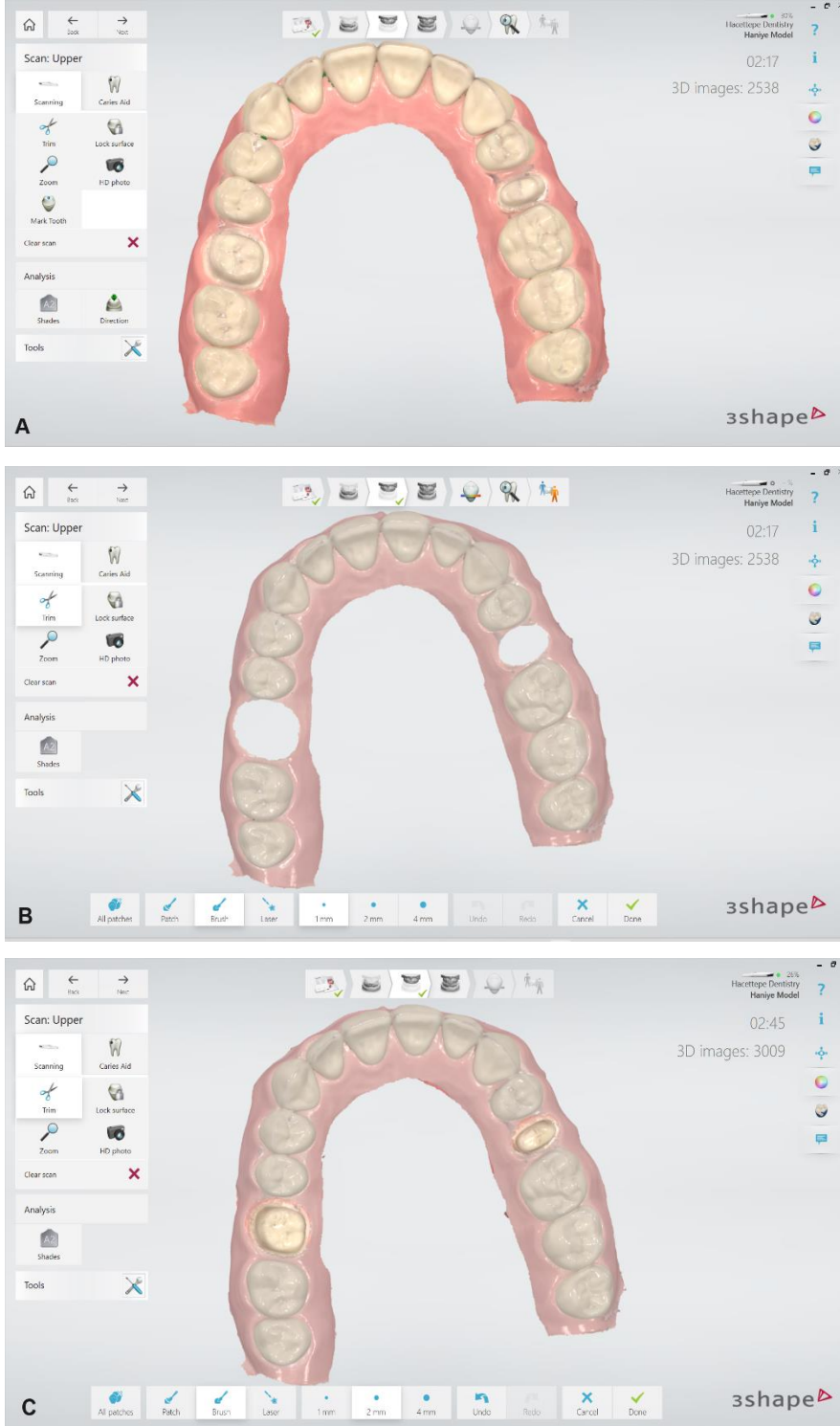
Grup D: : Tüm ark normal çözünürlükte tarandıktan sonra 16 ve 25 numaralı diş bölgesinde kesilme (cut off) işlemi yapıldı, daha sonra arkın geri kalan kısmı kitlendi ve prepare dişler, normal çözünürlükte tekrar tarandı (Şekil 3.3 ve 3.4).

Grup E: Tüm ark normal çözünürlükte tarandıktan sonra 16 ve 25 numaralı diş bölgesinde kesilme yapıldı, daha sonra arkın geri kalan kısmı kitlendi ve prepare dişler, yüksek çözünürlükte tekrar tarandı.

Tutarlılık değerlendirilmesi için her grubun taraması 10 kez tekrarlandı ve her grup içerisinde tarama sonrası oluşan imaj sayısı kaydedildi.



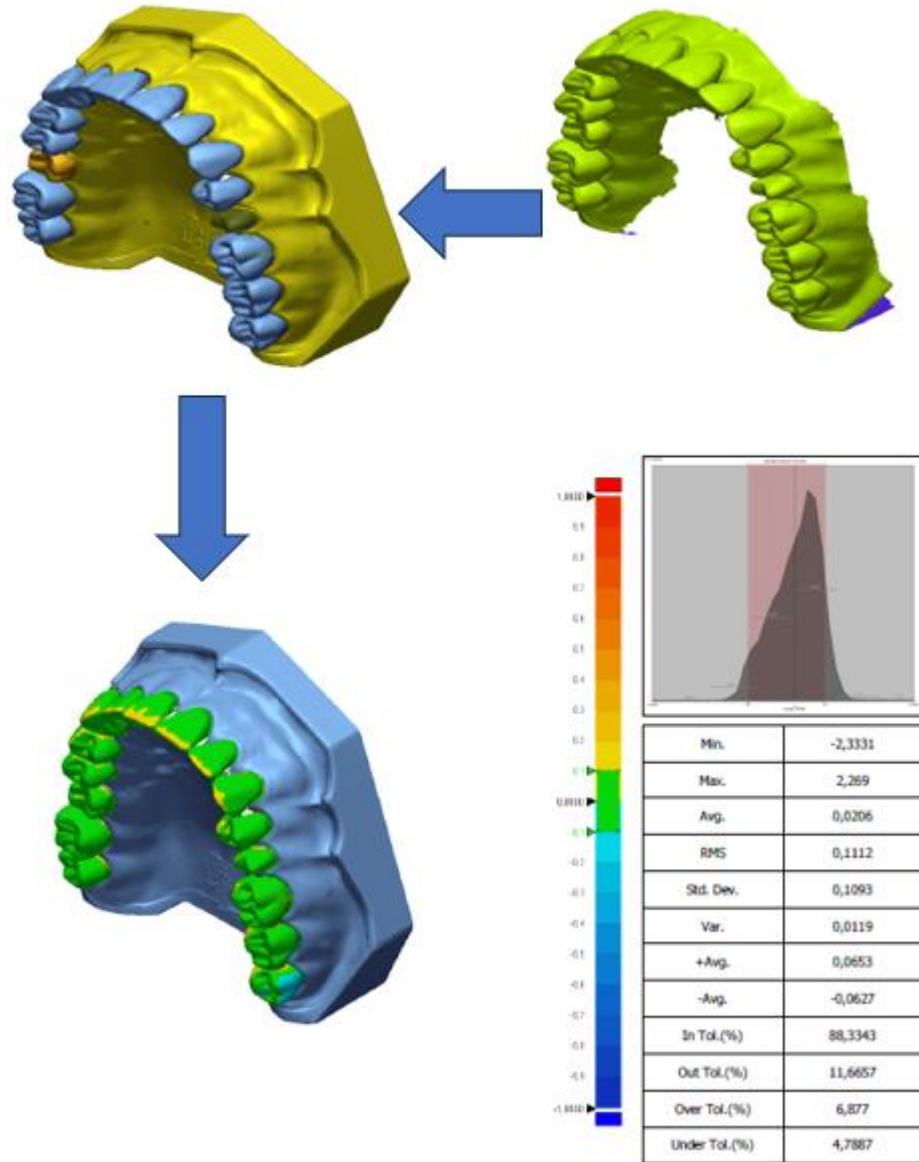
Şekil 3.3. Medit i500 sisteminde dijital tarama. A)Tüm arkın tek seferde taranması. B)Tüm arkın kilitlemesi, 16 ve 25 numaralı dişlerin kesilmesi. C)16 ve 25 numaralı dişlerin normal çözünürlükte taranması.



Şekil 3.4. Trios 4 ve 5 sisteminde dijital tarama. A)Tüm arkın tek seferde taranması. B)Tüm arkın kilitlemesi, 16 ve 25 numaralı dişlerin kesilmesi. C)16 ve 25 numaralı dişlerin normal çözünürlükte taranması.

3.3 Ağız İçi Tarayıcılarla Elde Edilen Tarama Verilerinin Referans Tarayıcı Verileriyle Karşılaştırılması

Ana model verileri ile ağız içi tarayıcılardan elde edilen test model verileri, 3 B ölçüm verileri için değerlendirme yazılımı olan best-fit algoritması ile (Geomagic Control X 2020, Rock Hill, SC, USA) karşılaştırıldı. Her bir tarama için tüm ark ve prepare dişler bölgesinde ana model ile olan uyumsuzluk değeri olarak karekök ortalama sapma değerleri (RMS) hesaplandı (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Ana model verileri ile ağız içi tarayıcılardan elde edilen test model verilerinin karşılaştırılması.

3.4 İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin istatistiksel analizleri R yazılımı (versiyon 4.1.2) ve TURCOSA yazılımı (www.turcosa.com.tr), Erişim Tarihi: 18.09.2023) kullanılarak yapılmıştır. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu grafiksel yaklaşımlar (Q-Q grafiği, Histogram, vb.) ve hipotez testleri (Shapiro-Wilk normallik testi) birlikte kullanılarak değerlendirilmiştir. Referans model kullanılarak uyum değerlendirmesi için elde edilen sapma değerlerinin tarayıcılara ve gruplara göre farklılık gösterip göstermediği normal dağılım varsayımı sağlanmadığı için parametrik olmayan testler ile incelenmiştir. İncelenen sayısal değişkenlerin cihaz ve gruplar arasındaki kıyaslamalarında normal dağılım varsayımı sağlanmadığı için Friedman testi kullanılmış, anlamlı fark bulunması durumunda ise farklılığı yaratan grubun belirlenmesi için Conover ve Nemenyi ikili karşılaştırma testlerinden yararlanılmıştır. Sayısal değişkenler, ortanca ve çeyreklikler kullanılarak özetlenmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4.BULGULAR

Çalışmamızda farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla tüm ark boyunca ve ilgili diş (16 ve 25) bölgelerinde karekök ortalama sapma değerleri (RMS) karşılaştırıldı. Tüm ark karekök ortalama sapma değeri; tüm dişli bölgelerden elde edilen sapma değerini ifade etmektedir.

4.1. Ağız İçi Tarayıcılarda Tarama Yöntemleri Arasında Toplam Sapma Değerlerinin Karşılaştırılması

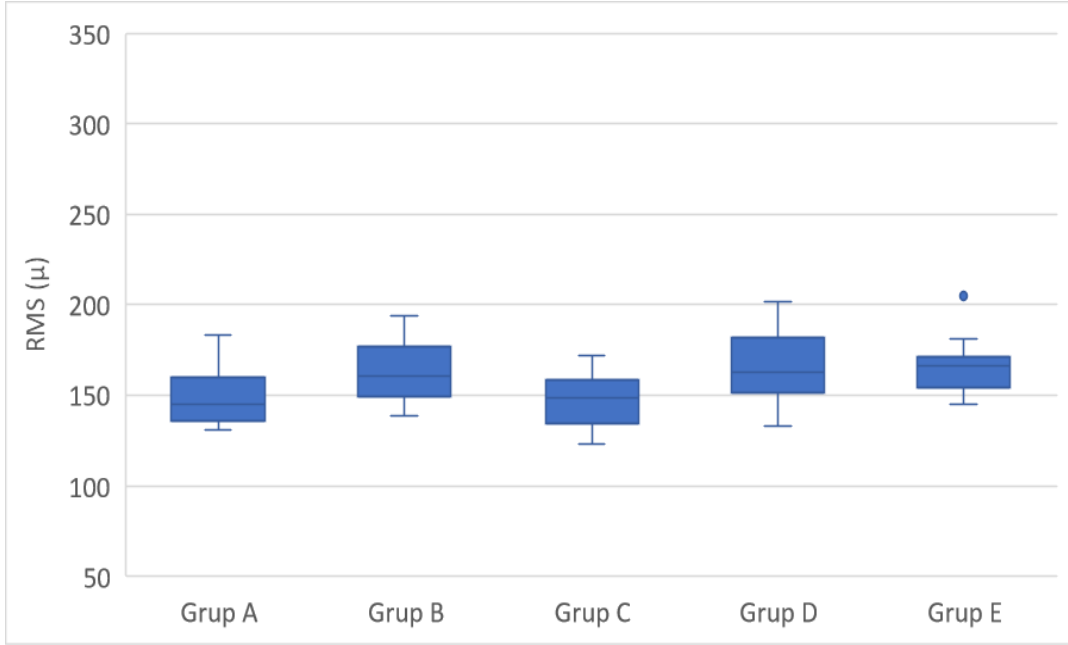
Bu istatistiksel karşılaştırmaya göre her bir cihaz için, gruplar arası tüm ark sapma değerleri karşılaştırılmıştır. Tüm ark sapma değerleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Tüm Ark Karekök Ortalama Sapma Değerleri(μ m).

Grup	Tarayıcı	n	Ortanca	%25	%75	En Küçük	En Büyük
Grup A	Cihaz 1	10	145	136	160	131	183
	Cihaz 2	10	110.5	103	117.75	100	130
	Cihaz 3	10	200	186.25	226.5	183	289
Grup B	Cihaz 1	10	160.5	149	177	139	194
	Cihaz 2	10	121	117	128.5	109	151
	Cihaz 3	10	202	197.75	207.5	174	230
Grup C	Cihaz 1	10	148.5	134.75	158.5	123	172
	Cihaz 2	10	115	112.5	118.25	105	152
	Cihaz 3	10	202	190.75	243.5	173	277
Grup D	Cihaz 1	10	163	151.75	182	133	202
	Cihaz 2	10	116	109	127.75	97	145
	Cihaz 3	10	251.5	214.5	264.5	206	312
Grup E	Cihaz 1	10	166	154.25	171.25	145	205
	Cihaz 2	10	110.5	104.75	127	96	167
	Cihaz 3	10	236	203	243.25	162	253

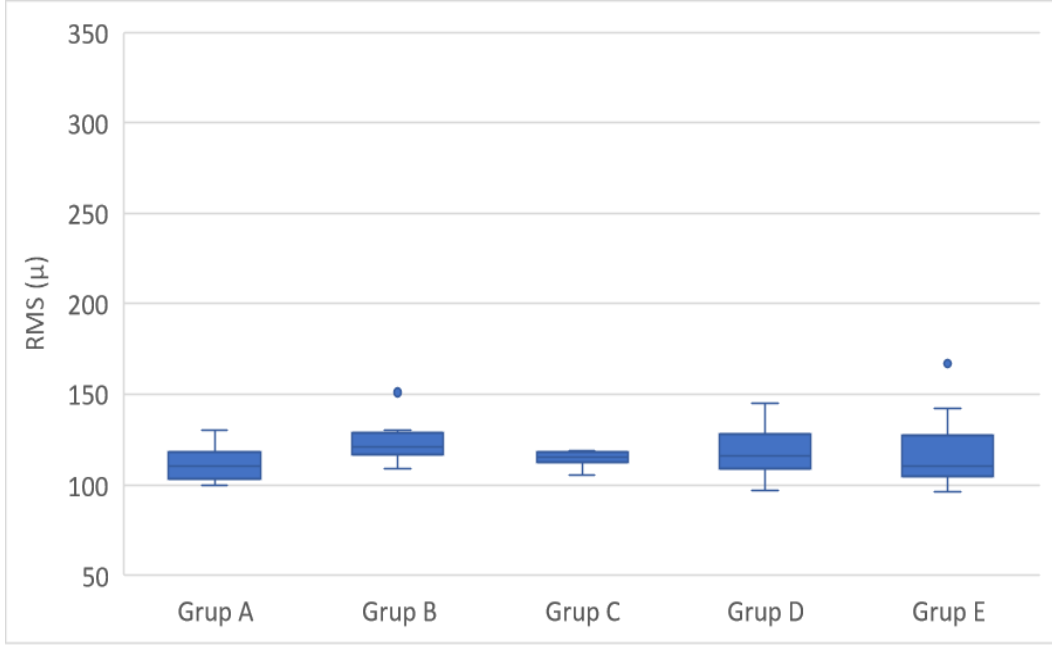
Cihaz 1:Trios 5 ,Cihaz 2:Trios 4, Cihaz3: Medit i500

Bu karşılaştırmaya göre cihaz 1 için en düşük ortalama sapma değeri grup A'da ($145\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup E'de ($166\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Friedman test sonuçlarına göre cihaz 1'de gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır (Şekil4.1).



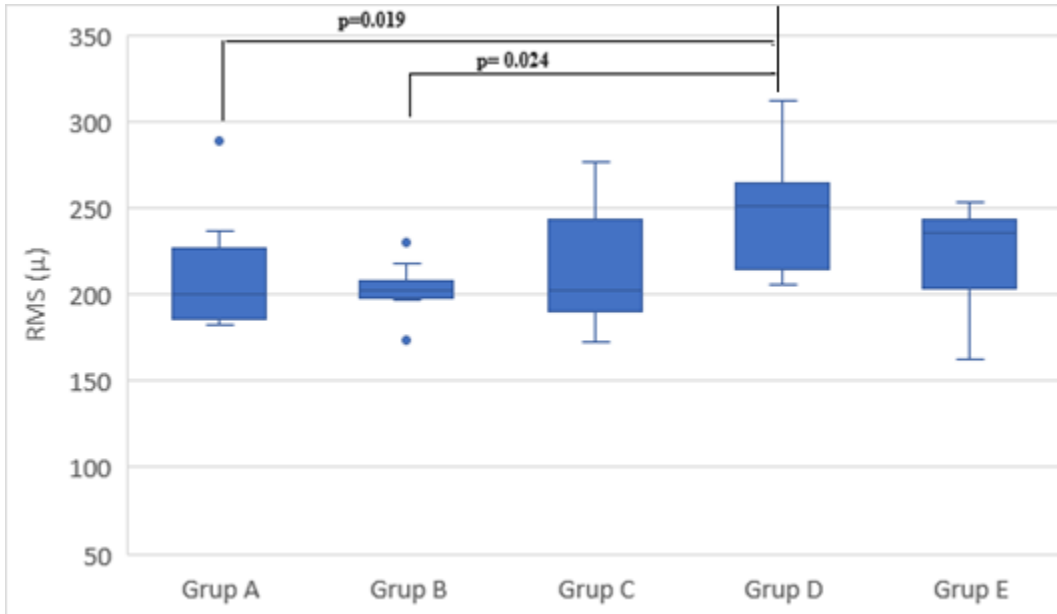
Şekil 4.1. Cihaz 1'de gruplar arası toplam sapma değer karşılaştırması.

Cihaz 2 için en düşük ortalama sapma değeri grup A'da ($110.5\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup B'de ($121\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Friedman test sonuçlarına göre cihaz 2'de gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Cihaz 2’de gruplar arası toplam sapma değer karşılaştırması.

Cihaz 3 için en düşük ortalama sapma değeri grup A’da ($200\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup D’de ($251.5\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Conover analizine göre grup A ve grup D ($p=0.019$), grup B ve grup D ($p=0.024$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.3).

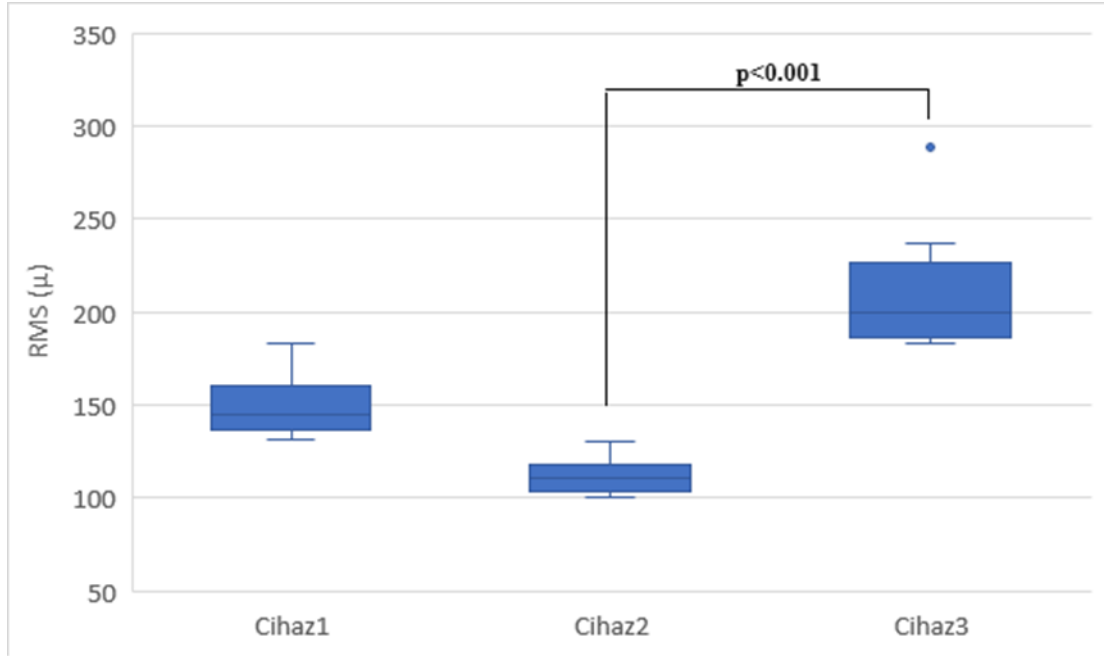


Şekil 4.3. Cihaz 3’te gruplar arası toplam sapma değer karşılaştırması.

4.2. Tarama Yöntemlerinde Ağız İçi Tarayıcılar Arası Toplam Sapma Değerlerinin Karşılaştırılması

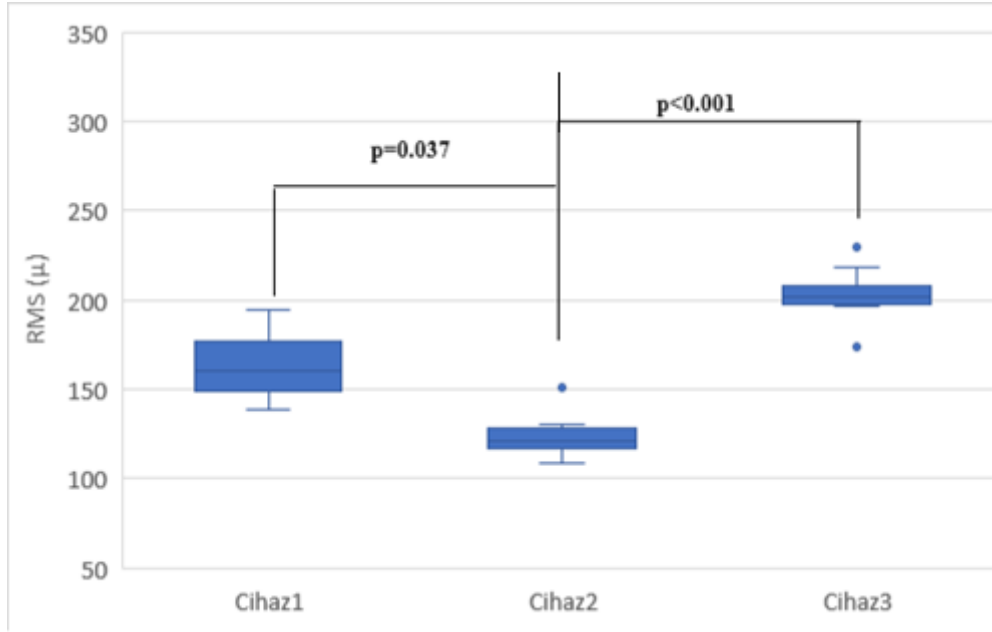
Tarama yöntemlerinde ağız içi tarayıcıların karşılaştırılması amacıyla tüm dişli bölgelerden elde edilen veriler tabloda gösterilmiştir (Tablo 4.1). Yapılan istatistiksel analizde ilgili tarama gruplarında ağız içi tarayıcılar arası karşılaştırma yapılmıştır.

A grubunda en düşük ortalama sapma değeri cihaz 1’de ($145\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri cihaz3’te ($200\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. A grubunda Post-hoc analizine göre cihaz2 ve cihaz3 ($p<0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.4).



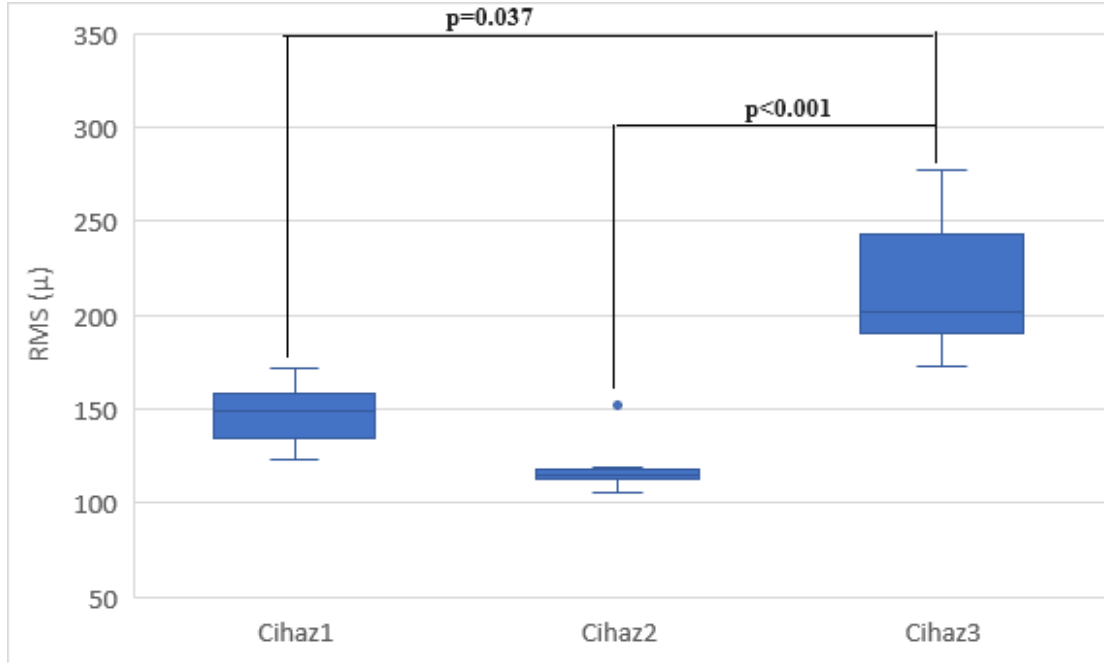
Şekil 4.4. A grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.

B grubunda en düşük ortalama sapma değeri cihaz 2’de ($121\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri cihaz 3’te ($202\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. B grubunda cihaz1 ve cihaz2 ($p=0.037$), cihaz2 ve cihaz3 ($p<0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.5).



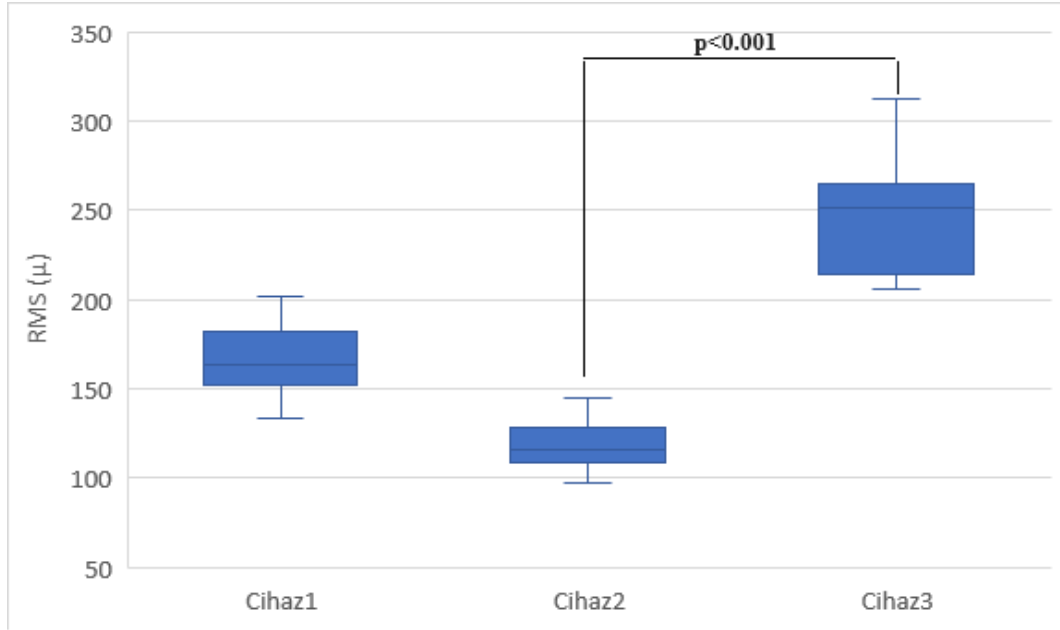
Şekil 4.5. B grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.

C grubunda en düşük ortalama sapma değeri cihaz 2’de (115μm), en yüksek ortalama sapma değeri cihaz3’te (202 μm) tespit edilmiştir. C grubunda cihaz1 ve cihaz3 (p=0.037), cihaz2 ve cihaz3 (p<0.001) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.6).



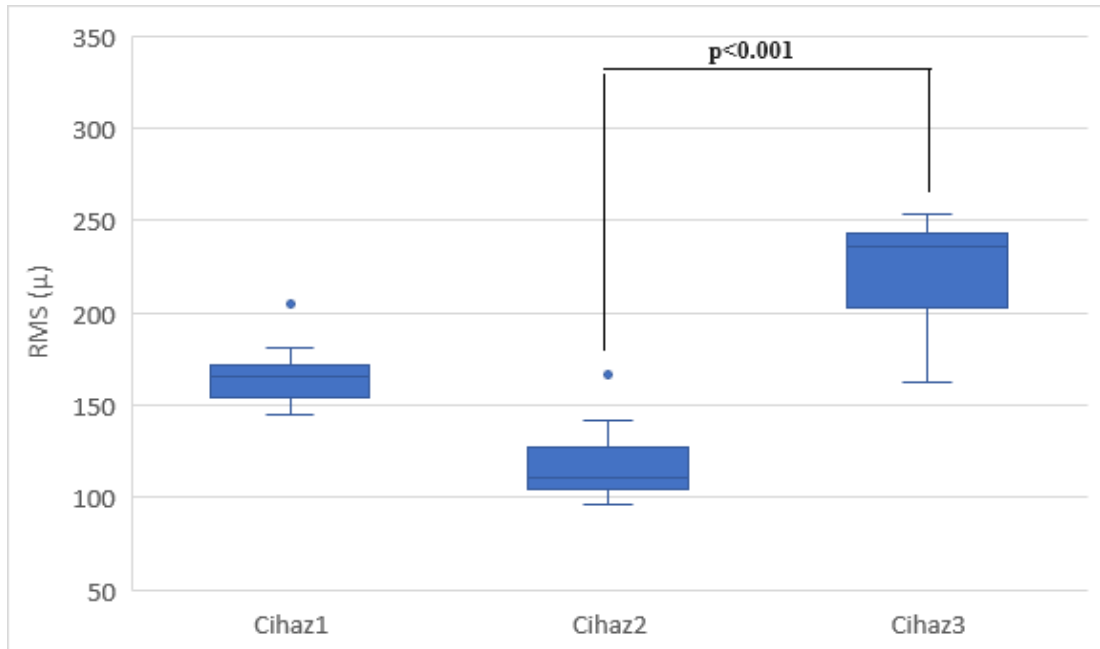
Şekil 4.6. C grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.

D grubunda en düşük ortalama sapma değeri cihaz 2’de ($116\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri cihaz3’te ($251.5\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. D grubunda cihaz2 ve cihaz3 ($p<0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. D grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.

E grubunda en düşük ortanca sapma değeri cihaz 2’de ($110.5\mu\text{m}$), en yüksek ortanca sapma değeri cihaz 3’te ($236\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. E grubunda cihaz2 ve cihaz3 ($p<0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. E grubunda ağız içi tarayıcılar arası toplam sapma değerlerinin karşılaştırılması.

4.3. 16 Numaralı Diş Bölgesinde Tarama Yöntemleri Arasında Karşılaştırılma

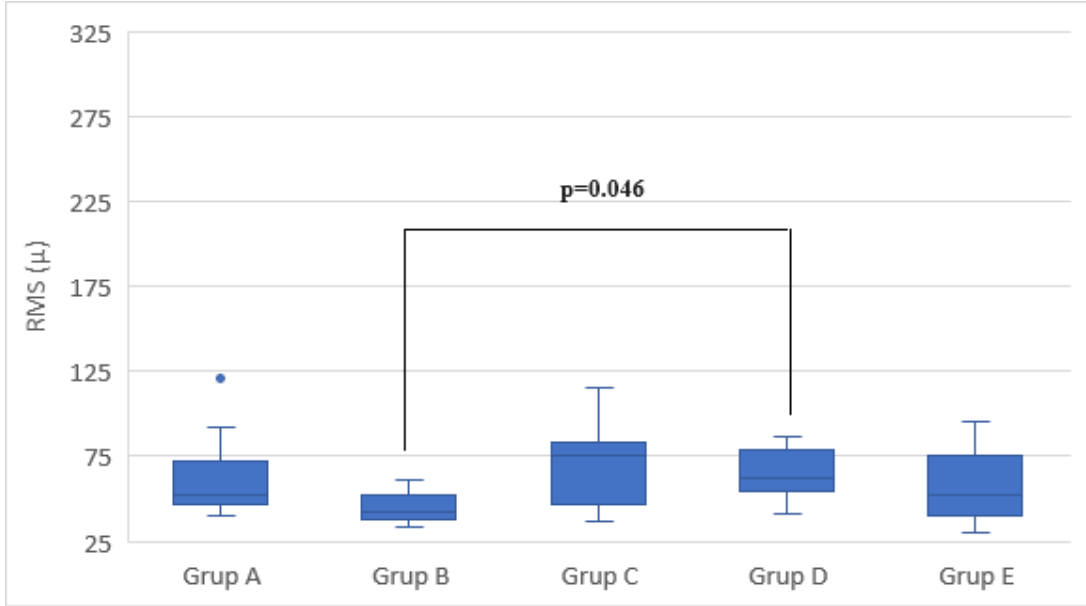
Bu istatistiksel karşılaştırmaya göre her bir cihaz için, 16 numaralı diş bölgesine ait verilere göre gruplar arası sapma değerleri karşılaştırılmıştır. 16 numaralı diş bölgesine ait tüm değerler Tablo 4.2’te gösterilmiştir.

Tablo 4.2. 16 Numaralı diş bölgesinde sapma değerleri(μm).

Grup	Tarayıcı	n	Ortanca	%25	%75	En Küçük	En Büyük
Grup A	Cihaz 1	10	52.5	47	72.5	40	121
	Cihaz 2	10	61	56.5	71	41	100
	Cihaz 3	10	93	75.5	110.75	39	128
Grup B	Cihaz 1	10	42	38	51.75	33	61
	Cihaz 2	10	61.5	55.75	69.5	51	105
	Cihaz 3	10	115.5	88	145.25	70	193
Grup C	Cihaz 1	10	76	46.75	83.75	37	115
	Cihaz 2	10	53	46	59.5	42	62
	Cihaz 3	10	102.5	74.75	196.25	56	209
Grup D	Cihaz 1	10	62.5	54.25	79.25	41	87
	Cihaz 2	10	55	46.25	96.75	36	126
	Cihaz 3	10	131.5	102	236.25	76	276
Grup E	Cihaz 1	10	52.5	40	75.75	30	95
	Cihaz 2	10	63.5	38.5	76.25	36	96
	Cihaz 3	10	136	107.75	209.5	79	229

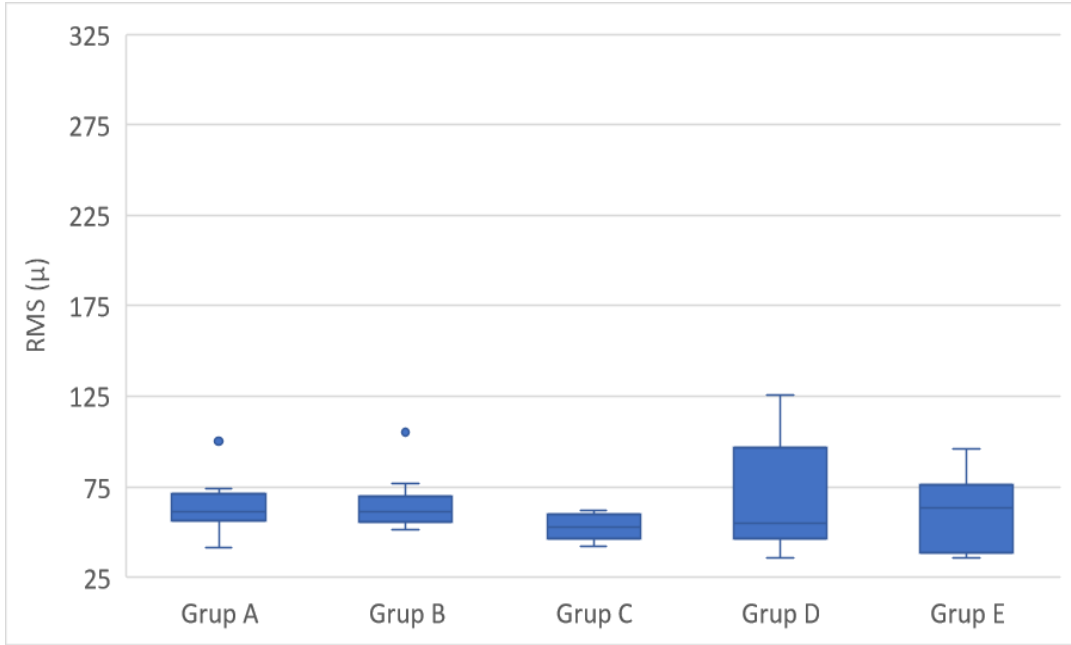
Cihaz 1:Trios 5 ,Cihaz 2:Trios 4, Cihaz3: Medit i500

Bu karşılaştırmaya göre cihaz 1 için en düşük ortalama sapma değeri grup B'de ($42\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup C'de ($76\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Nemenyi analizi sonuçlarına göre grup D ve grup B ($p=0.046$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.9).



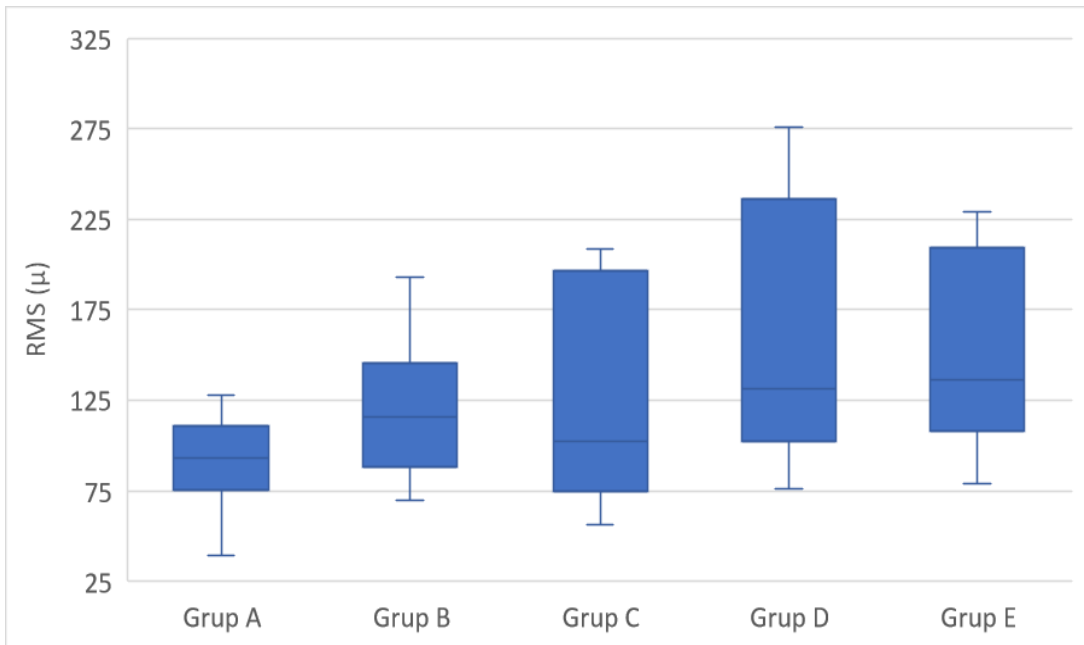
Şekil 4.9. 16 No diş bölgesinde, cihaz 1 için gruplar arası karşılaştırma.

Cihaz 2 için en düşük ortalama sapma değeri grup D'de ($55\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup E'de ($63.5\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Friedman analizine göre gruplar arası istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. 16 No dış bölgesinde , cihaz 2 için gruplar arası karşılaştırma.

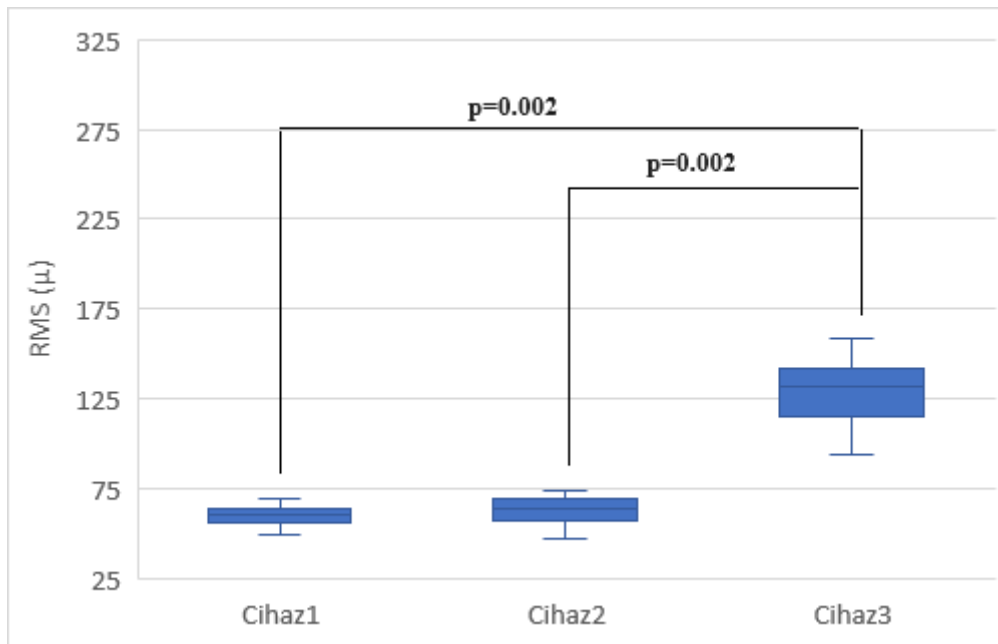
Cihaz 3 için en düşük ortanca sapma değeri grup A’da (93μm), en yüksek ortanca sapma değeri grup E’de (136μm) tespit edilmiştir. Friedman analizine göre gruplar arası istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. 16 No dış bölgesinde, cihaz 3 için gruplar arası karşılaştırma.

4.4. 16 Numaralı Diş Bölgesinde Tarama Yöntemlerinden Bağımsız Olarak Cihazlar Arasında Karşılaştırılma

Bu istatistiksel karşılaştırmaya göre tarama yöntemlerinden bağımsız olarak, 16 numaralı diş bölgesine ait tüm sapma değerleri kullanılarak cihazlar arası karşılaştırma yapılmıştır. Bu istatistiksel karşılaştırmada Conover test sonuçlarına göre 16 numaralı diş bölgesinde cihaz1 ve cihaz3 ($p=0.002$), cihaz2 ve cihaz3 ($p=0.002$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. 16 numaralı diş bölgesinde tarama yöntemlerinden bağımsız olarak cihazlar arasında karşılaştırılma.

4.5. 25 Numaralı Diş Bölgesinde Tarama Yöntemleri Arasında Karşılaştırılma

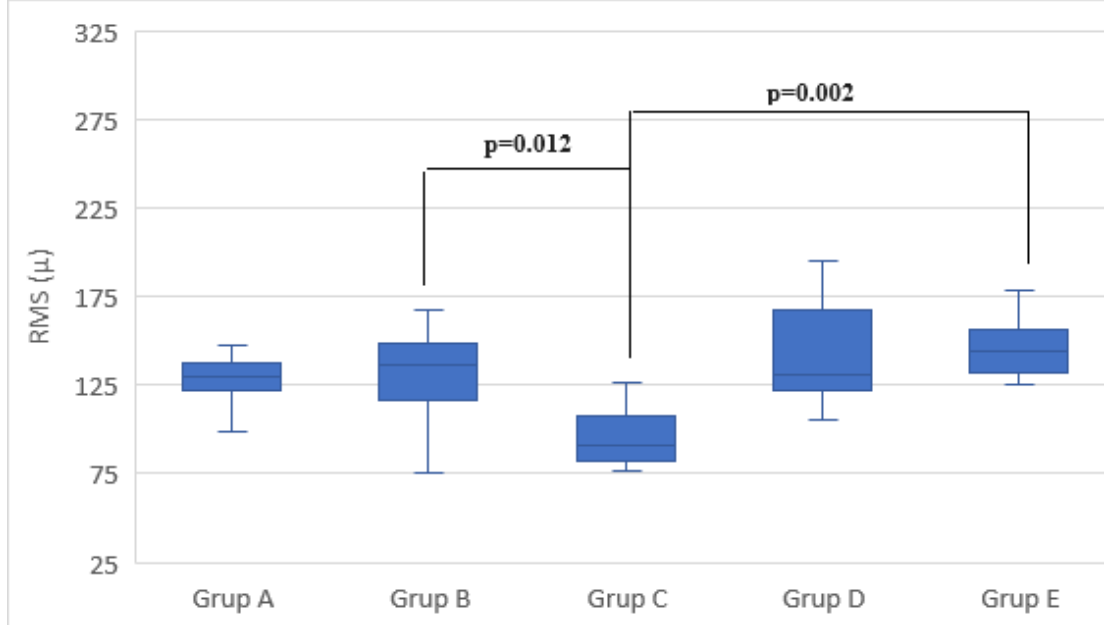
Bu istatistiksel karşılaştırmaya göre her bir cihaz için, 25 numaralı diş bölgesine ait verilere göre gruplar arası sapma değerleri karşılaştırılmıştır. 25 numaralı diş bölgesine ait tüm değerler Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. 25 Numaralı diş bölgesinde sapma değerleri(μm).

Grup	Tarayıcı	n	Ortanca	%25	%75	En Küçük	En Büyük
Grup A	Cihaz 1	10	130	121.5	137	99	147
	Cihaz 2	10	68.5	60.75	81.5	59	104
	Cihaz 3	10	73	68.25	88.75	52	220
Grup B	Cihaz 1	10	136.5	117	148.25	76	167
	Cihaz 2	10	76.5	68.25	82.25	62	107
	Cihaz 3	10	121.5	62.5	166.75	55	177
Grup C	Cihaz 1	10	91	81.75	107.5	77	126
	Cihaz 2	10	69	58.5	71.25	57	105
	Cihaz 3	10	66	60	202.25	53	271
Grup B	Cihaz 1	10	130.5	122	167	105	195
	Cihaz 2	10	70.5	60	84.5	59	91
	Cihaz 3	10	245	140	251	98	312
Grup C	Cihaz 1	10	144.5	132.5	156.25	125	178
	Cihaz 2	10	67.5	65	78.75	64	86
	Cihaz 3	10	231	108.5	255.75	65	279

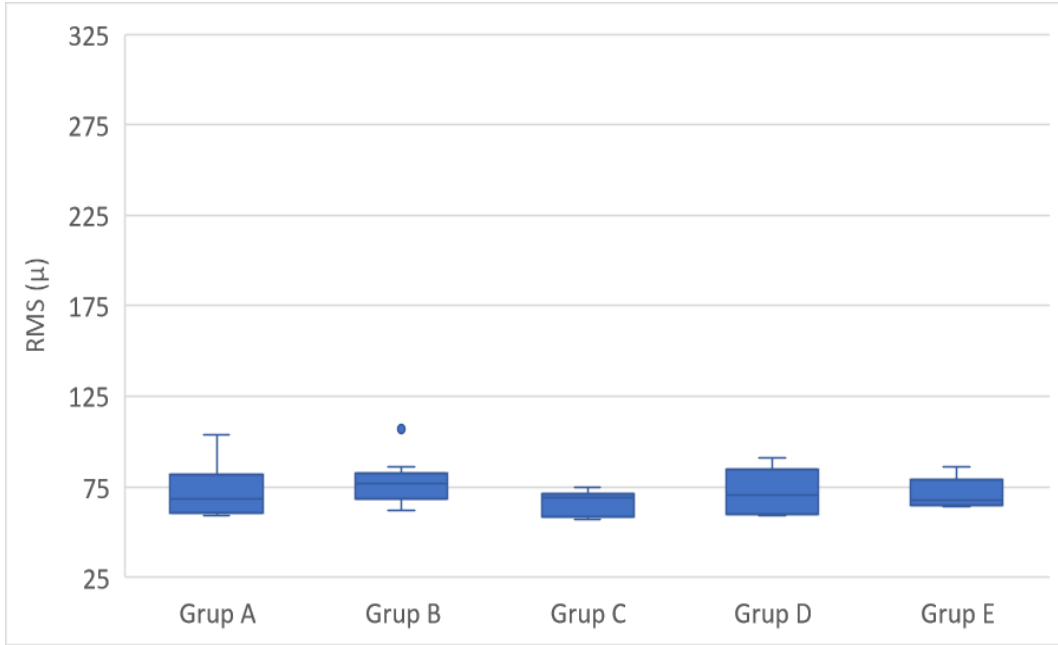
Cihaz 1:Trios 5 ,Cihaz 2:Trios 4, Cihaz3: Medit i500

Bu karşılaştırmaya göre cihaz 1 için en düşük ortalama sapma değeri grup C'de ($91\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup E'de ($144.5\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Conover analiz sonuçlarına göre, grup B ve grup C ($p=0.012$), grup C ve grup E ($p=0.002$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.13).



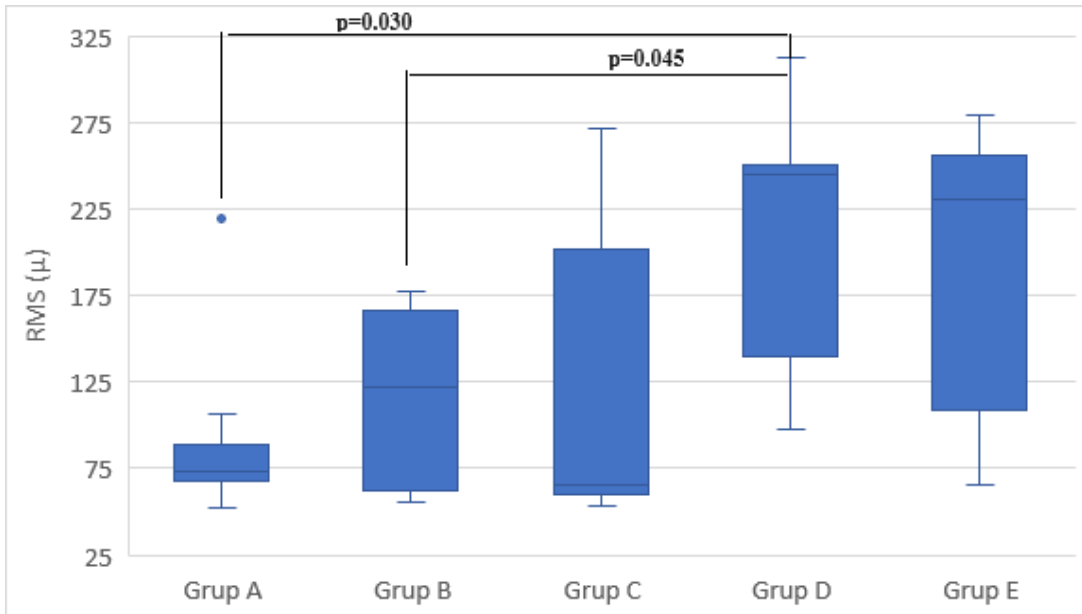
Şekil 4.13. 25 No diş bölgesinde, cihaz 1 için gruplar arası karşılaştırma.

Cihaz 2 için en düşük ortalama sapma değeri grup A'da ($68.5\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup B'de ($76.5\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Friedman analiz sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. 25 No dış bölgesinde, cihaz 2 için gruplar arası karşılaştırma.

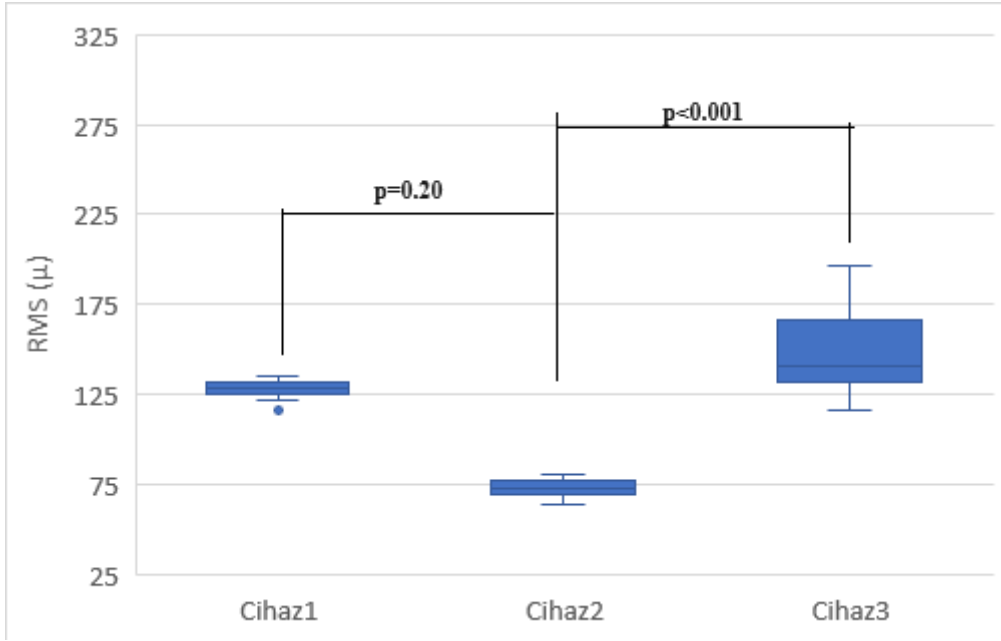
Cihaz 3 için en düşük ortalama sapma değeri grup C’de ($66\mu\text{m}$), en yüksek ortalama sapma değeri grup D’de ($245\mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Conover analizinin sonuçlarına göre grup A ve grup D ($p=0.030$), grup B ve grup D ($p=0.045$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. 25 No dış bölgesinde, cihaz 3 için gruplar arası karşılaştırma.

4.6. 25 Numaralı Diş Bölgesinde Tarama Yöntemlerinden Bağımsız Olarak Cihazlar Arasında Karşılaştırılma

Bu istatistiksel karşılaştırmaya göre tarama yöntemlerinden bağımsız olarak, 25 numaralı diş bölgesine ait tüm sapma değerleri kullanılarak cihazlar arası karşılaştırma yapılmıştır. Bu istatistiksel karşılaştırmada 25 numaralı diş bölgesinde Conover test sonuçlarına göre cihaz1 ve cihaz2 ($p=0.020$), cihaz2 ve cihaz3 ($p<0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. 25 numaralı diş bölgesinde tarama yöntemlerinden bağımsız olarak cihazlar arasında karşılaştırılma.

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sıfır hipotezi “ tarama yöntemlerinin farklı ağız içi tarayıcılarda dijital ölçü doğruluğu üzerinde etkisi yoktur” kısmen reddedilmiştir. Ağız içi tarayıcılarda tarama yöntemleri arasında tüm ark boyunca toplam sapma değerlerinin karşılaştırılmasında, Trios 5 ve Trios 4 cihazlarında tarama yöntemleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır ancak; Medit i500 cihazı içi tarama yöntemleri arasında grup A ve grup D ($p=0.019$), grup B ve grup D ($p=0.024$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisini bölgesel olarak karşılaştırdığımızda, 16 numaralı diş bölgesinde Trios 5 cihazı için grup D ve grup B ($p=0.046$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur fakat Trios 4 ve Medit i 500 cihazları için tarama yöntemleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır. 25 numaralı diş bölgesinde farklı tarama yöntemlerinin dijital ölçü doğruluğuna etkisini bölgesel olarak karşılaştırdığımızda Trios 5 cihazı için grup B ve grup C ($p=0.012$), grup C ve grup E ($p=0.002$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Trios 4 cihazı için tarama yöntemleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Medit i500 cihazında ise grup A ve grup D ($p=0.030$), grup B ve grup D ($p=0.045$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Literatürde tarama yöntemlerinin farklı cihazların ölçü doğruluğu üzerine etkisiyle ilgili benzer bir çalışmada Passos ve arkadaşları (75) cut-out ve over scanning işlemlerinin ölçü hassasiyeti üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada ATOS triple scan kullanarak bir tyodont çene (16,22,26 dişler prepare edilmiştir) üzerinden tarama yapılarak referans model elde edilmiştir. Tyodont model ayrıca 2 farklı tarayıcı ile taranmıştır: Omnicam the CEREC v. 5.1.0 yazılımı (Dentsply Sirona) ve Primescan the CEREC v. 5.0.2 yazılımı (Dentsply Sirona).Taramalar 3 grup şeklinde yapılmıştır: kontrol grubu(tek seferde tüm çene taranması), cut out- rescan grubu (tüm çene tarandıktan sonra 16,21,26 numaralı diş bölgesine cut out ve rescan uygulanmıştır)ve over scanning grubu (16,21,26 dişler üzerine, üretilmiş tam kronlar yerleştirildikten sonra tarama yapılmış, daha sonra kronlar çıkarılarak ilgili alanlar tekrar taranmıştır). Ağız içi tarayıcılardan elde edilen veriler ile referans veriler arasındaki fark, dijital olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Primescan cihazının over

scanning grubundaki ölçü hassasiyeti cut out grubundan daha yüksek tespit edilmiştir. Fakat Omnicam cihazında cut out grubu daha yüksek ölçü hassasiyeti göstermiştir. Reich ve arkadaşlarının (19) yaptığı benzer bir in vitro çalışmada cut out-rescan işleminin ölçü hassasiyeti üzerindeki etkisi 3 farklı ağız içi tarayıcı (Trios 3, Cerec Primescan, Cerec Omnicam) kullanarak incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre cihazlar arası ölçü hassasiyeti açısından farklılıklar bulunmuştur fakat cut out-rescan işlemi, hiçbir cihaz içinde ölçü hassasiyetini etkilememiştir. Çalışmamızda kullanılan cihazlar, farklı tarama yöntemlerinden benzer şekilde etkilenmemiştir. Tüm ark değerlendirmelerinde Trios 5 ve Trios 4 cihazının ölçü doğruluğu farklı tarama işlemlerinden etkilemezken, Medit i500 cihazının ölçü doğruluğu farklı tarama yöntemlerinin ikili karşılaştırmalarında anlamlı derecede farklılık göstermiştir.

Revilla ve arkadaşları (76) bir in vivo çalışmada cut off-rescan işlemlerinin ölçü doğruluğu üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada Trios 4 cihazı kullanarak sağ maxiller yarım ark taraması yapılmış ve referans model olarak kaydedilmiştir. Bu referans model 135 kere çoğaltılmış ve cut off-rescan yapılacak alanın sayısına göre 3 gruba ayrılmıştır: 1 (grup 1), 2 (grup 2), 3 (grup 3). Her grup tekrardan rescan olacak alanın çapına göre 3 ayrı alt gruba ayrılmıştır: 2 mm (G1-2, G2-2, G3-2), 4 mm (G1-4, G2-4, G3-4), ve 6 mm (G1-6, G2-6, G3-6) ($n = 15$). Geomagic programı ile RMS değerleri kullanılarak, çalışma grupları ile referans model arasındaki uyumsuzluğu inceleyerek ölçü doğruluğu değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre aynı sayıda ancak; farklı çaplara sahip rescan alanları içeren gruplar karşılaştırıldığında, alanın çapı arttıkça ölçü doğruluğu azalmıştır. Aynı çap ama farklı sayıda rescan alanı içeren gruplar karşılaştırıldığında ise RMS değerleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Bu çalışmaya göre cut off-rescan işlemleri ölçü doğruluğunu azaltmaktadır. Bizim çalışmamızda da Medit i500 cihazı için cut off-rescan işlemleri ölçü doğruluğunu azaltmıştır. Revilla ve arkadaşlarının çalışmasında elde edilen verilerin önce DCM formatında olup daha sonra STL formatına çevrilmesi, RMS değerlerinde artışa sebep olmuş olabilir diye ifade edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise tüm ark tyodont model üzerinde taramalar yapılmıştır ve Trios 4 cihazı için farklı tarama yöntemleri içeren gruplar arasında RMS değerlerinde anlamlı fark bulunamamıştır.

Ağız içi tarayıcılarının gelişmesiyle birlikte, birçok firma klinik uygulamalarda iş akışını kolaylaştırmak amacıyla farklı olanaklar geliştirmiştir. Bu olanaklardan birisi ise taraması zor olan alanların daha detaylı taranabilmesi adına, yüksek çözünürlükte tarama seçeneğidir. Chiu ve arkadaşları (77) bir in vitro çalışmada Trios 3 cihazında farklı tarama ayarlarında alınmış ölçülerin doğruluğunu değerlendirmiştir. Çalışmada yarım çene tyodont modelde birinci alt molar diş üzerinde tam seramik kron preparasyonu yapılmıştır. Çalışma modeli, laboratuvar tarayıcısıyla (3 Shape D2000) taranmış ve referans model elde edilmiştir. Daha sonra model, Trios 3 ile 3 farklı ayarlama taramıştır (n=20): yarım çene standart çözünürlükte taramıştır (SR grup), yarım çene yüksek çözünürlükte taramıştır (HR), yarım çene normal çözünürlükte taramıştır ve daha sonra arkın 1. molar diş bölgesi hariç diğer kısımları kilitleyip, 1. molar diş yüksek çözünürlükte taramıştır (SHR). Geomagic programı kullanarak, preparasyonunun marjin basamağında referans model ve taramalar arası uyumsuzluk değerlendirilmiştir. Ayrıca her taramada süre ve toplam imaj sayısı kaydedilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre preparasyon basamağında gruplar arası ölçü doğruluğunda anlamlı fark görülmemiştir. Fakat dişin distal yüzeyinde ölçü doğruluğunda anlamlı uyumsuzluk tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre her tarayıcının çözünürlüğü sistemin hardware 'ine göre tanımlanır ve yüksek çözünürlük modunda tarama yapılırken daha fazla imaj daha fazla zaman içerisinde oluşurken , ölçü doğruluğuna mutlaka fayda sağlamayabilir. Bu çalışmaya göre Trios 4 cihazında mevcut olan Zoom ayarlaması, Trios 3 cihazındaki high resolution moduyla benzer çalışmaktadır. Çalışmanın sadece Trios3 cihazını kullanması bir kısıtlama olarak belirtilmiştir ve bu konuyla ilgili Trios 4 ile de çalışma yapılması önerilmiştir. Çalışmamızda hem normal çözünürlükte ve hem high resolution ayarlamasında tarama yapılmıştır. Trios 4 cihazında normal ve high resolution tarama yöntemleri arasında ölçü doğruluğu açısından fark bulunamamıştır.

Ortalama mutlak sapma değeri (MAD) ölçü doğruluğunu ifade eden ve en yaygın olarak kullanılan değerdir. Kare kök ortalama değeri (RMS) ise ağız içi tarayıcılarda STL formatlarda doğruluk ve tutarlılığı belirleyen ve sanal model üzerindeki noktaların referans model ile arasındaki mutlak mesafeyi veren yeni bir hesaplama yöntemidir. Her iki yöntem yaygın olarak kullanılsa da literatürde ikisi arasındaki klinik fark tanımlanmamıştır. Ağız içi tarayıcıların ölçü hassasiyeti

değerlendirilirken, sadece cihazlar arası farkı belirlemek yeterli değildir (78). Farklı endikasyonlar için cihazların klinik olarak kabul edilebilir değerleri tanımlanmalıdır. Ağız içi tarayıcıların, kabul edilebilir doğruluk aralığı hakkında fikir birliği bulunmamaktadır. Fakat sabit protezlerde klinik komplikasyonlara sebep olmayan uyumsuzluk eşiği 50-200 μ m olarak bilinmektedir (78). Vitai ve arkadaşlarının (78) yaptığı sistematik derlemede farklı ağız içi tarama cihazlarının tam ark taramalarında doğruluk ve tutarlılık değerleri MAD verileri üzerinden incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre her ağız içi tarayıcı için RMS değerleri MAD değerlerinden daha yüksektir. Örneğin Cerec Omnicam için ortalama MAD değeri 101.7 μ m iken, cihazın doğruluğu RMS üzerinden değerlendirilirken nerdeyse 2 katına çıkmıştır (197.9 μ m). Literatürde RMS değerleri üzerinde inceleme yapan yeterli klinik çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmaların ise araştırma yöntemleri farklıdır. Başka bir sorun ise çalışma sonuçlarında farklı RMS değerlerinin elde edilmesidir bu nedenle tek bir ortalama değer vermek mümkün değildir. Tam ark çene taramalarında ağız içi tarayıcıların doğruluğu farklı klinik senaryolarda değişmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre ağız içi tarayıcılarda yeni jenerasyon her zaman en doğru ölçüm yapan cihaz değildir ve zaman içerisinde ağız içi tarayıcıların teknolojisinin gelişmesiyle birlikte ölçü doğruluğunun artışında görünür bir eğilim vardır. Çalışmamızın da sonuçları da bu sonucu desteklemektedir. Çalışmamızdaki tüm tarama guruplarında hem tüm ark bazında ve hem bölgesel olarak Trios 4 cihazı, daha güncel olan Trios 5 cihazına göre daha düşük sapma değerleri göstermiştir. Abduo ve arkadaşları (79) yaptığı çalışmada ağız içi tarayıcılarda ölçü hassasiyetini etkileyen faktörleri sistematik derleme şeklinde incelemiştir. Bu çalışma da bir önceki çalışmaya benzer şekilde, yapılan araştırmalarda ölçü hassasiyetindeki tutarsızlık boyutunun değişken olduğunu ve bazı tam ark taramalarda ortalama sapma değerinin 100 μ m veya daha fazlası olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda tüm ark taramada Trios 5 cihazı için ortalama sapma değeri 154 μ m, Trios 4 cihazı için 111 μ m ve Medit i500 cihazı için 210 μ m olarak tespit edilmiştir.

Üretici firmalar devamlı ağız içi tarayıcıların yazılım ve donanımını geliştirerek yeni jenerasyonlar ortaya çıkarmaktadırlar. Bu güncellemeler ağız içi tarayıcının performansını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Böylece hekim için daha güvenilir, stabil ve hızlı bir tarama işlemi ve hastalar için daha kolay tarama süreci

gerçekleştirmeyi hedeflemektedirler fakat literatürde yazılım güncellemesinin ağız içi tarayıcıların performansına olan etkisi hakkında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Schmalzl ve arkadaşları (74) ağız içi tarayıcıların yazılım güncellemesinin tarayıcı doğruluğu üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Bu çalışmada 3 Shape firmasının 4 farklı yazılımını içeren 2 farklı jenerasyona ait ağız içi tarayıcı kullanılmıştır (3Shape Trios 3 Pod with software versions 18.1.2. (TRI3_1) ve 20.1.2. (TRI3_2); 3Shape Trios 4 Move, version 19.2.2. (TRI4_1); ve 3Shape Trios 4 Pod, version 20.1.1. (TRI4_2). Çalışmada 15 ve 16 numaralı dişleri eksik, 11 numaralı dişi tam kron restorasyonu için, 14 ve 17 numaralı dişleri sabit bölümlü protez yapımı için ve 26 numaralı dişi onlay restorasyonu için prepare edilmiş bir model elde edilmiştir ve referans model eldesi için yüksek hassasiyetli endüstriyel tarayıcı kullanılmıştır. Her 4 ağız içi tarayıcıdan elde edilen görüntüler Geomagic Control X programı yardımıyla, referans model ile karşılaştırılmış ve tarayıcıların doğruluğu değerlendirilmiştir. Her tarayıcı için doğruluk, 3 farklı bölgede değerlendirilmiştir: Tüm ark boyunca (1.parametre), 4 üniteli sabit bölümlü protez bölgesi boyunca (2.parametre), tek bir diş bölgesinde (3. Parametre). Çalışmanın sonuçlarına göre 1. ve 2.parametreler için kullanılan tarayıcılar arasında en güncel yazılımı içeren en son model (TRI4_2) en yüksek doğruluğu elde etmiştir. Parametre 3 için ise daha eski yazılımı içeren bir alt model (TRI4_1) en yüksek doğruluk değerini göstermiştir. Bu çalışmada aynı firmaya ait jenerasyonlar kullanılmış ve kullanılan ağız içi tarayıcılar konfokal lazer yönetimi ile görüntü elde etmiştir fakat farklı görüntü elde etme algoritmaları içeren tarayıcılar kullanılırsa daha farklı sonuçlar elde edilebilir diye ifade edilmiştir. Çalışmamızda 2 farklı firmaya ait ağız içi tarayıcı ve bu firmalardan birinin 2 farklı jenerasyonu kullanılmıştır. Medit i 500 tarayıcısı aktif triangulasyon yöntemi ile çalışırken, Trios 4 ve Trios 5 tarayıcıları konfokal lazer yöntemi ile görüntü elde etmektedir. Medit ve 3Shape sistemlerinin farklı görüntü elde etme yöntemleri ve aynı anda Trios 4 ve Trios 5 arasında jenerasyon farkının bulunması, doğruluk değerlerinin farklı olmasına sebep olabilir. Çalışmamızda 3 Shape sistemine ait iki farklı jenerasyon kullanılmıştır. Trios 5 cihazı daha güncel olmasına rağmen RMS değerleri Trios 4 cihazından daha yüksek tespit edilmiştir.

Birçok ağız içi tarayıcı firması tüm ark tarama sırasında takip edilmesi gereken bir tarama yolu önermektedir fakat bu tarama yollarının tüm ark ve diş bazında ölçü

hassasiyetine etkisi tam bilinmemektedir. Kuroda ve arkadaşları (80) bir in vitro çalışmada farklı tarama yollarının dijital ölçü hassasiyeti üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada bir typodont çene laboratuvar tarayıcısı ile taranmış ve elde edilen görüntü referans model olarak kullanılmıştır. Çalışma modeli Trios 3 ağız içi tarayıcısıyla 4 farklı tarama yolu izlenerek taranmış ve elde edilen veriler best fit metodu ile referans model ile karşılaştırılarak, RMS değerleri üzerinden ölçü hassasiyeti incelenmiştir. 4 farklı tarama yolu arasında taramanın başlangıç ve bitiş noktaları arasında doğruluk açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır fakat tutarlılık açısından taramaların başlangıç ve bitiş noktaları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Taramaların başlangıç noktası ,bitiş noktasına göre daha tutarlı değerler göstermiştir. Çalışmamızda tüm taramalar 18 numaralı dişten 28 numaralı dişe doğru okluzalden başlayıp palatal ve devamında ise bukkal bölgelerin taraması ile tamamlanmıştır. Tarama yönüne bakılırsa her zaman 16 numaralı diş, 25 numaralı dişten önce taranmıştır. Tarama gruplarından bağımsız olarak 16 ve 25 numaralı dişlerin RMS değerlerine baktığımızda, tüm cihazlar için 16 numaralı dişin sapma değerleri,25 numaralı dişe ait değerlerden daha düşüktür.

Literatürde ağız içi tarayıcıların hassasiyetini değerlendirirken referans veriler ile tarayıcı verileri arasındaki mutlak mesafeyi ölçmek için farklı yöntemler mevcuttur. Mutlak mesafeyi ölçmek için RMS, ABS AVG ve $(90^{\circ}-10^{\circ})/2$ metod yöntemleri mevcuttur. (81) Bu veriler, ağız içi tarayıcının görüntüleri ile referans görüntünün karşılaştırmasından elde ediliyorsa doğruluğu göstermektedir, ağız içi tarayıcının elde ettiği görüntülerin birbiri üzerine karşılaştırmasından elde ediliyor ise tutarlılığı göstermektedir. Ağız içi tarayıcıların hassasiyetini değerlendiren tüm çalışmalar, verilerin hangi yöntem ve yazılım ile ölçtüklerini belirtmemiştir. Dolayısıyla bu çalışmaların sonuçları arasında doğru bir kıyaslama yapılabilmesi için, kullanılan yöntem ve yazılımın açık şekilde ifade edilmesi gereklidir(81). Çalışmamızda tüm analizler RMS değerleri üzerinden incelenmiştir ve referans görüntü ile ağız içi tarayıcıların elde ettiği görüntülerin karşılaştırmasıyla, doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır.

3 B görüntülerin analizi için farklı üreticilerin farklı yazılımları mevcuttur fakat bu yazılım programlarında mutlak mesafe ölçme yöntemi ve görüntülerin hizalama algoritması farklıdır. Son ve arkadaşlarının (73) 3B görüntü analizi yapan yazılım

programlarının ağız içi tarayıcılarda hassasiyete etkisini incelediği çalışmada 4 farklı program (Geomagic control X, GOM Inspect, Cloudcompare, ve Materialise 3-matic) kullanılmıştır. Yazılım programlarının, ağız içi tarayıcı hassasiyeti üzerindeki etkisi tam ark, yarım ark ve tek diş bölgesinde RMS değerleri üzerinden incelenmiştir. Çalışmada yarım ark ve tek diş bölgesinde yazılım programları arasında anlamlı fark bulunmuştur ancak; tam ark taramasında, yazılım programları arasında herhangi bir fark tespit edilememiştir. Çalışmamızda 3B görüntülerin analizi için Geomagic control x yazılımını kullanılmıştır.

Bu çalışma in vitro olarak yapılmıştır fakat in vivo olarak yapılacak olursa, tükürük ve kan varlığı, yumuşak doku hareketleri, ağız boşluğunun tarayıcı ucuna manevra yapması için izin verdiği sınırlı alan gibi faktörler sebebiyle elde edilen ölçü doğruluğu farklı olabilir. Tarayıcı ucun rotasyonunu gerektiren taramalar, operatörün tecrübesine hassas olabilen yöntemlerdir fakat bu çalışmada taramalar tek bir operatör tarafından yapılmıştır ve ölçü doğruluğunu ölçmek için tek bir yöntem kullanılmıştır. Tarama yöntemlerinin ölçü doğruluğu üzerinde etkisini değerlendirmek için farklı klinik uygulamalarda, daha tecrübeli operatörler tarafından yapılacak olan ve ağız içi tarayıcıların yazılımları ve özellikle görüntü birleştirme algoritmasına odaklanan daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu in vitro çalışmanın sınırlamaları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Tarama yöntemlerindeki farklılık, tüm ark dijital ölçü doğruluğunu Trios 5 ve Trios 4'te etkilemezken Medit i500'de etkilemiştir.

2. Tarama yöntemlerindeki farklılık, tek diş dijital ölçü doğruluğunu Trios 4'te etkilemezken, Trios 5 ve Medit i500'de etkilemiştir.

7.KAYNAKLAR

1. Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc.* 2009;140(10):1301-4.
2. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017;118(1):36-42.
3. Su TS, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J Prosthodont Res.* 2015;59(4):236-42.
4. Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH, Kim M. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):221-30.
5. Medina-Sotomayor P, Pascual-Moscardó A, Camps I. Relationship between resolution and accuracy of four intraoral scanners in complete-arch impressions. *J Clin Exp Dent.* 2018;10(4):e361-e6.
6. Mennito AS, Evans ZP, Nash J, Bocklet C, Lauer Kelly A, Bacro T, et al. Evaluation of the trueness and precision of complete arch digital impressions on a human maxilla using seven different intraoral digital impression systems and a laboratory scanner. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(4):369-77.
7. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int.* 2016;47(4):343-9.
8. Nagy Z, Simon B, Mennito A, Evans Z, Renne W, Vág J. Comparing the trueness of seven intraoral scanners and a physical impression on dentate human maxilla by a novel method. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):97.
9. Oh KC, Park JM, Moon HS. Effects of Scanning Strategy and Scanner Type on the Accuracy of Intraoral Scans: A New Approach for Assessing the Accuracy of Scanned Data. *J Prosthodont.* 2020;29(6):518-23.
10. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng.* 2017;2017:8427595.
11. Waldecker M, Rues S, Trebing C, Behnisch R, Rammelsberg P, Bömicke W. Effects of Training on the Execution of Complete-Arch Scans. Part 2: Scanning Accuracy. *Int J Prosthodont.* 2021;34(1):27-36.
12. Anh JW, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):3-12.
13. Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K. Precision of Dental Implant Digitization Using Intraoral Scanners. *Int J Prosthodont.* 2016;29(3):277-83.
14. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, et al. Intraoral digital scans-Part 1: Influence of ambient scanning light

conditions on the accuracy (trueness and precision) of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2020;124(3):372-8.

15. Revilla-León M, Subramanian SG, Att W, Krishnamurthy VR. Analysis of Different Illuminance of the Room Lighting Condition on the Accuracy (Trueness and Precision) of An Intraoral Scanner. *J Prosthodont.* 2021;30(2):157-62.

16. Revilla-León M, Subramanian SG, Özcan M, Krishnamurthy VR. Clinical Study of the Influence of Ambient Light Scanning Conditions on the Accuracy (Trueness and Precision) of an Intraoral Scanner. *J Prosthodont.* 2020;29(2):107-13.

17. Shin SH, Yu HS, Cha JY, Kwon JS, Hwang CJ. Scanning Accuracy of Bracket Features and Slot Base Angle in Different Bracket Materials by Four Intraoral Scanners: An In Vitro Study. *Materials (Basel).* 2021;14(2).

18. Song J, Kim M. Accuracy on Scanned Images of Full Arch Models with Orthodontic Brackets by Various Intraoral Scanners in the Presence of Artificial Saliva. *Biomed Res Int.* 2020;2020:2920804.

19. Reich S, Yatmaz B, Raith S. Do "cut out-rescan" procedures have an impact on the accuracy of intraoral digital scans? *J Prosthet Dent.* 2021;125(1):89-94.

20. Caputi S, Varvara G. Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophasic, one-step and two-step, and a novel two-step putty/light-body impression technique: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2008;99(4):274-81.

21. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101-29.

22. Quaas S, Loos R, Rudolph H, Luthardt RG. Randomized controlled trial comparing direct intraoral digitization and extraoral digitization after impression taking. *Int J Prosthodont.* 2015;28(1):30-2.

23. Albanchez-González MI, Brinkmann JC, Peláez-Rico J, López-Suárez C, Rodríguez-Alonso V, Suárez-García MJ. Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(4).

24. Wesemann C, Muallah J, Mah J, Bumann A. Accuracy and efficiency of full-arch digitalization and 3D printing: A comparison between desktop model scanners, an intraoral scanner, a CBCT model scan, and stereolithographic 3D printing. *Quintessence Int.* 2017;48(1):41-50.

25. Watanabe H, Fellows C, An H. Digital Technologies for Restorative Dentistry. *Dent Clin North Am.* 2022;66(4):567-90.

26. Persson AS, Odén A, Andersson M, Sandborgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. *Dent Mater.* 2009;25(7):929-36.

27. Dahlmo KI, Andersson M, Gellerstedt M, Karlsson S. On a new method to assess the accuracy of a CAD program. *Int J Prosthodont.* 2001;14(3):276-83.

28. Persson M, Andersson M, Bergman B. The accuracy of a high-precision digitizer for CAD/CAM of crowns. *J Prosthet Dent.* 1995;74(3):223-9.

29. Schaefer O, Watts DC, Sigusch BW, Kuepper H, Guentsch A. Marginal and internal fit of pressed lithium disilicate partial crowns in vitro: a three-dimensional analysis of accuracy and reproducibility. *Dent Mater.* 2012;28(3):320-6.
30. Jeon JH, Choi BY, Kim CM, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Three-dimensional evaluation of the repeatability of scanned conventional impressions of prepared teeth generated with white- and blue-light scanners. *J Prosthet Dent.* 2015;114(4):549-53.
31. González de Villaumbrosia P, Martínez-Rus F, García-Orejas A, Salido MP, Pradíes G. In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *J Prosthet Dent.* 2016;116(4):543-50.e1.
32. Hayama H, Fueki K, Wadachi J, Wakabayashi N. Trueness and precision of digital impressions obtained using an intraoral scanner with different head size in the partially edentulous mandible. *J Prosthodont Res.* 2018;62(3):347-52.
33. An H, Langas EE, Gill AS. Effect of scanning speed, scanning pattern, and tip size on the accuracy of intraoral digital scans. *J Prosthet Dent.* 2022.
34. Medina-Sotomayor P, Pascual-Moscardó A, Camps I. Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions. *PLoS One.* 2018;13(9):e0202916.
35. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent.* 2013;16(1):11-21.
36. Kim MK, Kim JM, Lee YM, Lim YJ, Lee SP. The effect of scanning distance on the accuracy of intra-oral scanners used in dentistry. *Clin Anat.* 2019;32(3):430-8.
37. Rotar RN, Faur AB, Pop D, Jivanescu A. Scanning Distance Influence on the Intraoral Scanning Accuracy-An In Vitro Study. *Materials (Basel).* 2022;15(9).
38. Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc.* 2013;144(8):914-20.
39. Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2014;111(3):186-94.
40. Rasaie V, Abduo J, Hashemi S. Accuracy of Intraoral Scanners for Recording the Denture Bearing Areas: A Systematic Review. *J Prosthodont.* 2021;30(6):520-39.
41. Al Hamad KQ, Al-Kaff FT. Trueness of intraoral scanning of edentulous arches: A comparative clinical study. *J Prosthodont.* 2023;32(1):26-31.
42. Waldecker M, Rues S, Behnisch R, Rammelsberg P, Bömicke W. Effect of scan-path length on the scanning accuracy of completely dentate and partially edentulous maxillae. *J Prosthet Dent.* 2022.
43. Moon YG, Lee KM. Comparison of the accuracy of intraoral scans between complete-arch scan and quadrant scan. *Prog Orthod.* 2020;21(1):36.
44. Ammoun R, Suprono MS, Goodacre CJ, Oyoyo U, Carrico CK, Kattadiyil MT. Influence of Tooth Preparation Design and Scan Angulations on the Accuracy of Two Intraoral Digital Scanners: An in Vitro Study Based on 3-Dimensional Comparisons. *J Prosthodont.* 2020;29(3):201-6.

45. Oh KC, Lee B, Park YB, Moon HS. Accuracy of Three Digitization Methods for the Dental Arch with Various Tooth Preparation Designs: An In Vitro Study. *J Prosthodont*. 2019;28(2):195-201.
46. Carbajal Mejía JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2017;118(3):392-9.
47. Kim JH, Son SA, Lee H, Kim RJ, Park JK. In vitro analysis of intraoral digital impression of inlay preparation according to tooth location and cavity type. *J Prosthodont Res*. 2021;65(3):400-6.
48. Park JM, Kim RJ, Lee KW. Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronal preparations. *J Prosthet Dent*. 2020;123(1):113-20.
49. Ashraf Y, Sabet A, Hamdy A, Ebeid K. Influence of Preparation Type and Tooth Geometry on the Accuracy of Different Intraoral Scanners. *J Prosthodont*. 2020;29(9):800-4.
50. Jin-Young Kim R, Benic GI, Park JM. Trueness of intraoral scanners in digitizing specific locations at the margin and intaglio surfaces of intracoronal preparations. *J Prosthet Dent*. 2021;126(6):779-86.
51. Son K, Lee KB. Effect of finish line locations of tooth preparation on the accuracy of intraoral scanners. *Int J Comput Dent*. 2021;24(1):29-40.
52. Khaled M, Sabet A, Ebeid K, Salah T. Effect of Different Preparation Depths for an Inlay-Retained Fixed Partial Denture on the Accuracy of Different Intraoral Scanners: An In Vitro Study. *J Prosthodont*. 2022;31(7):601-5.
53. Gao H, Liu X, Liu M, Yang X, Tan J. Accuracy of three digital scanning methods for complete-arch tooth preparation: An in vitro comparison. *J Prosthet Dent*. 2022;128(5):1001-8.
54. Gurpinar B, Tak O. Effect of pulp chamber depth on the accuracy of endocrown scans made with different intraoral scanners versus an industrial scanner: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2022;127(3):430-7.
55. Kim RJ, Park JM, Shim JS. Accuracy of 9 intraoral scanners for complete-arch image acquisition: A qualitative and quantitative evaluation. *J Prosthet Dent*. 2018;120(6):895-903.e1.
56. Tabassum S, Adnan S, Khan FR. Gingival Retraction Methods: A Systematic Review. *J Prosthodont*. 2017;26(8):637-43.
57. S S, Ma VS, Mi VS, F HG, M H. Gingival Retraction Methods for Fabrication of Fixed Partial Denture: Literature Review. *J Dent Biomater*. 2016;3(2):205-13.
58. An H, Mickesh GJ, Cho D, Sorensen JA. Effect of finish line location and saliva contamination on the accuracy of crown finish line scanning. *J Prosthodont*. 2023.
59. Revilla-Leon M, Frazier K, da Costa JB, Kumar P, Duong ML, Khajotia S, et al. Intraoral scanners: An American Dental Association Clinical Evaluators Panel survey. *J Am Dent Assoc*. 2021;152(8):669-70.e2.

60. Revell G, Simon B, Mennito A, Evans ZP, Renne W, Ludlow M, et al. Evaluation of complete-arch implant scanning with 5 different intraoral scanners in terms of trueness and operator experience. *J Prosthet Dent.* 2022;128(4):632-8.
61. Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, Tavares LDN, Rizzante FAP, George FM, et al. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent.* 2021;125(2):294-9.
62. Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent.* 2018;119(2):225-32.
63. Chen Y, Zhai Z, Li H, Yamada S, Matsuoka T, Ono S, et al. Influence of Liquid on the Tooth Surface on the Accuracy of Intraoral Scanners: An In Vitro Study. *J Prosthodont.* 2022;31(1):59-64.
64. Park HN, Lim YJ, Yi WJ, Han JS, Lee SP. A comparison of the accuracy of intraoral scanners using an intraoral environment simulator. *J Adv Prosthodont.* 2018;10(1):58-64.
65. Camcı H, Salmanpour F. Effect of saliva isolation and intraoral light levels on performance of intraoral scanners. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;158(5):759-66.
66. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, et al. Intraoral digital scans: Part 2-influence of ambient scanning light conditions on the mesh quality of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2020;124(5):575-80.
67. Arakida T, Kanazawa M, Iwaki M, Suzuki T, Minakuchi S. Evaluating the influence of ambient light on scanning trueness, precision, and time of intra oral scanner. *J Prosthodont Res.* 2018;62(3):324-9.
68. Wesemann C, Kienbaum H, Thun M, Spies BC, Beuer F, Bumann A. Does ambient light affect the accuracy and scanning time of intraoral scans? *J Prosthet Dent.* 2021;125(6):924-31.
69. Koseoglu M, Kahramanoglu E, Akin H. Evaluating the Effect of Ambient and Scanning Lights on the Trueness of the Intraoral Scanner. *J Prosthodont.* 2021;30(9):811-6.
70. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):92.
71. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):149.
72. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):121-8.
73. Son K, Lee WS, Lee KB. Effect of Different Software Programs on the Accuracy of Dental Scanner Using Three-Dimensional Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(16).

74. Schmalzl J, Róth I, Borbély J, Hermann P, Vecsei B. The impact of software updates on accuracy of intraoral scanners. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):219.
75. Passos L, Meiga S, Brigagão V, Neumann M, Street A. Digital impressions' accuracy through "cut-out-rescan" and "data exchange by over scanning" techniques in complete arches of two intraoral scanners and CAD/CAM software. *J Prosthodont Res*. 2022;66(3):509-13.
76. Revilla-León M, Quesada-Olmo N, Gómez-Polo M, Sicilia E, Farjas-Abadia M, Kois JC. Influence of rescanning mesh holes on the accuracy of an intraoral scanner: An in vivo study. *J Dent*. 2021;115:103851.
77. Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. *Sensors (Basel)*. 2020;20(4).
78. Vitai V, Németh A, Sólyom E, Czumbel LM, Szabó B, Fazekas R, et al. Evaluation of the accuracy of intraoral scanners for complete-arch scanning: A systematic review and network meta-analysis. *J Dent*. 2023;137:104636.
79. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018;26(3):101-21.
80. Kuroda S, Yotsuya M, Sato T, Hisanaga R, Nomoto S, Sekine H. The effect of scanning pathways on trueness and precision in full-arch optical impression. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):390.
81. LV Stefanelli, A Franchina, A Pranno, G Pellegrino, A Ferri, N Pranno, S Di Carlo. Use of Intraoral Scanners for Full Dental Arches: Could Different Strategies or Overlapping Software Affect Accuracy? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021.

TEZ BAŞLIĞI: FARKLI TARAMA YÖNTEMLERİNİN DİJİTAL ÖLÇÜ DOĞRULUĞUNA ETKİSİ: İN VİTRO ÇALIŞMA

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI: Haniye EMİN

DOSYANIN TOPLAM SAYFA SAYISI: 60

Farklı Tarama Yöntemlerinin Dijital Ölçü Doğruluğuna Etkisi İn Vitro Çalışma İn Vitro Çalışma

ORJİNALLIK RAPORU

% 11	% 10	% 2	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 4
2	Submitted to Ondokuz Mayıs Üniversitesi Öğrenci Ödevi	% 1
3	Submitted to Karadeniz Teknik University Öğrenci Ödevi	% 1
4	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
5	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	% 1
6	www.firattipdergisi.com İnternet Kaynağı	% 1
7	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<% 1
8	www.koreascience.or.kr İnternet Kaynağı	<% 1
9	www.pubfacts.com İnternet Kaynağı	<% 1

10	acikerisim.erbakan.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
11	Submitted to Beykent Universitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
12	Submitted to Okan Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
13	abis-files.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
14	www.adobe.com İnternet Kaynağı	<% 1
15	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<% 1
16	Leandro Passos, Sergio Meiga, Vinicius Brigagão, Marcus Neumann, Alexandre Street. "Digital impressions' accuracy through "cut-out-rescan" and "data exchange by over scanning" techniques in complete arches of two intraoral scanners and CAD/CAM software", Journal of Prosthodontic Research, 2021 Yayın	<% 1
17	isfaw2018.isfaw.org İnternet Kaynağı	<% 1
18	Submitted to Aksaray Aniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1

19	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
20	pdfs.semanticscholar.org İnternet Kaynağı	<% 1
21	dergiler.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
22	impnc2022.org İnternet Kaynağı	<% 1
23	media.neliti.com İnternet Kaynağı	<% 1
24	www.turkishacoustic.com İnternet Kaynağı	<% 1
25	cat2.riss4u.net İnternet Kaynağı	<% 1
26	toad.halileksi.net İnternet Kaynağı	<% 1
27	www.ncbi.nlm.nih.gov İnternet Kaynağı	<% 1
28	Submitted to Gazi University Öğrenci Ödevi	<% 1
29	acikerisim.karabuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
30	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1

31 "EUROANAESTHESIA 2006: Annual Meeting of the European Society of Anaesthesiology, Madrid, Spain, June 3-6, 2006", European Journal of Anaesthesiology, 06/2006
Yayın

32 publications.polymtl.ca
Internet Kaynağı

<% 1

<% 1

